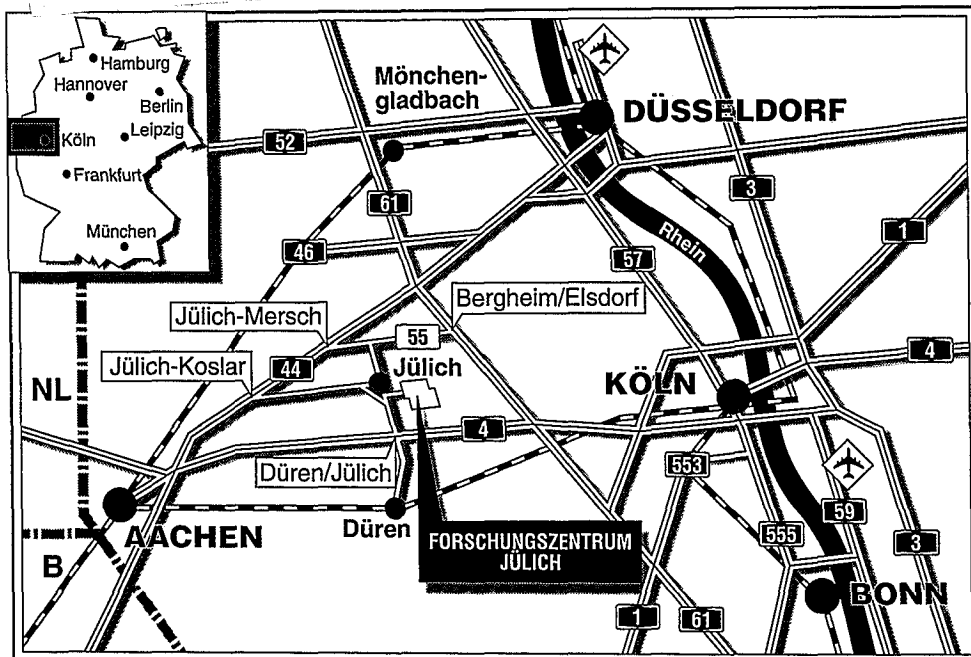


Programmgruppe Technologiefolgenforschung

**Internationale
Treibhausgasverifikation Nr. 5**

**Umweltmeßnetze :
Hilfsmittel der Verifikation in
einem internationalen Klimaregime**

Stefan Comes



Berichte des Forschungszentrums Jülich ; 2741

ISSN 0366-0885

Programmgruppe Technologiefolgenforschung Jül-2741

Zu beziehen durch : Forschungszentrum Jülich GmbH · Zentralbibliothek

Postfach 1913 · D-5170 Jülich · Bundesrepublik Deutschland

Telefon : 024 61 / 61 - 61 02 · Telefax : 024 61 / 61 - 61 03 · Telex : 833 556-70 kfa d

**Internationale
Treibhausgasverifikation Nr. 5**

**Umweltmeßnetze :
Hilfsmittel der Verifikation in
einem internationalen Klimaregime**

Stefan Comes

Studie im Rahmen des Projekts IKARUS, Teilprojekt 9.

Gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT)
Förderkennzeichen ET 9188 A.

Erstellt im Forschungsinstitut der Deutschen Gesellschaft für
Auswärtige Politik e.V., Bonn.

VORWORT

Eine Reihe von Staaten, darunter auch die Bundesrepublik, streben bereits für die internationale Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Brasilien im Jahre 1992 eine unterschriftsreife internationale Rahmenkonvention sowie - auf ihrer Grundlage - Protokolle über das wichtigste anthropogene Treibhausgas, das Kohlendioxid (CO_2) und den Schutz der Regenwälder an. Möglichst viele Staaten sollen diese Abkommen unterzeichnen und in Kraft setzen. Sie werden sich damit verpflichten, ihre Emissionen von CO_2 einzufrieren oder sogar um eine bestimmte Menge zu reduzieren bzw. die Zerstörung von Regenwäldern schrittweise zu beenden.

Später können andere Treibhausgase, etwa Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O), in weiteren Protokollen eingeschlossen werden. Ein Vorbild für solche internationalen Maßnahmen stellt die "Wiener Konvention zum Schutz der Ozonschicht" und ihr "Montrealer Protokoll" dar.

Bei Verhandlungen über diese Verträge werden die Staaten klären müssen, ob sie die rechtlichen, institutionellen und instrumentellen Vorkehrungen treffen wollen, durch die überprüft werden kann, ob alle Vertragsstaaten auch wirklich ihren Pflichten zur Reduktion der Emissionen und dem Schutz der Wälder nachgekommen sind (Verifikation der Vertragstreue).

Auf deutscher Seite werden diese Arbeiten im Rahmen des BMFT/IKARUS-Projekts durchgeführt, das im Oktober 1990 mit einer 3-jährigen Laufzeit eingerichtet wurde. Ziel des Projekts ist es, Instrumente für nationale Klimagasreduktionsstrategien zu entwickeln. Dabei besteht das Instrumentarium aus einer Datenbank mit technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Daten heutiger und zukünftiger Komponenten des deutschen Energiesystems sowie aus einem Simulations- und Optimierungsmodell, das auf diese Datenbank zurückgreift.

KFA-TFF ist für das Gesamtprojekt-Management sowie für das Teilprojekt 9 'Internationale Treibhausgasverifikation' zuständig. Teilprojekt 9 stellt somit eine Verbindung zu den internationalen Anstrengungen zur Emissionsbeschränkung dar.

Bei der Suche nach Vorbildern internationaler Verifikationssysteme in anderen Politikfeldern stößt man zwangsläufig auf die Rüstungskontrolle, insbesondere auf die Überwachungsmaßnahmen ("Safeguards") der Internationalen Atomenergieagentur (IAEO) im Rahmen des atomaren Nichtverbreitungsvertrages (NPT). Analysiert man diese Verifika-

tionsbereiche, so scheinen drei Einflußfaktoren von besonderer Bedeutung zu sein, nämlich Verifikationseignung, -fähigkeit und -dichte.

- Systematischen Charakter trägt die Verifikationseignung eines Objektes, eines Sektors etc., der einer Überwachung unterliegt. Diese Verifikationseignung ergibt sich aus den Strukturen, Charakteristika und der Konfiguration des zu überwachenden Objektes.
- Schließlich hängt die praktische Implementation eines Verifikationssystems von der Verfügbarkeit über qualifizierte personelle Ressourcen und angemessene Methoden, Ausrüstungen und Instrumente ab, um die Verifikationsmaßnahmen mit der erforderlichen Sensitivität und Genauigkeit vorzunehmen. Diese Voraussetzungen bezeichnen wir als Verifikationsfähigkeit.
- Die Verifikationsdichte wird von politischen Triebkräften bestimmt. Je größer die Gewißheit sein soll, daß andere Länder den Vertragsbestimmungen gefolgt sind, desto genauer muß man überprüfen, was sie tun. Die Verifikationsdichte muß erhöht werden.

Zur Festlegung eines praktikablen Verifikationssystems müssen diese wesentliche Faktoren und Spezifika jeweils für das einzelne Treibhausgas analysiert und festgelegt werden. Im einzelnen ergeben sich daraus die folgenden Aufgabenstellungen:

- den politischen Verifikationsbedarf festzulegen
- die Charakteristika von Emissionsquellen zu analysieren
- die quantitative Erfassung von Treibhausgasen zu untersuchen
- institutionelle Aspekte der Verifikation zu überprüfen
- eine Identifikation und Bewertung der Verifikationsinstrumente vorzunehmen
- eine Synthese dieser Arbeiten vorzunehmen und Verifikationskonzeptionen zu entwickeln.

In allen diesen Bereichen werden im Rahmen des IKARUS-Projekts Studien auch in Zusammenarbeit mit auswärtigen Institutionen durchgeführt, die in der Reihe "Internationale Treibhausgasverifikation" veröffentlicht werden.

Vorbemerkung zur Veröffentlichung

Das vorliegende Forschungsvorhaben wurde gefördert im Rahmen des BMFT-Entwicklungsprojektes "Ikarus - Instrumente für Klimagasreduktionsstrategien". Ikarus hat zur Aufgabe, Datenbasis und Modell für verschiedene Treibhausgasreduktionsstrategien in der Energieerzeugung, -umwandlung und -nutzung zu erarbeiten und zu vergleichen. Diese Informationen sollen allen interessierten Nutzern, wie Forschungseinrichtungen, Verbänden, politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entscheidungsträgern zugänglich sein. Eine eigenständige Rolle spielt innerhalb des Ikarus-Projektes das Teilprojekt 9, "Verifikationsmaßnahmen". Dieses Teilprojekt soll Konzepte zur Überwachung der Vertragstreue der Vertragsparteien einer zukünftigen Klimakonvention und ihrer Sonderprotokolle erarbeiten.

Die Arbeiten wurden im Jahr 1992 begonnen und im Februar 1993 beendet. Der Autor dankt an dieser Stelle vor allem den Vertretern nationaler und internationaler Organisationen. Mit ihrer Bereitschaft, in Interviews die Tätigkeit ihrer Organisationen vorzustellen und die Probleme und Perspektiven ihrer Arbeit zu erläutern, haben sie maßgeblich zum Entstehen dieser Studie beigetragen: Genannt seien insbesondere: Herr Dr. Dieter Jost, Umweltbundesamt, Berlin; Herr Dr. David Mage von der World Health Organisation, Genf; Herr Samuel Mbele Mbong von der World Meteorological Organisation, Genf; Herr Dr. G. McInnes von der European Environmental Agency Task Force, Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Brüssel; Herr Professor Dr. Martin Upenbrink, Direktor des UNEP Regional Office Europe, Genf; Herr Anthony D. Webster, GEMS Monitoring and Assessment Centre, University of London.

IV

Dank gebührt auch den Mitarbeitern der Programmgruppe Technologiefolgenforschung (TFF) des Forschungszentrums Jülich GmbH. An erster Stelle sei genannt der Leiter der Programmgruppe TFF, Herr Dr. G. Stein, sowie Herr W. Fischer, Herr Dr. W. Katscher, Herr U. Kotte, Herr Dr. W. Lauppe und Herr J.C. di Primio. In zahlreichen Diskussionsrunden haben sie dazu beigetragen, Inkonsistenzen des vorliegend entwickelten Verifikationsansatzes zu beseitigen und ihn in die Gesamtkonzeption des Teilprojekts 9 von "Ikarus" einzuordnen.

Schließlich gilt der Dank Herrn Professor Dr. Karl Kaiser, Direktor des Forschungsinstituts der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V., Bonn.

Die Verantwortung für den Inhalt, insbesondere für die Vorschläge zu einer künftigen Überprüfung von internationalen umwelt- und klimapolitischen Verpflichtungen liegt ausschließlich beim Verfasser.

Bonn, im Februar 1993

DGAP, Forschungsinstitut

S. Comes

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort des Herausgebers	I
	Vorbemerkung des Verfassers	III
	Inhaltsverzeichnis	V
	Abkürzungsverzeichnis	VII
I	Einleitung	1
II	Technische Analyse einzelner Meßnetze	11
II.1	Global Environment Monitoring System (GEMS)/Air	11
II.1.1	Beschreibung von GEMS/Air	11
II.1.2	Ausbaufähigkeit von GEMS/Air als Instrument der Verifikation	21
II.1.3	Schlußfolgerungen	26
II.2	Global Atmosphere Watch (GAW)	27
II.2.1	GAW - Background Air Pollution Monitoring Network	28
II.2.2	Möglichkeiten des Ausbaus von GAW für Aufgaben der Verifikation	38
II.3	CORINAIR	42
III	Technische und organisatorische Ansatzpunkte zur Anhebung der Verifikationsfähigkeit von Luftmeßnetzen	46
III.1	Die gegenwärtige Verifikationsfähigkeit von Luftmeßnetzen	46
III.2	Art und Anzahl der Meßparameter sowie der gemessenen Luftschadstoffe	48
III.3	Regionale Verbreitung der Meßnetze, Standortkonzeptionen und Kooperation von Meßnetzen	50
III.4	Meßkonzepte, atmosphärische Transportmodelle und Emissionsinventare	54
III.5	Wege der Datenübermittlung und Kommunikation	59

VI

IV	Umwelt- und Klimaverifikation in einem souveränitätsbestimmten internationalen System	61
IV.1	Von transnationalen Umweltwirkungen zu transnationalen Vertragskontrollen	61
IV.2	Umwelt- und Klimaverifikation im UN-System	66
IV.3	Die Rolle von UNEP	70
V	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	75
	Literaturverzeichnis	83
	Der Autor	87

VII

Abkürzungsverzeichnis

BAPMoN	=	Background Air Pollution Monitoring Network
BS	=	Black Smoke
CAS	=	Commission for Atmospheric Sciences (der WMO)
CH ₄	=	Methan
CMDL	=	Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory, NOAA, Boulder CO
CO	=	Kohlenmonoxyd
CO ₂	=	Kohlendioxyd
CORINE	=	Coordination d'Information Environnemental
CORINAIR	=	CORINE Air Emissions Inventory
EC	=	Executive Council
EMEP	=	Co-Operative Programme for the Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
ETEX	=	European Tracer Experiment
FAO	=	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
GAW	=	Global Atmosphere Watch
GEMS	=	Global Environment Monitoring System
GEMS-PAC	=	Global Environment Monitoring System - Programme Activity Centre
GIS	=	Geographical Information System
GO ₃ OS	=	Global Ozone Observing System
Hrsg.	=	Herausgeber
ICSU	=	International Council of Scientific Unions
IGACP	=	International Global Atmospheric Chemistry Project
IGBP	=	International Geosphere-Biosphere Programme
IUCN	=	International Union for the Conservation of Nature and of Natural Resources
MARC	=	Monitoring and Assessment Research Center

VIII

NASA	=	National Aeronautics and Space Administration (USA)
N ₂ O	=	Lachgas
NOAA	=	National Oceanic & Atmospheric Administration (USA)
O ₃	=	Ozon
PM ₁₀	=	Lungengängige Schwebstoffe
Pb	=	Blei
SO ₂	=	Schwefeldioxyd
SPM	=	Schwebstoffe
UN	=	United Nations
UNECE	=	United Nations Economic Commission Europe
UNEP	=	United Nations Environment Programme
UNEP-GRID=		United Nations Environment Programme - Global Resource Information Database
US-EPA	=	United States Environment Protection Agency
UV	=	Ultra Violet
VCP	=	Voluntary Co-operation Programme (der WMO)
VOC	=	Volatile Organic Compounds
WDCGG	=	World Data Centre for Greenhouse Gases (Japan)
WHO	=	World Health Organization
WMO	=	World Meteorological Organization
WODC	=	World Ozone Data Centre (Kanada)

I

EINLEITUNG

In der Öffentlichkeit und der internationalen Umweltpolitik hat die **Zweite Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen** (künftig: 2. UNCED) ein geteiltes Echo erfahren. Einerseits wird zu Recht kritisiert, daß sich die Ergebnisse - insbesondere im Bereich der Klimapolitik - auf die Vereinbarung allgemeiner Grundsätze beschränken, ohne die teilnehmenden Staaten im Konkreten in die Pflicht zu nehmen. Dem wird - gleichfalls zu Recht - entgegengehalten, daß es angesichts der großen Vielfalt von Meinungen und Interessen der teilnehmenden Nationen schon ein Erfolg sei, wenn Ergebnisse zustande gekommen seien, die potentiell so weit reichende Folgen haben können. Die größte Leistung des Rio-Gipfels liegt deshalb vielleicht in der Art und Weise, wie er langfristig die internationalen Beziehungen, insbesondere das Nord-Süd Verhältnis zu prägen versucht. ¹⁾

Wie auch immer dieses Urteil ausfallen mag, es muß dringend darauf hingewiesen werden, daß in den kommenden Jahrzehnten nicht allein die Vereinbarung von Normen, sondern auch und in gleichem Maße deren **Durchsetzung einer internationalen Klimapolitik** zur Wirksamkeit verhelfen. In Wissenschaft und Politik wurde deshalb schon im Vorfeld der Rio-Konferenz vereinzelt angeregt, die Vertragstreue der Vertragsparteien

1) Lascelles, D., Hot air in Rio sows green seed, in: Financial Times, London, 29. Juli 1992, S. 10. Vgl. auch: Boutros-Ghali, Boutros, Report on the Work of the Organization from the Forty-sixth to the Forty-seventh Session of the General Assembly, United Nations (Hrsg.), New York 1992, S. 29 f Speth, J.G., A Post-Rio Compact, in: Foreign Policy, New-York 1992, S. 145.

einer internationalen Klimakonvention einer Überprüfung zu unterwerfen, d.h. sie zu verifizieren. ²⁾

Erwähnenswert ist, daß eine Übertragung von Verifikationsbegriff und -verfahren von der Rüstungskontrolle auf den internationalen Klimaschutz und Umweltschutz weder möglich noch sinnvoll ist. Hier wird deshalb für die **Verwendung eines erweiterten Verifikationsbegriffs** plädiert. Eine solche Erweiterung des Verifikationsbegriffs hat mehrere **Gründe**: Erstens ist für eine erfolgreiche Umsetzung internationaler Umwelt- und Klimaschutzverträge die Überwachung privater und kommunaler Einrichtungen genauso bedeutsam wie die Überwachung staatlichen Verhaltens. (D.h., die Verifikationsobjekte sind z.T. privat.) Zweitens sollte Verifikationstätigkeit im Klima- und Umweltbereich auch Kontrollen im nationalen Bereich umfassen, die in einem internationalen Vertrag möglicherweise nicht geregelt sind. (D.h., daß auch nationale Institutionen und Personen an der Verifikation beteiligt sind.) Drittens schließlich beruht die Überprüfung der Vertragspflichten nach dem hier wiedergegebenen Vorschlag zumindest in der Übergangsphase auch auf Prozessen und Instrumenten, die nicht immer vertraglich vereinbart sind.

Die **Verifikation** von Vertragsbestimmungen hat **im internationalen Umweltschutz bisher nur eine geringe Rolle** gespielt. ³⁾ Die wenigsten bestehenden internationalen Abkommen sehen eine internationale Durchführung und Überwachung

2) "Verifikation ist ein vertraglich vereinbarter Prozeß zur Feststellung der Vertragstreue von Staaten. Verifikation kann sich festgelegter technischer Instrumente (Meßsysteme, Beobachtungsgeräte) und anderer Verfahren (Inspektionen, Berichts- und Buchprüfungen) bedienen. Dabei erfolgt die Feststellung der Vertragstreue ex post. Nicht eine Verhinderung, sondern eine Entdeckung von Vertragsverstößen wird angestrebt. Verifikation kann bilateral, multilateral oder durch eine internationale Organisation durchgeführt werden." Fischer, W., Die Verifikation internationaler Abkommen über Umwelt- und Ressourcenschutz - Eine vergleichende Analyse zu Instrumenten und Verfahren internationaler Verifikation am Beispiel von dreizehn Abkommen, Schriften des Forschungszentrums Jülich, ohne Nummer, Jülich 1990, S. 5.

3) Ausführlichere Erklärungen hierfür befinden sich bei: Fischer, W., Die Verifikation internationaler Abkommen über Umwelt- und Ressourcenschutz - Eine vergleichende Analyse zu Instrumenten und Verfahren internationaler Verifikation am Beispiel von dreizehn Abkommen, a.a.O. sowie bei: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, Schriftenreihe "Internationale Treibhausgasverifikation" des Forschungszentrums Jülich, Nr. 2, Jülich 1992, S. 9 ff.

vor. Die Verträge beruhen auf der Annahme, daß die Staaten ihren internationalen Verpflichtungen im Rahmen ihrer Souveränität nach Treu und Glauben nachkommen. ⁴⁾ Dem gleichwohl vorhandenen Bedarf an Überwachung und Verifikation wird mit großer Zurückhaltung begegnet. Es gibt keine durchgreifenden Kontrollmechanismen und keine internationale Umweltpolizei. ⁵⁾

Die Gründe sind z.B. darin zu suchen, daß wegen der souveränitätsbestimmten Struktur der internationalen Gemeinschaft die Staaten versuchen, **Einbußen an Souveränität** vermeiden. Sollten in einem internationalen Klimavertragswerk Handlungsgebote und Unterlassungspflichten vereinbart werden, so stellen diese eine fühlbare Beeinträchtigung der nationalen Souveränität dar. Diese Beeinträchtigung der nationalen Souveränität ist noch größer im Falle der Verifikation der Vertragstreue der teilnehmenden Staaten.

Art und Umfang von Verifikation sind auch abhängig vom Grad der Konkretheit der in einem internationalen Umwelt- oder Klimaschutzvertragswerks enthaltenen Verpflichtungen. Viele Vertragswerke - und desto häufiger, je weiter ihr Regelungsumfang - werden heute in eine Struktur gegossen, die einem allgemeinen Rahmenübereinkommen eines oder mehrere untergeordnete Sonderabkommen oder Protokolle zuordnet. Die Rahmenübereinkommen beschränken sich auf die Formulierung allgemeiner Ziele eines Vertrags mit entsprechend allgemeinen Pflichten für die Vertragsparteien. Auch das in Rio unterschriebene Übereinkommen zum Schutz des Klimas präsentiert sich wegen der Vielzahl der dadurch betroffenen Sektoren als ein allgemeiner Rahmenvertrag. Im Völkerrecht werden diese zum **"Soft Law"** gezählt. Soft-Law-Texte - zu denen auch Resolutionen, Leitlinien, Deklarationen, Prinzi-

4) Dolzer, R., Die institutionelle Ausgestaltung einer Konvention zum Schutz des Klimas, Gutachten für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Mannheim 1989, S. 8.

5) Kiss, A.C., Mechanisms of Supervision of International Environmental Rules, in: F. Kalshoven. P.J. Kuyper, J.G. Lammers (Hrsg.), Essays on the Development of the International Legal Order, Alphen aan de Rijn - Rockville (Ma) 1980, S. 111.

prien etc gehören - leiden an einem normativen Defizit. "Halten sich die Staaten nicht an die auf diese Weise festgelegten Regeln, so liegt keine Völkerrechtsverletzung vor." ⁶⁾ Ein Handeln gegen diese weichen Normen ist aber "zumindest als unfreundlicher Akt und als Belastung der politischen Beziehungen zwischen ... Staaten zu werten; auf jeden Fall leidet die Glaubwürdigkeit jenes Staates, der zwar im Rahmen einer internationalen Organisation einem solchen Text zustimmt, dessen Anwendung auf sich selbst aber ablehnt." ⁷⁾ Für die vorliegende Studie ist von Interesse, daß im Falle von Soft Law nur wenig Verifikationsaufgaben anfallen. Erst mit der normativen Verdichtung durch das Inkrafttreten von Protokollen mit konkreten Reduzierungs- oder Stabilisierungsvorschriften zu Klimagasemissionen entsteht Verifikationsbedarf im engeren Sinne.

Nach dem in Rio de Janeiro verabschiedeten Rahmenübereinkommen zum Schutz des Klimas ist für die Verifikation von klimapolitischen Verpflichtungen eine sog. **Implementationskontrolle** vorgesehen. Die Klimakonvention bestimmt, daß die Vertragsparteien Strategien und Politiken zur Bekämpfung des Treibhauseffektes formulieren und entsprechende Maßnahmen in die Wege leiten. Wenn für diese Strategien und Maßnahmen kein quantitativer Erfolgsmaßstab (Stabilisierung von Treibhausgasemissionen, Reduzierung um x Prozent etc.) vorgegeben wird, dann beschränkt sich die Überprüfung der Vertragspflichten auf die Frage, ob die Vertragsparteien tatsächlich die entsprechenden Schritte unternommen haben.

Dieses Verfahren ist unproblematisch und konsensfähig; es ist aber auch von geringer Wirkung. Eine Implementationskontrolle weist nur "Bemühen" nach, nicht "Erfolg". Im Falle der Verabschiedung eines quantitativen Reduktions-

6) Lang, Winfried, Internationaler Umweltschutz - Völkerrecht und Außenpolitik zwischen Ökonomie und Ökologie, Wien 1989, S. 157.

7) Lang, Winfried, ebenda, S. 157. Vgl. auch: Derselbe, Die Verrechtlichung des internationalen Umweltschutzes, in: Archiv des Völkerrechts, 22. Band, Tübingen 1984, S. 300 ff.

ziels sagt die Implementationskontrolle über die Vertragstreue der Staaten und folglich über die ökologische Wirksamkeit des Vertragswerks zur Klimapolitik nur wenig aus.

Eine Überprüfung der Vertragstreue jenseits dieser Implementationskontrolle durch bi- und multilaterale Kontrollen oder durch internationale Organisationen ist aber ohne einen gründlichen Wandel der öffentlichen Meinung und des Völkerrechts nicht vorstellbar. Eine bilanzierende Messung z.B. wird von der IAEA in der Spaltstoffflußkontrolle gehandhabt. In der internationalen Klimapolitik dürfte dieses Verfahren wegen politischer Widerstände in der Staatengemeinschaft und wegen der mangelnden Verifikationseignung schwerlich durchzusetzen sein. Es ist aber nicht auszuschließen, daß Institutionen der Verifikation im Rahmen einer internationalen Klimakonvention und ihrer Protokolle hier durch nationale Kontrollanstrengungen, z.B. durch eine umweltbewußte Öffentlichkeit, durch nachgeordnete Verwaltungsebenen sowie Gebietskörperschaften und durch Nicht-Regierungs-Organisationen (künftig: NGO) unterstützt werden.

- - -

Es dürfte notwendig sein, frühzeitig weitere organisatorische und institutionelle Vorkehrungen für Verifikationsaktivitäten in einer Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas zu treffen. In solche Vorbereitungen sind verschiedene andere Funktionen und Organe einer internationalen Umwelt- und Klimaschutzinstitution einzubeziehen, wie z.B. solche, die sich mit der Umwelt- und Klimabeobachtung beschäftigen. Es sind Wege zu suchen, die Hindernisse, die sich gegen die Vertragsüberprüfung stellen, zu umgehen.

Die wichtigsten **Hindernisse**, die **einer** solchen Kontrolle bzw. **Verifikation** entgegenstehen, sind die mangelnde Akzeptanz sowie die geringe Verifikationseignung der meisten Treibhausgasquellen und -senken. Die hohe Zahl, die Mobili-

tät, die Flächenhaftigkeit, die geringe Größe mancher Emittenten, die geringe Menge an Emissionen pro Zeiteinheit bei anderen Quellen lassen den Einsatz von Meßinstrumenten zum Zwecke einer bilanzierenden Messung in den meisten Fällen nicht zu. Diese **niedrige Verifikationseignung** hat die Ausgestaltung eines Vorschlags beeinflußt, der die Messung und Schätzung nationaler Emissionen im wesentlichen nationalen Institutionen überlässt. Internationale Institutionen hingegen würden demzufolge nur noch mit einer Art Berichtsprüfungs-, Plausibilitäts- und Vollständigkeitskontrolle betraut. ⁸⁾

Ein zweiter, darauf aufbauender Vorschlag stellt die Hindernisse und Verzögerungen in Rechnung, die sich einer Überprüfung der Vertragstreue der Vertragsstaaten durch die **mangelnde Verifikationsakzeptanz** entgegenstellen. ⁹⁾ Nach diesem Vorschlag sollte im Rahmen der Konferenz der Vertragsparteien neben der Implementationskontrolle eine weitergehende **Überprüfung der Vertragstreue u.a. in Meßnetzen zur Umwelt- und Klimabeobachtung** vorbereitet werden.

Die Bedeutung dieses Vorschlags resultiert daraus, daß die **Funktion eines Umweltmeßnetzes** sich signifikant zu ändern vermag. Statt der Umweltbeobachtung (auch Monitoring genannt) kann nach Ablauf von Jahren oder Jahrzehnten die Überprüfung der Vertragstreue, d.h. die Verifikation, in den Vordergrund rücken. Dieser Funktionswandel kann auf verschiedenen Wegen von statten gehen: durch die Aufnahme schärferer Vertragspflichten in Sondervereinbarungen eines internationalen Umwelt- oder Klimaschutzabkommens, durch

8) Fischer, W., J.C. di Primio, G. Stein: Die Verifikation einer Konvention über die Reduktion von Treibhausgasemissionen, Endbericht für das Studienprogramm "Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre" der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Jülich 1989.

Als Verifikationseignung werden die Strukturen und Eigenschaften eines Systems bezeichnet. Diese Verifikationseignung ist vorgegeben. Sie kann sich nur langfristig im Zuge der technischen Entwicklung des zu verifizierenden Systems ändern. Erwähnenswert ist immerhin, daß ein Überwachungsobjekt gegenüber dem einen Verifikationsverfahren eine geringe Verifikationseignung aufzuweisen vermag, bei einem anderen Verifikationsverfahren hingegen eine gute Verifikationseignung verspricht. Vgl.: Fischer, W., J.C. di Primio, G. Stein, a.a.O., S. 5.

9) Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O.

neue Entwicklungen der Meßtechnologie, der Erdfernbeobachtung etc., durch den verstärkten Einsatz bereits bekannter, fortgeschrittener Technologien in vorhandenen Meßsystemen, durch die zunehmende Dichte der Stationen eines Meßnetzes und schließlich durch nach Berichtsumfang und Berichtstiefe zunehmende statistische Aufzeichnungen.

Eine grundlegende Bedingung für die genannte Einführung oder Unterstützung von Verifikation "durch die Hintertür", d.h. die Umwandlung eines Systems der Umweltzustandsbeobachtung in ein Verifikationssystem, ist in dem Bestehen einer demokratischen Gesellschaftsordnung zu sehen. Weitere Bedingungen sind: die Anwendung geeigneter Meßkonzepte, die Harmonisierung von Meßtechniken, die Interkalibrierung von Meßgeräten, die Benutzung geeigneter und allgemein akzeptierter EDV-Modelle zur Verarbeitung von Primärdaten.

Es gibt eine Reihe weiterer Gründe, die Verifikation von klimapolitischen Verpflichtungen über Umweltbeobachtungsnetze einzuleiten. Umweltbeobachtung, bisweilen auch ein wenig mißverständlich Umwelt-Monitoring ¹⁰⁾ genannt, trifft in der Staatengemeinschaft auf viel weniger Souveränitätsvorbehalte als Verhaltenskontrollen, die die Vertragstreue einzelner Staaten zum Ziel haben. Es wird allgemein anerkannt, daß die Sammlung, Verarbeitung, Harmonisierung und Interpretation von Daten zum Zustand der Umwelt für die Umweltpolitik von zentraler Bedeutung sind. Einschlägige Aktivitäten gehören seit langem zu den Tätigkeitsfeldern verschiedener internationaler Organisationen, an erster Stelle UNEP, aber auch WMO, WHO, FAO u.a. Nicht zuletzt die Tatsache, daß hier vielfach internationale Organisationen aus dem System der Vereinten Nationen tätig sind, macht vielen Ländern der Dritten Welt die Teilnahme leichter. In vielen Abkommen des völkerrechtlichen Umweltvertragsrechts befindet sich sogar eine Rechtspflicht zur Umweltbeobachtung.

10) Monitoring ist insofern ein etwas unscharfer Begriff, als er in der Literatur sowohl für die Überwachung der Vertragstreue der Vertragsparteien (compliance monitoring) als auch für die Beobachtung eines Umweltmediums (z.B. air quality monitoring) benutzt wird.

Des weiteren dürfte sich eine erhebliche Kostenersparnis ergeben, wenn für ein Verifikationssystem auf bereits bestehende Einrichtungen zurückgegriffen werden kann. Auch ist es nicht sinnvoll, "das Rad neu zu erfinden", wenn durchaus bestehende Fachkenntnisse, Personalkapazitäten, Infrastruktur etc. in den UN-Sonderorganisationen und UN-Programmen genutzt werden können.

Präzisierend sollte hinzugefügt werden, daß Meßnetze zur Umwelt- und Klimabeobachtung neben der Verifikation selbst vor allem auch die Vorbereitung eines Verifikationssystems zur Aufgabe haben. Im übrigen scheint die Verifikationsfähigkeit von Luft- und Klimameßnetzen besonders gefördert zu werden, wenn diese Meßnetze mit Modellen des atmosphärischen Transports und der Dispersion von Luftschadstoffen sowie mit Emissionsinventaren kombiniert werden.

- - -

Das vorliegende Gutachten untersucht Meßnetze für die Verifikation einer internationalen Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas. Es fragt u.a., welcher Internationalen Organisation sie angehören, welche technischen Eigenschaften sie haben und wie diese Eigenschaften im Interesse der Vorbereitung späterer Verifikationsaufgaben verbessert werden können. Dabei **beschäftigt sich diese Arbeit nur mit Meßnetzen zur Beobachtung der Umweltmedien "Luft" und "Erdatmosphäre"** und deren Fähigkeiten zur Überwachung von Emissionen chemischer Substanzen wie z.B. CO₂, CH₄ etc. Eine weitere Beschränkung ergibt sich dadurch, daß im wesentlichen nur weltweit arbeitende Netze untersucht werden. Am Rande wird das CORINAIR-System von Emissionsinventaren der EG untersucht.

Treibhausgasenken und Treibhausgasspeicher wie die Wälder, die gegenwärtig ohnehin nicht zum Regelungsbereich der Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas gehören, werden hier nicht angesprochen. Insofern Erdfernbeobachtung als ein Verifikationsmittel eingesetzt wird, wird diese Aufgabe im

Rahmen eines anderen Gutachtens des Ikarus-Teilprojekts 9 bearbeitet. ¹¹⁾ Außerdem scheint es, daß diese Aufgabe relativ leichter zu bearbeiten sein wird. Wälder, oder allgemeiner Veränderungen der Landnutzung, sind als Bestandsgrößen erheblich leichter zu erfassen. Emissionen von Spurengasen sind hingegen Ereignismerkmale und relativ schwer zu quantifizieren. Hier wird von ihrer geringen "Verifikationseignung" gesprochen. Andere Umweltmedien und Sektoren der Umweltpolitik (Wasser, Boden, Müll, Naturschutz etc.) sowie die einschlägigen Umweltbeobachtungsnetze sind im vorliegenden Zusammenhang nur indirekt von Bedeutung.

Die Gegenstände von Umweltschutz, Umweltpolitik und Umweltzustandsbeobachtung sind stetigen Änderungen unterworfen. Schadstoffe, die heute bedrohlich sind, können in einem Jahrzehnt relativ unwichtig sein. Schutzobjekte, die heute bedroht sind, können später sicher sein. Daraus folgt, daß Umweltpolitik, Umweltzustandsbeobachtung und Verifikation von internationalen Umweltschutzverträgen einem langsamen aber stetigen Wandel unterworfen sein werden. In diesem Kontext hat der Ansatz "Verifikation via Umweltbeobachtungsnetze" eine besondere Bedeutung. Sobald grenzüberschreitende oder globale Umwelteingriffe als ernste Gefahren erkannt werden, ist damit zu rechnen, daß sie von der Staatengemeinschaft, konkreter von den Sonderorganisationen oder Programmen der Vereinten Nationen überwacht werden: D.h. ein Beobachtungsnetz wird neu geschaffen oder ein bestehendes Netz erhält eine neue Aufgabe. Sollte zu diesem Umweltrisiko Verifikationsbedarf entstehen, so ist hiermit schon eine erste Grundlage für diese Funktion geschaffen.

- - -

Das vorliegende **Kapitel I** führt in das Thema ein.

Kapitel II stellt technische, finanzielle und organisatorische Eigenschaften der beiden wichtigsten gegenwärtig welt-

11) Lanchbery, John, Julian Salt, Limiting Climate Change: Verification of Compliance with Treaty Commitments to limit Greenhouse Gas Emissions from Forests and Land Use by remote Sensing - A Report for KFA Jülich, unveröffentlichter Entwurf, London - Bradford 1992.

weit arbeitenden Meßnetze zur Beobachtung der Luft und der Erdatmosphäre dar. Ergänzend wird ein regionales Emissionsinventarsystem in die Untersuchung einbezogen.

Kapitel III zeigt, wie die Meßnetze im Interesse der Vorbereitung späterer Verifikationsaufgaben um- und ausgebaut werden können.

Kapitel IV zieht politische Schlußfolgerungen.

Kapitel V enthält Kurzzusammenfassung und Schlußfolgerungen.

II

TECHNISCHE ANALYSE EINZELNER MEßNETZE

Die Überwachung von Umweltmedien und Umweltverschmutzung obliegt im Rahmen der Vereinten Nationen vielen Organisationen. Die wichtigsten sind FAO, WHO, WMO, UNESCO und IUCN. UNEP spielt eine zentrale Rolle als Koordinator und Initiator. Für die vorliegende Analyse wurden vor allem die weltweit arbeitenden Meßnetze GEMS/Air und GAW ausgewählt. Dargestellt werden u.a. umweltpolitischer Zweck, geographische Ausbreitung der Meßnetze, Meßparameter, Entscheidungsstrukturen, administrative Strukturen, Kommunikationswege, mit der Datenverarbeitung verbundene Probleme und ähnliches mehr. Am Rande findet das europäische System von Emissionsinventaren CORINAIR Erwähnung.

II.1 Global Environment Monitoring System (GEMS)/ Air

Das GEMS Air Quality Monitoring and Assessment Programme" (kurz: GEMS/Air) ist ein Teil des UN-weiten "Global Environment Monitoring System" (GEMS). ¹²⁾ GEMS wird von UNEP als eine weltweite, kollektive "Anstrengung" bezeichnet, Luft, Wasser und Nahrungsmittel zu überwachen und Rückwirkungen von Schadstoffen auf die menschliche Gesundheit einzuschätzen. ¹³⁾ Der Gegenstand des GEMS/Air-Meßnetzes ist die Messung der Luftverschmutzung in Großstadtregionen.

II.1.1 Beschreibung von GEMS/Air

Die Anfänge des GEMS/Air-Meßnetzes gehen zurück in das Jahr 1973, als die WHO nationale Gesundheitsbehörden anschrieb

12) Allgemeine Informationen befinden sich in : United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S.14 ff sowie United Nations Environment Programme (Hrsg.), Urban Air Pollution, Nairobi 1991

13) Vgl.: United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, a.a.O., S.4.

mit dem Ziel, Daten zur Luftverschmutzung ¹⁴⁾ zu erhalten. Diese Bemühungen wurden 1974 in Kooperation mit UNEP fortgesetzt. 1975 wurde das GEMS/Air-Netz Teil des Global Environmental Monitoring System (GEMS). An der Durchführung von GEMS/Air sind hauptsächlich WHO und UNEP-GEMS-PAC beteiligt. ¹⁵⁾ Dieser Kooperation liegt die folgende Arbeitsteilung zugrunde, die ähnlich auch bei den anderen Umweltbeobachtungsmeßnetzen anzutreffen ist. WHO verfügt über die technische Expertise, stellt Ausrüstung und administrative Kapazitäten zur Verfügung. UNEP nimmt Koordinierungs- und Finanzierungsfunktionen wahr.

Die Verantwortung für Management und Leitung wird auch künftig zu teilen sein zwischen WHO (Genf), UNEP/MARC und GEMS-PAC (Nairobi). Sie werden sich befassen mit Programmleitung, Gesamtplanung, Haushaltsfragen, der Prüfung, Genehmigung und Bewertungen der Ergebnisse, der Aquisition finanzieller Mittel sowie der Zusammenarbeit mit anderen internationalen und nationalen Organisationen etc.

Der **Schutzauftrag**, der hinter den Tätigkeiten von GEMS/Air steht, bezieht sich im wesentlichen auf die **gesundheitlichen Folgen von bestimmten Schadstoffen**, die insbesondere in städtischen Verdichtungsgebieten niedergehen. Zwei Drittel der urbanen Bevölkerung der Erde leben in Städten mit einem unakzeptable hohen SO₂-Gehalt (1,2 Mrd. Menschen, Stand 1988), 30 % dieser Grundgesamtheit in Städten mit zu hohem NO₂-Gehalt, 55 % in Städten mit zu hohem CO-Gehalt, etc. Nur etwa 20 % der urbanen Bevölkerung leben nach WHO-

14) Alle Stoffe, die die natürliche Beschaffenheit der Luft verändern, können als Luftschadstoffe aufgefasst werden. Die Bezeichnung "Luftschadstoffe" umfasst somit Substanzen mit natürlichem und anthropogenem Ursprungs, wie z.B. CO₂ und CH₄, sowie auch Stoffe, die nur aus anthropogenem Ursprung bekannt sind, wie z.B. FCKW. (Definition aus: (GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S.12)

15) GEMS-PAC wurde im Jahr 1975 gegründet. Standort dieser Institution ist Nairobi. GEMS-PAC wurde geschaffen, um globale Umweltmonitoring-Netze wie z.B. GEMS zu koordinieren bzw. neue zu initiieren. Die GEMS-PAC zugeordnete Rolle ist die eines finanziellen und konzeptionellen Katalysators. GEMS-PAC gibt finanzielle Starthilfe für neue Umweltmeßnetze und bildet in Entwicklungsländern Fachkräfte und Wissenschaftler für Aufgaben in der Umweltbeobachtung aus. Des weiteren ist GEMS-PAC mit der Harmonisierung von Meßtechniken und der Verbesserung der Datenqualität beauftragt. Vgl.: United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S.6 f.

Maßstäben in Städten mit gesundheitlich unbedenklichen Luftverhältnissen.

Seit 1974 sind trotz einiger Verbesserungen des Meßsystems dessen wichtigsten **Zielsetzungen** im wesentlichen die gleichen geblieben:

- Zusammenarbeit mit den GEMS/Air-Teilnehmerstaaten und Unterstützung ihrer Anstrengungen zur Einrichtung und Weiterentwicklung von Luftschadstoffbeobachtungsnetzen mit dem Blick auf den Gesundheitsschutz;
- internationaler Austausch von Informationen über Niveau und Trends von Luftverschmutzung und Verwendung dieser Informationen für die Bewertung und Verbesserung der Luftqualität.

Zu Beginn des Jahres 1992 waren an das GEMS/Air-Netz insgesamt 170 Stationen in 80 Städten in 47 Ländern angeschlossen. Mit zusätzlichen Informationen aus nationalen Berichten, wissenschaftlichen Fachpublikationen und Fragebögen werden Daten zur städtischen Luftqualität in insgesamt 50 Ländern gewonnen. **Im Rahmen von GEMS/Air werden z.Zt. in 55 Städten** in 33 Ländern **regelmäßig Daten für SO₂ und für SPM** (Suspended Particulate Matter) gewonnen. ¹⁶⁾

Die **Aufnahme weiterer Stoffe**, wie z.B. NO_x, CO, O₃ und Pb, **in das Monitoring-Programm** wird angeregt. Jedoch scheint nach Auffassung einer Arbeitsgruppe von Government-Designated Experts im Herbst 1991 die höchste Präferenz bei der räumlichen Ausweitung des GEMS/Air-Meßnetzes zu liegen. Z.T. überlappen die überwachten Stoffe mit dem Überwachungsprogramm des GEMS-Netzes für Hintergrund-Luftverschmutzung: BAPMoN.

Gemessen werden täglich Minimum-, Maximum- und Durchschnittswerte. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu

16) In einem eingeschränkten Beobachtungsfeld, das die Datengrundlage für den sog. Megacities-Report bildet, werden zusätzlich die Luftkonzentrationswerte für NO_x, CO, O₃ und SO gemessen.

gewährleisten, sollen für die Meßstationen gleichwertige oder zumindest kompatible Meßinstrumente verwendet werden. Die Meßverfahren sind im wesentlichen gegenüber dem Stand von 1977 nicht verändert worden. ¹⁷⁾ Ein Workshop im Sommer des Jahres 1992 in München sprach sich ausschließlich bei NO_x für die Verwendung modernerer Meßtechniken aus.

Nach den Vorstellungen von GEMS-PAC sollten alle an dem Meßnetz teilnehmenden Städte drei **Meßstationen** unterhalten: **in einem Industriegebiet, in einem Einkaufsviertel und in einem Wohngebiet.** Neuerdings wird auch eine vierte, mobile Station angestrebt. Um zu gewährleisten, daß die Meßstationen an einem geeigneten Standort eingerichtet werden, werden die Städte gebeten, zusammen mit den Meßergebnissen auch Photos der Meßstationen und Kartenmaterial einzusenden. Nach räumlichen Gesichtspunkten verhält sich dieses Netz komplementär zur Messung der Hintergrundluftverschmutzung im Rahmen von BAPMoN.

Die Meßstationen werden von den einzelnen Staaten betrieben, nicht von WHO, GEMS-PAC oder UNEP. Die Aktivitäten von GEMS/Air setzen erst dann ein, wenn ein Staat sich mit einer entsprechenden Bitte an die WHO oder an UNEP wendet. In vielen Fällen sind nicht einmal die Zentralregierungen sondern **untergeordnete Gebietskörperschaften** (Städte, Provinzen etc.) **die Betreiber.** Die Betreiber schicken die Daten auf einer Diskette an WHO. WHO schickt diese Diskette weiter an das "Office Air Quality Planning Stations" von EPA in Research Triangle Park, North Carolina, behält aber eine Kopie. ¹⁸⁾ Dort erfolgt die **Datenverarbeitung.** EPA hat diese Aufgabe abgeben wollen. Nach Verhandlungen mit WHO und GEMS ist inzwischen aber eine Einigung dergestalt erfolgt, daß EPA diese Aufgabe weiterhin wahrnimmt, der Prozeß der Datenaufnahme und -verarbeitung aber gleichzeitig

17) WHO (Hrsg.), Air Monitoring Programme Design for Urban and Industrial Areas, Genf 1977

18) Zur Datenkommunikation und den damit verbundenen Problemen, wie z.B. den z.T. erheblichen Zeitverzögerungen bei der Datenübermittlung durch nationale oder kommunale Behörden, vgl.: WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data Handling Activities, 26 - 29 September 1989, S. 2 ff.

Kosten-effektiver gestaltet wird. ¹⁹⁾ Sowohl die Dienste von WHO als auch von US-EPA werden von UNEP bezahlt. Indes sind die gesamten Verwaltungskosten von GEMS/Air gering.

Bei EPA ist auch die **Datenbank AERIAL** untergebracht, in der alle individuellen Meßstationen aufgeführt sind. Bis jetzt werden dort alle Meßreihen auf diesem Disaggregationsniveau fortgeschrieben. Es wurde von UNEP empfohlen, daß, wo dies möglich ist, die Übermittlung und Speicherung von Rohdaten eingestellt wird und die Benutzung von nationalen Zusammenfassungen von Daten zur Luftverschmutzung angestrebt wird. ²⁰⁾

GEMS-MARC erhält die Daten von EPA. ²¹⁾ Bei **MARC** erfolgt auch die **technische Interpretation** (Assessment). Eine **politische Interpretation** der Daten und Bewertungen im engeren Sinne finden nicht statt. Diese Aufgabe scheint zumindest gegenwärtig noch dem Selbstverständnis des Umweltmeßnetzes und seiner angeschlossenen Organisationen zu widersprechen. ²²⁾

19) Hierzu werden zwei Softwarepakete benutzt: GEMS-DATA für den Datentransfer von Meßstationbetreibern zu EPA und GEMS-ASYST zur Analyse der Daten durch EPA. EPA hat eine Diskette entwickelt, auf der die Betreiber der Meßstationen nur die Felder ausfüllen müssen. Anschließend schicken sie diese Diskette an WHO. Zu ASYST und GEMS/DATA vgl.: WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data Handling Activities, 26 - 29 September 1989, S. 5 f.

20) WHO, UNEP (Hrsg.), GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S. 9. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang im übrigen, daß US-EPA auf der gleichen Datenbank (Name: AERIAL) sowohl GEMS-Air als auch das Hintergrund-Meßnetz BAPMoN, das heute Teil des Global Atmosphere Watch ist, beherbergt. Ansätze zu einer Kooperation und Integration auf der Ebene der Datenverarbeitung sind also durchaus zu realisieren.

21) GEMS/MARC wurde 1975 gegründet und ist in der University of London untergebracht. MARC wird finanziell und organisatorisch von UNEP und WHO unterstützt und hat im wesentlichen vier Funktionen:

- Verarbeitung und Speicherung von Umweltdaten,
- Vorbereitung von Beurteilungen und technischen Interpretationen,
- Organisation von Trainingsprogrammen zur Umweltzustandsbeobachtung in Entwicklungsländern und
- Vorbereitung von Forschungsberichten für ausgewählte Aspekte der Umweltzustandsbeobachtung

Die wichtigsten Sachgebiete dieser Umweltgutachten sind städtische Luftverschmutzung, sowie Schadstoffe in Nahrung und Wasser. Vgl.: United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S.27.

22) Nach seinen Terms of Reference soll sich GEMS/Air mit der Sammlung von Daten und nicht mit ihrer Umsetzung in umweltpolitische Aktionen befassen.

Zwar kann MARC eine Stadtverwaltung oder einen sonstigen Betreiber darauf hinweisen, daß ein Kraftwerk oder eine Raffinerie ein maßgeblicher Luftverschmutzer für ein spezifisches Verdichtungsgebiet ist. Für MARC scheint es aber völlig ausgeschlossen zu sein, Empfehlungen des Inhalts zu geben, eine Raffinerie sei stillzulegen.

Während sich GEMS/Air in seiner ersten Operationsphase strikt auf die Datensammlung beschränkt hat, ist es geplant, die zweite Phase vermehrt auf die Benutzung der Daten durch die städtischen Verwaltungen auszurichten. MARC ermutigt die einzelnen Städte, Air-Quality-Management Pläne einzurichten, die dann durchaus in kommunalen Administrationen zu Entscheidungen über die Stilllegung oder Verlagerung von großen Emissionsquellen führen können.

Einzelne Daten werden von MARC im **Environmental Data Report** (EDR) (nach Vorbereitung gemeinsam mit dem World Resources Institute und dem UK Department for the Environment) veröffentlicht. ²³⁾ Negative Reaktionen seitens der Betreiber sind möglich, wenn ein Standort in einer Serie von Vergleichsmessungen (z.B. im Megacities-report) eindeutig die schlechtesten Werte für Luftverschmutzung aufweist. In einem Präzedenzfall, einer Vergleichsstudie, hatte der betreffende (städtische) Betreiber der Meßstationen die Übermittlung von Umweltdaten eingestellt. Direkte Vergleiche werden deshalb nur noch mit einiger Vorsicht publiziert.

Die **Entscheidungsstrukturen** sind stark **dezentralisiert**. Das GEMS/Air **Program Secretariat**, zusammengesetzt aus Vertretern von WHO, UNEP/MARC und GEMS/PAC kann lediglich Empfehlungen aussprechen, die von einem Gremium von sogenannten Government-Designated Experts, der **Government Program Review**, verabschiedet werden. Diese Empfehlungen können sich z.B. beziehen auf die Auswahl und Ausweitung der zu überwachenden chemischen Substanzen, die Meßverfahren und die wünschenswerten Charakteristika der Meßstationen. Die Im-

23) United Nations Environment Programme (Hrsg.), Environmental Data Report, 3. Ausgabe, Oxford 1991, S. 10 ff.

plementierung obliegt aber grundsätzlich letzten Endes den **Betreibern**, d.h. den Staaten bzw. ihren zuständigen Administrationen oder den untergeordneten Gebietskörperschaften.

Entwicklungsländer nehmen entsprechend ihrem Anteil an der Weltbevölkerung nur unzureichend an diesem Meßprogramm teil. Angesichts des schnellen Wachstums von Verdichtungsräumen, Industrialisierung, Wohngebieten und städtischem Verkehr in Entwicklungsländern erscheint dies als eine ernsthafte Erhebungslücke. Die Tatsache, daß zur Jahrtausendwende ca. 80 % der Bevölkerung in der Dritten Welt wohnen und 90 % des Bevölkerungszuwachses in den nächsten Jahrzehnten in den Entwicklungsländern anfallen und schließlich ungefähr die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten wohnen wird, läßt hier erheblichen Handlungsbedarf erkennen. Deswegen ist es eines der wichtigsten Ziele der beteiligten Internationalen Organisationen, eine möglichst umfassende Teilnahme der großen städtischen Agglomerationen zu erreichen. ²⁴⁾

Die Anschaffung der oft teuren Instrumente zur Luftschadstoffmessung ist in den Entwicklungsländern oft finanziell nicht verkraftbar. ²⁵⁾ Der in den 70er Jahren unternommene Versuch, durch kostenfreies zur Verfügung Stellen von meßtechnischer Hardware die regionale Ausbreitung von GEMS/Air auszudehnen, ist letztlich gescheitert. Da in Ermangelung entsprechender Ressourcen in den Entwicklungsländern nicht einmal die Pflege und Instandsetzung der Meßeinrichtungen gewährleistet war, wurde dieser Versuch, zu einem größeren Kreis von Mitgliedsländern und Meßstationen zu kommen, aus Kostengründen eingestellt.

Bemerkenswert ist die Mitte der 80er Jahre getroffene Entscheidung der EG, daß ihre Mitglieder Daten an die Kommission zu liefern hätten. Die Meßwerte sollten dort in ihrer

24) Vgl.: United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S. 16.

25) Die Kosten einer Station mit einem Minimumprogramm zur Überwachung der städtischen Luftverschmutzung betragen ohne Bauten, Kalibrierung und Betriebskosten ca. (50.000,- DM bis) 100.000,- DM.

Gültigkeit und Datenqualität bewertet (validiert) und an die WHO weitergesandt werden. Einige Mitgliedstaaten weigerten sich aber, die Daten an die Gemeinschaft zu übermitteln. Während sie der EG-Kommission durchaus zugestehen wollten, entsprechende Daten zu sammeln, lehnten sie eine "Schiedsrichterrolle" Brüssels ab. Ein zweiter Grund war rein technischer Art. Die Kommission der EG benutzte für diese Zwecke eine auf Main-Frame-Computern beruhende EDV-Technologie und noch keine Personal Computer. Dies wurde von einigen Mitgliedstaaten bemängelt. Mit der Weigerung dieser Mitgliedsländer, die Daten zu übermitteln, fiel die Datenbasis für Europa auseinander. Die Entscheidung mußte rückgängig gemacht werden.

Wichtig ist auch das **Verhältnis zwischen Mitgliedsländern und ihren untergeordneten Gebietskörperschaften und Verwaltungen**. In einem Fall weigern sich einzelne Provinzen, GEMS-Air-relevante Umweltdaten an die Zentralregierung zu liefern. Sehr wohl sind sie aber bereit, diese Daten für GEMS/Air bereitzustellen. Dabei beschränken sich diese Verwaltungen nicht darauf, die erforderlichen Meßreihen zu übermitteln, sondern geben häufig auch zusätzliche Informationen zur Luftqualität, über die nicht einmal die Zentralregierung verfügt. Diese untergeordneten Gebietskörperschaften und staatlichen bzw. kommunalen Ebenen liefern i.d.R. die besseren Daten und erweisen erweisen sich in vielen Fällen als die kooperativeren Ansprechpartner! UNEP-MARC bemüht sich deshalb konsequent, neben den Zentralregierungen diese Ebene öffentlicher Verwaltungen anzusprechen. Auch wird auf diesem Wege erfolgreich die Aufstellung städtischer "Air-Quality-Management-Pläne" ermutigt.

Mehr als eineinhalb Jahrzehnte nach Gründung von GEMS/Air stellen sich viele seiner Probleme in etwas veränderter Gestalt. Umweltzustandsbeobachtung ist, wie eine befugte Expertengruppe feststellt, "like shooting on a moving target". Was zu Beginn der Luftschadstoffkontrolle ein wichtiger Luftschadstoff ist, kann nach einem längeren Zeitraum

relativ bedeutungslos sein. Daher die **Notwendigkeit, ein Luftschadstoffmeßprogramm periodisch zu überprüfen**. Diese Überprüfung erfolgte für GEMS/Air zu Ende der 80er und zu Beginn der 90er Jahre. Das Ziel war, **neue Prioritäten für das nächste Jahrzehnt der Tätigkeit von GEMS/Air** und auch für seine Kooperation mit anderen Meßnetzen festzulegen.²⁶⁾ In einem **gemeinsamen Bericht von WHO und UNEP** mit dem Titel "GEMS/Air The Next Decade 1992 - 2001" wurden der veränderte strategische Rahmen und die wichtigsten Tätigkeitsbereiche für GEMS/Air in dem letzten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts zusammengestellt.²⁷⁾

Die folgenden zukünftigen Tätigkeitsfelder werden in dem WHO/UNEP-Bericht als zentral für das GEMS/Air-Programm hervorgehoben:

- **Betrieb des Netzwerks:** Revitalisierung, Ausdehnung und Betrieb des GEMS/Air-Netzwerks; Dies bedeutet zunächst, daß die Zahl der am GEMS/Air Netz teilnehmenden Städte zu vergrößern ist. Außerdem sollen zusätzliche Luftschadstoffe überprüft werden. Das Monitoring-Programm solle erweitert werden um weitere wichtige Luftschadstoffe, z.B. wie NO₂, CO, Pb, O₃, PAH, und PM₁₀ sollten besser berücksichtigt werden.

Die Arbeitsgruppe empfahl außerdem, daß das Arbeitsprogramm von GEMS/Air künftig die Berechnung von Emissionsinventaren und die Entwicklung geeigneter Modelle zum Transport, zur atmosphärischen Verteilung, zur Deposition und ökologischen Wirkung von Luftschadstoffen umfassen soll.²⁸⁾ Damit solle eine kosteneffiziente Strategie zur Reduzierung von Emis-

26) United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S. 15.

27) WHO, UNEP (Hrsg.), GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S. 19 ff.

28) Diese Modellierungsaktivitäten beziehen sich z. B. auf die Ausbreitung, die deposition und die Wirkung von Luftschadstoffen. Zu der Bedeutung von Dispersionsmodellen vhl.: Comes, Stefan, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, Schriftenreihe "Berichte des Forschungszentrums Jülich", Nr. 2641, Jülich 1992, S. 74 ff und S.86.

sionen erleichtert werden. Wo möglich, sollten Daten aus anderen Quellen verwendet werden, um GEMS/Air-Daten zu vervollständigen.

- **Methoden der Schadstoffmessung:** Angemessenen Methoden der Luftschadstoffmessung sind zur Verfügung zu stellen;
- **Bewertungen:** Auf nationalem, regionalem und globalem Niveau sind Bewertungen der Luftqualität, der Trends und potentiellen Wirkungen vorzunehmen; Diese Bewertungen sind nach Ansicht der WHO/UNEP-Arbeitsgruppe das wichtigste Ergebnis des GEMS/Air Programms. Zukünftige Arbeiten auf diesem Gebiet sollen versuchen, Daten zur Luftqualität und ähnlichem mehr in Verbindung mit möglichen Gesundheits- und Umweltrisiken zu interpretieren.
- **Technische Unterstützung:** Für den Betrieb des Monitoring-Netzwerks und für Maßnahmen zur Bekämpfung der Luftverschmutzung sollen Unterstützung durch Experten und Ausbildung von heimischen Fachkräften angeboten werden;
- **Sonderstudien:** In Zusammenarbeit mit den Städten, in denen Meßstationen arbeiten, sollen Sonderstudien unternommen werden, die alle oben genannten Elemente integrieren. ²⁹⁾

In diesem Zusammenhang ist die Bewertung von Interesse, die eine Gruppe von **Government-Designated Experts** zu den Ergebnissen dieser WHO/UNEP-Arbeitsgruppe formulierte. Die Aufnahme weiterer Stoffe, wie z.B. NO_x, CO, O₃ und Pb, in das Monitoring-Programm wird angeregt. Jedoch scheint nach Auf-

²⁹⁾ WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S. 21 ff.

fassung dieser Arbeitsgruppe die Präferenz bei der räumlichen Ausweitung des GEMS/Air-Netzes zu liegen.³⁰⁾

II.1.2 Ausbaufähigkeit von GEMS/Air als Instrument der Verifikation

In seiner gegenwärtigen Gestalt kann das GEMS/Air-Umweltbeobachtungsnetz kaum als Instrument "prêt-à-porter" der Verifikation gelten. Vorliegend wird aber die These vertreten, daß einige organisatorische, inhaltliche und programmatische Elemente für den Aufbau eines Klimaverifikationsystems verwendet werden können. Um dieses zu belegen, sollen verschiedene Eignungskriterien gerüft werden.³¹⁾

Eines der wichtigen **Probleme** bei der Verwendung von GEMS/Air-Meßstationen und -Ergebnissen für die Klimaverifikation ist zunächst der krasse **Mangel in der regionalen Präsenz**. Die Ausdehnung des gegenwärtigen Meßnetzes um weitere Stationen ist deshalb völlig zu Recht eine der höchsten Prioritäten von UNEP und WHO. Es wird allerdings eine schwierige Aufgabe sein, neue Länder, neue Regionen und Kommunen, die noch keine routinemäßige Überwachung der Luftverschmutzung vornehmen, für die Teilnahme am GEMS/Air-Meßnetz zu gewinnen. Dies ist vor allem in Afrika nötig, aber auch in einigen Regionen Asiens und Lateinamerikas. Hier muß GEMS/Air bei der Einrichtung neuer Meßstationen behilflich sein und technische Unterstützung bei der Arbeit, bei der Kontrolle der Datenqualität sowie bei der Datenanalyse gewähren, um über die **zunehmende Dichte des GEMS/Air-Netzes** zu besseren Informationen über Luftschadstoffe zu gelangen. In den westlichen Industrieländern ist unter Einbeziehung der Luftmeßnetze von Ländern und Ländergruppen (EG) teilweise jetzt schon eine erhebliche Dichte der Meßnetze erreicht.

30) Vgl.: WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS - Urban Air Pollution Monitoring - Report of a Meeting of UNEP/WHO Government-Designated Experts, Geneva, 5 - 8 November 1991, S. 2 ff.

31) Vgl. zu einigen dieser Kriterien: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, Schriftenreihe "Berichte des Forschungszentrums Jülich", Nr. 2641, Jülich 1992, S. 83 ff.

Aus der Sicht der WHO ist es nicht in jedem Falle sinnvoll, ohne Rücksicht auf die besonderen geographischen etc. Besonderheiten neue Meßstationen in das Monitoring-Network aufzunehmen. Die Präferenz der WHO liegt darin, neue Arten und Kategorien von Problemen der städtischen Luftverschmutzung aufzudecken. Die Aufnahme neuer Meßstationen dürfte also nach diesen Kriterien verlaufen und auf solche Standorte verzichten, deren Luftverschmutzungsprobleme durch andere Stationen ausreichend repräsentiert werden. Im Sinne einer Verifikation von Verpflichtungen unter einer Klimarahmenkonvention und ihren Protokollen wäre hingegen die größtmögliche Zahl von Stationen wünschenswert.³²⁾

Des weiteren ist die gegenwärtig vorherrschende Ausrichtung der Meßstationen auf die Luftschadstoffe SPM und SO₂ nicht deckungsgleich mit dem Verifikationsbedarf in einer Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas. Denn die **wichtigsten Treibhausgase werden in GEMS/Air nicht berücksichtigt**. Viele Luftschadstoffe, darunter vornehmlich auch die wichtigen Treibhausgase, zählen nicht zum standardmäßig betriebenen Meßprogramm von GEMS/Air. Zwar ist eine Ausdehnung u.a. auf die die Ozonschicht schädigenden Stoffe und auf Treibhausgase mehrmals empfohlen worden. Indes scheint die Priorität bei GEMS/Air auf der Ausdehnung der Meßaktivitäten auf NO_x, CO, O₃ etc. zu liegen.³³⁾ Denn die WHO sieht die Aufgabe von GEMS/Air schwerpunktmäßig bei der Überwachung von städtischen Luftverschmutzungsproblemen. Giftige Luftinhaltsstoffe, Treibhausgase und ozonschichtschädigende Stoffe wurden nicht in die höchste Prioritätsstufe eingeordnet. Die Tatsache, daß Treibhausgase in Erwägung gezogen werden, ist vermutlich auf die Präferenzen von UNEP zurückzuführen.

32) Dies setzt allerdings voraus, daß die Verifikationsdichte im Vergleich mit dem gegenwärtigen Meßnetz grob unzureichend ist. Zum Gesichtspunkt der Repräsentativität von Meßstationen vgl.: WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data Handling Activities, 26 - 29 September 1989, S. 8.

33) Vgl.: WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS - Urban Air Pollution Monitoring - Report of a Meeting of UNEP/WHO Government-Designated Experts, Geneva, 5 - 8 November 1991, S. 2 ff.

Große Probleme scheinen auch bei der Nichtvereinbarkeit der **Meßkonzepte** zu liegen. Meßkonzepte, die in der Luftreinhaltung angewandt werden, sind cum grano salis für die Verifikation von Klimapolitik unbrauchbar. Die Verifikation beruht auf der Ermittlung von Emissionsmengen beim Emittenten. Urban-Air-Pollution-Überwachung beruht auf der Messung von Schadstoffkonzentrationen in der Luft. Weiter unten wird zu untersuchen sein, inwieweit Konzentrationen aber z.B. in Proxyvariablen für schwer zu verifizierende Volumen- oder Flächenquellenemissionen umgewandelt werden können.

Ein weiteres Eignungskriterium ist die **Verfügbarkeit geeigneter EDV-Modelle** zur Verarbeitung von Primärdaten. Diese EDV-Modelle zu **atmosphärischem Transport, Dispersion und Deposition** sind ein unerläßlicher Zwischenschritt, um von Informationen über Schadstoffkonzentrationen in der Luft auf Emissionsmengen zurückschließen zu können. So könnten Ergebnisse der Umweltzustandsbeobachtung für die Klimaverifikation verfügbar gemacht werden. Einige dieser Modelle, die gewöhnlich mit GIS-Modellen (Geographical Information Systems) verbunden werden, sind relativ einfach, andere sehr kompliziert. Selbst die einfacheren Modelle stellen aber schon wertvolle Bereicherungen der Meßnetzdaten dar und sind wertvolle Instrumente bei der Einschätzung der Wirkungen städtischer Luftverschmutzung und bei der Konzipierung von Strategien der Luftreinhaltung. ³⁴⁾

In diesem Zusammenhang ist gleichfalls die bereits empfohlene Anlegung von **Emissionsinventaren** von Interesse. In Verbindung mit Luftmeßnetzen, atmosphärischen Transportmodellen und Emissionsfaktoren könnten sie erheblich zur Verifikation klimapolitischer Pflichten beitragen.

Die Bedingungen dazu sind allerdings gegenwärtig nicht verwirklicht. Die WHO will sich zunächst mit dem zufriedenge-

34) WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S.16

ben, was die einzelnen Mitgliedsländer, Städte etc. von sich aus an Informationen anbieten, ohne einen Mindestberichtskatalog vorzuschreiben. ³⁵⁾ Erste Ansätze zu solchen Inventaren stammen im übrigen schon aus dem Jahre 1986, als WHO in einer Umfrage bei den Teilnehmern des Meßnetzesum Auskunft zu den gesamten jährlichen Emissionen von SO_x, NO_x, CO, PB und SPM bat. ³⁶⁾

Für eine effiziente Luftreinhaltungspolitik sollten Emissionsinventare, atmosphärische Transportmodelle und GEMS/Air-Daten mit Background-Verschmutzungsdaten gekoppelt werden. Background- oder "Upwind"-Daten sind für die Unterscheidung von Bedeutung, welche Teile der städtischen Luftschadstoffe lokal verursacht sind und welche Teile von natürlichen Quellen stammen oder von anthropogenen Quellen (upwind) importiert worden sind. Gegeben eine Festsetzung, wie hoch die Immissionen oder die Gesamtlast in der Luft sein dürfen, ergibt sich daraus, um wieviel lokal verursachte Emissionen reduziert werden müssen.

Die Überwachung der Emissionen von Luftschadstoffen in Verbindung mit Emissionsinventaren kann sich förderlich auswirken auf die Durchsetzung von Air-Quality-Management-Plänen, die Emissionsquellen-bezogene Reduzierungsmaßnahmen beabsichtigen. ³⁷⁾ Effektive Air-Quality-Management Pläne setzen Emissionsinventare oder gleichwertige Datensätze voraus. ³⁸⁾

Von großer Bedeutung ist die **Harmonisierung von Meßtechniken** für die Vergleichbarkeit und Aussagefähigkeit der Meßergebnisse aus verschiedenen Meßstationen. Diese Harmo-

35) Die vereinbarte räumliche Auflösung eines Meßnetzes zur Beobachtung der Luft macht wenig Sinn, wenn der Schutzzweck sich mehr auf die menschliche Gesundheit und damit mehr auf personenbezogene Daten richtet.

36) Vgl.: WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data Handling Activities, 26 - 29 September 1989, Anhang II, S. 40 ff

37) WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S.17

38) Vgl.: Cupelin, F. und O. Zali, Case Study of Motor Vehicle Pollution and its Control in Geneva, in: Mage, David T. und Olivier Zali (Hrsg.), Motor Vehicle Air Pollution - Public Health Impact and Control Measures, Genf 1992, S. 198.

nisierungstätigkeit wird bereits heute von WHO, GEMS/MARC, GEMS/PAC und UNEP-HEM in Kooperation und mit Nachdruck betrieben, so daß hier kein Hindernis gegen eine eventuelle Integration von GEMS/Air Netz und GEMS/Air-Ergebnissen in ein klimapolitisches Verifizierungsinstrument besteht. ³⁹⁾

Eine der großen Stärken des GEMS/Air Systems sind die Wege des **Daten- und Informationsflusses**. Daten zur Luftschadstoffkonzentration werden in vielen Fällen direkt von den Städten selbst bezogen, die häufig auch kooperationswilliger sind als manche Zentralregierungen. Hier profitiert ein Meßsystem zur Beobachtung der Luft von der Tatsache, daß die Teilnehmerstaaten Luftreinhaltung als rein nationales Gut ansehen. Mit Blick auf eine mögliche, zukünftige Rolle in einem Verifikationssystem ist deshalb die Empfehlung, daß in Zukunft die Übermittlung und Speicherung von Rohdaten eingestellt werde und nur noch nationale Zusammenfassungen von Luftverschmutzungs- und Emissionsdaten zu benutzen seien, mit Bedenken zu sehen. Hier ist die Möglichkeit gegeben, daß keine stationsspezifischen Daten mehr abrufbar sind und keine emissionsrelevanten Erkenntnisse mehr abgeleitet werden können, sehr hoch. Es erscheint aus Sicht der Verifikation wünschenswert, die Kooperation mit Kommunen und Regionen fortzuführen! ⁴⁰⁾

Die Ablösung des gegenwärtig praktizierten **Data-Handling** und die empfohlene Datenarchivierung und Datenanalyse durch die Staaten selbst ist auch durch Kostengesichtspunkte motiviert, die sich vermutlich auf lange Sicht durchsetzen werden. Ein weniger kostenträchtiges System der Beobachtung der Luftqualität dürfte vermutlich auch die Aufgabe erleichtern, neue Städte und Staaten für die Teilnahme zu gewinnen. Die jährlichen Zusammenfassungen der Berichte in einem Standardformat sollten dann aber zumindest den Zugriff auf stationsspezifische Daten ermöglichen.

39) Vgl.: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation ..., a.a.O., S. 85 f.

40) Vgl.: WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data handling Activities, 26 - 29 September 1989, a.a.O., S. 6

Große Bedeutung soll der koordinierten **Zusammenarbeit mit anderen internationalen Meßprogrammen** beigemessen werden. Der Mangel an Ressourcen macht Aufgabenteilung und Zusammenarbeit zu Grundlage zukünftiger Arbeit. Vorgeschlagen wurde von einem GEMS/Air-Expertengremium z.B. die verstärkte Zusammenarbeit u.a. mit WMO, UNDP, World Bank, UNECE. ⁴¹⁾ Von Interesse wird natürlich sein, ob durch die komplizierte Kooperation und Kompetenzenverteilung zwischen den beteiligten Internationalen Institutionen und nationalen Organisation (EPA!) die Wahrscheinlichkeit ineffizienter Arbeit und von Turf Wars erheblich zunimmt.

Sinnvoll ist diese Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen mit Umweltbeobachtung befassten Internationalen Organisationen im Zusammenhang mit einer absehbaren Entwicklung zum **Integrierten Monitoring**. Integriertes Monitoring steht für die Sammlung verschiedener Umwelt-Daten aus unterschiedlichen Umweltmedien an der gleichen Meßstation. Diese Idee ist nicht neu. Die Integration der Verarbeitung und Interpretation dieser Daten mit dem Ziel, ihre Interdependenz zu erforschen, ist aber erheblich seltener und komplizierter. ⁴²⁾

II.1.3 **Schlußfolgerungen**

Die folgenden Punkte von GEMS/Air sind verwendbar für ein System der Verifikation von vertraglichen Verpflichtungen in der UN-Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas und in ihren zukünftigen Protokollen:

- Die Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den verantwortlichen Internationalen Organisationen und den teilweise regionalen und kommunalen Betreibern der Meßstationen.

41) WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991, S.23

42) United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990, S. 32

- Die Emissionsinventare, soweit sie auch Treibhausgase oder treibhausgasrelevante Sachverhalte festhalten.
- Die Computermodelle zur räumlichen Verteilung, zur Deposition und zur ökologischen Wirkung von Luftverschmutzung, soweit sie auch Treibhausgase oder treibhausgasrelevante Sachverhalte zum Gegenstand haben.

II.2 Global Atmosphere Watch (GAW)

Untersuchungen der Atmosphäre haben ergeben, daß ihre Zusammensetzung langfristigen Änderungen unterworfen ist. Seit der industriellen Revolution werden zunehmende anthropogene Emissionen und ein stetiger Aufbau von Spurengasen in der Atmosphäre beobachtet, die zu einer Veränderung des Strahlenhaushalts der Erde, zu einer Schädigung der schützenden Ozonschicht in der Stratosphäre und zu grenzüberschreitenden Umweltschäden wie saurem Regen und Waldsterben etc. führen.

Im Rahmen der Vereinten Nationen integriert der Global Atmosphere Watch (künftig: GAW) der WMO Forschungs- und Beobachtungsaktivitäten, die sich auf diese Phänomene richten. GAW ist ein Rahmen für die Planung, Gestaltung, Koordinierung und Bewertung von Atmosphäre-bezogenen Umweltbeobachtungsnetzen. Hierbei ist GAW, genau wie GEMS/Air, auch Bestandteil des Global Environmental Monitoring System (GEMS), von dem es nach dem Schutzauftrag, nicht jedoch nach den abgedeckten atmosphärischen Inhaltsstoffen recht gut abgegrenzt ist.⁴³⁾ Diese nicht ganz trennscharfe Abgrenzung ist zurückzuführen auf die ambivalente Rolle einiger Luftschadstoffe und nicht etwa auf administrative Funktionsverdoppelung.

43) Auffällig ist allerdings, daß nach der jüngsten Zusammenstellung von UNEP GAW nicht mehr als Bestandteil von GEMS aufgeführt wird: UNEP - Steering Committee for Conservation and Management of the Environment and Natural Habitats, UNEP's Programme of Collaboration in Europe, ohne Ort 1992, S. 3 f.

II.2.1 GAW - Background Air Pollution Monitoring Network

Der Global Atmosphere Watch wurde 1989 als Teil von WMO gegründet und integriert als Dachprogramm die bis dahin innerhalb der WMO organisatorisch getrennt arbeitenden Umweltbeobachtungsnetze für die Hintergrundluftverschmutzung (Background Air Pollution Monitoring Network, künftig: BAPMoN) und für Ozon (Global Ozone Observation System, künftig: GO₃OS). ⁴⁴⁾ Indirekt werden auch einige andere Meßprogramme innerhalb und außerhalb des Rahmens der UN koordiniert.

Zweck und langfristiges **Ziel von GAW** ist es, Daten und andere Informationen zur chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und zu den damit verbundenen physischen Eigenschaften zusammenzustellen, um das Verhalten der Erdatmosphäre und ihre Interaktion mit Ozeanen und Biosphäre zu verstehen. Die Ergebnisse des GAW-Umweltbeobachtungsnetzes sollen insbesondere folgende Zusammenhänge zu klären helfen:

- Zusammenhänge zwischen meteorologischen und chemischen Phänomenen in der Atmosphäre,
- Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, ihren physischen Charakteristika und Veränderungen von globalen und regionalen Klimata,
- weiträumige atmosphärische Transporte, Umwandlung und Deposition von potentiell gefährlichen Substanzen, natürliche Zyklen chemischer Elemente (wie z.B. der Kohlenstoffzyklus) und menschliche Einflüsse darauf.

Die Datensammlung wird langfristig betrieben, um die Erstellung von langfristigen Trends zu ermöglichen. Folgende

⁴⁴⁾ Allgemeine Informationen sind enthalten in: WMO (Hrsg.), The Global Atmosphere Watch, Fact Sheet No. 3, ohne Jahr, ohne Ort; WMO (HRSg.), Resolution 5.1/1 (EC-XLIV) - Technical Regulations of the World Meteorological Organization, Ohne Jahr, ohne Ort; Fritz, Jan-Stefan, A Survey of Environmental Monitoring and Information Management Programmes of International Organisations, a.a.O., Tz. 114 bis 116.

Sachverhalte werden bei den **Meßaktivitäten** von GAW berücksichtigt:

- Treibhausgase: CO₂, FCKW, CH₄, N₂O, O₃;
- Ozon: troposphärisch und stratosphärisch, vertikales Profil, Gase, die für die Entstehung von troposphärischem Ozon verantwortlich sind;
- diverse Strahlungsparameter und Transparenz der Erdatmosphäre, Aerosole ⁴⁵⁾, diverse Windparameter;
- Wasserdampf,
- chemische Zusammensetzung der Niederschläge;
- reaktive Gase wie SO₂, NO_x, CO;
- Aerosole (insgesamt sowie Teilgrößen);
- Radionukleide wie z.B. Krypton, Radon etc. ⁴⁶⁾

Das BAPMoN-Netz wurde seit der Mitte der 60er Jahre geplant und 1968 gegründet. Hauptziel war damals, Informationen über die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre zu erhalten. Das **BAPMoN** verfügt (Frühjahr 1991) über insgesamt **196 Meßstationen**, die jedoch nach Aufgabenstellung, nach Anzahl und Zusammensetzung der gemessenen Atmosphärenparametern durchaus unterschiedlich sind. ⁴⁷⁾ Die Bemühungen um systematische Erkenntnisse über den Ozongehalt in der Atmosphäre stammen aus den 50er Jahren. Seither wurde in Zusammenarbeit mit anderen Internationalen Organisationen und mit

45) Vgl. hierzu im einzelnen: WMO (Hrsg.) Report of the WMO Meeting of Experts to Consider the Aerosol Component of GAW in Boulder (Col.) 16 - 19 December 1991, Schriftenreihe Global Atmosphere Watch No. 79, WMO/TD-No. 485, ohne Ort, ohne Jahr.

46) Dieser Katalog von Meßparametern ist für Basisstationen und regionale Stationen etwas unterschiedlich. Vgl. zu den Einzelheiten: WMO (Hrsg.), Resolution 5.1/1 (EC-XLIV) - Technical Regulations of the World Meteorological Organization, Ohne Jahr, ohne Ort, S. 10 f.

47) Die genaue Zahl der Meßstationen wird alle zwei Jahre erhoben. Die letzte Erhebung und ihre Ergebnisse wurden veröffentlicht in: WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, Schriftenreihe "Global Atmosphere Watch No. 66, ohne Ort und Jahr, S. 2. Insgesamt arbeiten nach diesem Bericht 337 Stationen für GAW, die überwiegende Zahl davon in Europa, Nordamerika und in der Antarktis.

etwa 60 Mitgliedsländern das **Global Ozone Observation System** (künftig: GO₃OS) geschaffen, daß am Ende der 80er Jahre über etwa **140 Beobachtungsstationen** verfügt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten **Meßparameter** und ihre Häufigkeit im BAPMoN-Meßnetz:

Tabelle

Meßparameter und Anzahl der Stationen, die diese aufnehmen.

Niederschlagsinhaltsstoffe	160
Diverse Windparameter	95
Suspende Particulate Matter	80
CO ₂	38
Troposphärisches Ozon	26
CH ₄	9
Diverse FCKW	5

Quelle: Fritz, Jan-Stefan, A Survey of Environmental Monitoring and Information Management Programmes of International Organisations, 2. Ausgabe, Neuherberg bei München 1991, S. Tz. 115

Bei der Ozonmessung werden zum einen bodengestützte Instrumente und **Verfahren** verwendet wie z.B. Spektrophotometer, Sonden, Laser, Mikrowellen aber auch Instrumente der Erdfernerkundung. ⁴⁸⁾

Innerhalb des **BAPMoN**-Systems werden grundsätzlich **zwei Kategorien von Meßstationen** unterschieden. **Basisstationen** oder globale Meßstationen (baseline measurements) sind an Standorten untergebracht, die vollkommen frei sind von Einflüssen lokaler Luftverschmutzung und die 60% der Zeit frei sind von regionalen Luftverschmutzungsphänomenen. Ihr Beobachtungsauftrag richtet sich also auf die Basislinie der atmosphärischen Luftverschmutzung, auf die sog. Hintergrundverschmutzung. Sie sollen als Referenzstationen für

⁴⁸⁾ Ausdrücklich weist der Executive Council der WMO auf den Wert von Vergleichen zwischen bodengestützten Messungen und Erdfernerkundungsmessungen an gleichen Standorten hin. WMO (Hrsg.), Resolution 5.1/1 (EC-XLIV) - Technical Regulations of the World Meteorological Organization, Ohne Jahr, ohne Ort, S. 12.

die regionalen Meßnetze dienen. Diese Stationen sind ausschließlich an Standorten untergebracht, die sehr weit von verdichteten menschlichen Siedlungsgebieten liegen, wie z.B. Mauna Loa (Hawai), Cape Grim (Tasmania) etc. Die Insel Helgoland würde beispielsweise den Anforderungen, die an eine Basisstation zu stellen sind, nicht genügen. Nach dem Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations zum 31. Dezember 1990 sind zu diesem Stichtag nur 5 globale Stationen in Betrieb.⁴⁹⁾ Sie decken i.d.R. einen sehr umfangreichen Katalog von Meßaufgaben und -parametern ab.

Regionale Meßstationen sind in dünn besiedelten ländlichen Gebieten stationiert, die möglichst das ganze Jahr frei sind von lokalen Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen. Sie sollten so weit wie möglich und praktikabel von Verdichtungsgebieten entfernt sein.⁵⁰⁾ In der Bundesrepublik Deutschland gehört hierzu u.a. die Meßstation auf dem Hohenpeissenberg. Ihre Blickrichtung sind neben Phänomenen globaler Luftverschmutzung auch solche von eher regionaler Bedeutung, darunter auch weiträumig grenzüberschreitende Phänomene, wie z.B. saurer Regen, troposphärisches Ozon, Luftverschmutzung in ländlichen Gebieten. Ihr Meßprogramm ist in der Regel kleiner und es ist flexibel an globalen, den jeweiligen regionalen und auch nationalen Bedürfnissen ausgerichtet.⁵¹⁾ Es steht den Mitgliedern frei, zusätzlich zu globalen Stationen (Basisstationen) und re-

49) WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, a.a.O., S. 1.

50) "Standorte für GAW-Regionalstationen sollten in solcher Weise ausgewählt werden, daß die an diesem Ort gesammelten Beobachtungen repräsentativ für einen signifikanten Teil der Region sind und nicht übermäßig von nahegelegenen Verschmutzungsquellen wie z.B. Straßen, Verbrennungseinrichtungen, industriellen und landwirtschaftlichen Aktivitäten usw. geprägt werden. Darüber hinaus sollten solche Orte vermieden werden, wo bedeutsame Veränderungen der Flächennutzung vorherzusehen sind." WMO (Hrsg.), Pre-requisites for the successful Establishment and Operation of a Regional Station under the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) (June, 1992 update), ohne Ort, 1992, S.1. Diese Vorstellungen der WMO werden allerdings nicht in jedem Falle realisiert. Denn einige der regionalen Meßstationen befinden sich der offiziellen Liste der Standorte zufolge in der Nähe von Großstädten wie Kairo oder Bombay. Siehe dazu: WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, a.a.O., S. 5 ff.

51) Zusätzlich sollten diese Stationen an dem gleichen Standort oder in maximal 50 bis 70 km Abstand von einer "synoptischen Station für die Beobachtung der oberen Atmosphärenschichten" untergebracht sein.

gionalen Stationen zusätzliche Meßeinrichtungen für nationale Umweltbeobachtungsaufgaben einzurichten.

Die Meßergebnisse der einzelnen Stationen werden den zuständigen Datenbanken (s.u.) auf einem Formular oder auf einer entsprechend formatierten Diskette zugesandt. Die **Datenkommunikation** über vorformatierte Disketten wird nach und nach eingeführt. Die Datenverarbeitungszentren verarbeiten diese Daten, archivieren und publizieren sie. Die Weiterverarbeitung in Datenübersichten und wissenschaftlichen Arbeiten erfolgt in der Regel außerhalb der WMO. Die WMO selbst erhält in der Regel keine Kopie der Datenträger (Formular oder Diskette) einer Station.

In dem Output der Datenzentren sind die einzelnen Meßstationen wiederauffindbar. Die Mitgliedsländer werden gebeten, einen Überblick über die Meßdaten und zugehörige relevante Informationen im Lande aufzubewahren. Außerdem sollen sie diese Daten ohne unnötige Verzögerungen an die zuständigen WMO-Datenzentren senden. Wie bei GEMS/Air gibt es Probleme wegen der z.T. erheblichen Zeitverzögerungen bei der Meßdatenübermittlung

Für GAW arbeiten z.Zt. vier **Datenverarbeitungs- und Datenarchivierungszentren**.

Kanada stellt so sein **World Ozone Data Center** (WODC) in Downsview (Ontario) für troposphärisches und stratosphärisches Ozon zur Verfügung. Die Arbeitsweise des kanadischen Zentrums (WOCD) verläuft wie folgt. Alle zwei Wochen schicken die individuellen Stationen ihre Meßergebnisse direkt an das WOCD. Postausgang bei den Meßstationen sowie Eingang bei den Datenzentren werden der WMO avisiert, die auf diese Art und Weise die Kontrolle über den Vorgang behält, ohne direkt in den Kommunikationsprozess einzugreifen. Daten des World Ozone Data Centre in Kanada werden zweimonatlich veröffentlicht. Die wissenschaftlichen Ergebnisse, die auf den Ergebnissen des WODC beruhend von WODC und NASA erarbeitet werden, werden in unregelmäßigen Ab-

ständen (1981, 1985, 1988, 1989) veröffentlicht. Hierin äußert sich ein Grundprinzip der WMO-Arbeit: Sie wird rein auf technischer Ebene und im wesentlichen zwischen den nationalen Dienststellen erledigt.

Das zweite Datenverarbeitungs- und Datenarchivierungszentrum, das sich mit allgemeinen meteorologischen Daten befasst, befindet sich im **NCDC** in Ashville (North Carolina) USA. Das NOAA National Climatic Data Centre mißt diverse Wind- und Temperaturparameter. Das dritte Zentrum befindet sich im **WMO Collaborating Center** in EPA, Resarch Triangle Park, North Carolina, USA. In den USA werden im US-EPA Environmental Monitoring Laboratory Daten für Niederschlagsinhaltsstoffe, sauren Regen und SPM verarbeitet und gespeichert. Das Aufgabengebiet des WMO Collaborating Center on Background Air Pollution Data sind Niederschlagsinhaltsstoffe und Aerosole. Die Daten werden in diesem Falle nicht direkt an das WMO Collaborating Center gesandt, sondern indirekt über das Ashville Center.

Das vierte Zentrum ist das **World Data Center on Greenhouse Gases**. in Japan, das seit dem 1. Oktober 1990 arbeitet. Seine Tätigkeit soll im folgenden etwas genauer beschrieben werden. ⁵²⁾ Hauptaufgabe des WDCGG ist die systematische Sammlung, Verarbeitung und Veröffentlichung von Daten über die Konzentration von Treibhausgasen in der Erdatmosphäre. Die Aktivitäten des WDCGG lassen sich im einzelnen wie folgt aufgliedern:

- Sammlung der Konzentrationen von Treibhausgasdaten von den verschiedenen Meßstationen. Dies schließt stündliche, tägliche, monatliche und ad hoc Beobachtungen und Meßergebnisse ein;
- Datenbankverwaltung;
- Verarbeitung und Analyse der gesammelten Daten;

52) Informationen hierzu befinden sich in: Japan Meteorological Agency, World Meteorological Organization (Hrsg.), Data Reporting Manual of the WMO World Data Centre for Greenhouse Gases (WDCGG), ohne Ort, 1991.

- Veröffentlichung der gesammelten Daten und erarbeiteten Analysen;
- Informationsaustausch mit den Meßstationen;

Die Veröffentlichungen umfassen im einzelnen:

- | | |
|--------------------------|----------------|
| - Datenberichte | alle 6 Monate, |
| - Datenzusammenfassungen | alle 6 Monate, |
| - Datenkataloge | alle 2 Jahre. |

Die Datenberichte schließen ein Tagesmittel, Monatsmittel, Standardabweichungen sowie Klassifizierungen in vorläufige, korrigierte und endgültige Angaben. Die Datenzusammenfassungen beschreiben Analyseergebnisse wie z.B. Weltdurchschnitte und ihre Trends. Die Datenkataloge liefern Informationen zu einzelnen Meßstationen, Datenindizes etc.

Die Absicht der WMO ist, daß diese Datenbasen erstellt werden und in wissenschaftlichen Bewertungen und Arbeiten verwendet werden und zur **Veröffentlichung** gelangen. Um die **Qualität des Datenmaterials** zu gewährleisten, werden die Meßtechniken harmonisiert bzw. verglichen. Einige Meßgeräte, wie z.B. solche für CO₂ und O₃, unterliegen periodisch der **Interkalibrierung**. Diese Interkalibrierung soll auf andere Parameter wie Niederschlagsinhaltsstoffe ausgedehnt werden.

Maßnahmen zur Förderung der Datenqualität dienen nach Aussage von WMO dem Ziel, Fehler und Irrtümer zu vermeiden sowie eine qualitativ möglichst hochstehende Datenbasis zu erstellen, die von Wissenschaftlern optimal genutzt werden kann.

Um eine hohe und gleichmäßige Qualität der Meßdaten zu gewährleisten und zu verbessern, sollten die Mitgliedsländer eine jährliche **Inspektion der Stationen** mit qualifiziertem wissenschaftlichem Personal vornehmen. Die Zuständigkeit für die Überwachung der Stationen soll bei den Mitgliedsländern liegen. Die bei diesen Inspektionen bzw. Überwa-

chungsverfahren angewandten Methoden werden allerdings festgelegt von der "Commission for Atmospheric Sciences" (künftig: CAS) nach Konsultation mit den Mitgliedsländern. Zum Aufgabengebiet von GAW gehört außerdem das **Training** von leitendem, wissenschaftlichem und Betriebspersonal.

Entscheidungsstrukturen: Die Meßstationen werden von den Mitgliedern betrieben, die letztendlich auch für die Implementierung von neuen Meßapparaten oder neuen Meßparametern zuständig sind. Das Experten-Panel des Executive Council richtet Empfehlungen an die "Commission for Atmospheric Sciences" (künftig: EC/CAS-WG) und an den Executive Council. Planung, Umsetzung und Koordination von GAW werden realisiert durch Empfehlungen der Commission for Atmospheric Sciences (CAS), wenn nötig in Beratung mit den Mitgliedern, regionalen Vereinigungen, anderen technischen Kommisssonen und anderen Organisationen. Die CAS/WG berät dazu und gibt entsprechend eine Empfehlung ab an den Executive Council und an den Kongress der WMO, das höchste Entscheidungsorgan der WMO. Sobald Executive Council und WMO-Kongress zugestimmt haben, wird die Entscheidung den Mitgliedstaaten mitgeteilt. Wenn die Mitgliedstaaten zugestimmt haben, muß die Entscheidung von ihnen auch durchgeführt werden.

Die WMO kann also nur Empfehlungen aussprechen. Diese Empfehlungen werden diskutiert, von den offiziellen Beschlußorganen der WMO verabschiedet und dann den Mitgliedern mitgeteilt. Politischer Druck von den einzelnen Mitgliedstaaten ist bisher nicht ausgeübt worden. Dies erscheint unwahrscheinlich, da die Daten ausschließlich von diesen Staaten selbst kommen.

Die **Finanzierung** aller Aktivitäten, die mit der Umsetzung von GAW auf dem Territorium individueller Staaten zusammenhängen, sollte möglichst aus nationalen Haushalten erfolgen. Dies gilt auch für die Aktivitäten in Entwicklungsländern. Angesichts der in den Entwicklungsländern begrenzten wirtschaftlichen Ressourcen sollte dort, wo nötig und erbeten, eine Unterstützung durch die WMO, andere Internatio-

nale Organisationen oder andere finanzstarke Mitgliedstaaten erfolgen. Desgleichen sollten Aktivitäten des GAW außerhalb nationaler Hoheitsgebiete sich zunächst auf freiwillige nationale Beiträge stützen. Wenn erforderlich, sollte es aber auch möglich sein, das Voluntary Co-operation Programme (VCP) der WMO hierzu heranzuziehen. Generell sollte nach Ansicht der WMO bei den verschiedenen Aktivitäten von GAW so weit wie möglich auf existierende Einrichtungen der WMO, anderer Internationaler Organisationen oder der WMO-Mitgliedstaaten zurückgegriffen werden. Auch die nationalen Datenzentren werden von der WMO nicht bezahlt.

Ein Problem bei der Herstellung einer als ausreichend erachteten Verifikationsdichte dürften die nicht unerheblichen **Kosten der Meßstationen** und wahrscheinlich auch der Datenverarbeitung sein. Nach einer Schätzung für Jahresbeginn 1990 verlangen alleine die Messeinrichtungen für CO₂, Methan und diverse FCKW ohne die Kosten für Bauten, Grundstücke, Instandsetzung, Kalibrierung, Datenverarbeitung, Elektrizität und Personal eine Investition von 161.000 \$.⁵³⁾

Die **Kooperation mit anderen Sonderorganisationen der Vereinten Nationen** ist z.Zt. nicht sehr weit entwickelt und müßte gefördert werden, vor allem im Hinblick auf die Umweltzustandsbeobachtung in Entwicklungsländern. Dies gilt auch für die Kooperation mit der WHO, die sich im Rahmen von GEMS/Air ebenfalls mit der Messung von Luftparametern befasst. Wichtigster organisatorischer Rahmen für diese Kooperation ist natürlich das **Global Environment Monitoring System (GEMS) der Vereinten Nationen**.⁵⁴⁾ BAPMoN-Meßstationen sind indirekt ein Teil von GEMS.

Darüber hinaus gibt es folgende Ansätze zur Kooperation. Ende der 70er Jahre gründete WMO zusammen mit UNEP und der UN-ECE das **EMEP-Meßnetz für Europa** (Co-operative Programme

53) WMO (Hrsg.), Actions Required in the Establishment and Operation of a Global Station under the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) Programme, ohne Ort, ohne Jahr, Annex-Appendix C, S.2.

54) Vgl.: Abschnitt II.1

for the Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe). Dieses Programm wird inzwischen in alleiniger Zuständigkeit der UN-ECE betrieben. Mehr als 30 seiner ca. 100 Meßstationen steuern indes auch Informationen und Meßdaten zu GAW bei.

Weitere Ansätze zur Kooperation existieren im Rahmen des **IGBP** (International Geosphere-Biosphere Programme) mit dem **Global Atmospheric Chemistry Project** der ICSU.⁵⁵⁾ Eine Zusammenarbeit ist ferner zu verzeichnen mit dem **Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory-Netz (CMDL)** der USA.⁵⁶⁾ Dieses CMDL-Netz hat also sowohl nationale als auch internationale Aufgaben. Die WMO ermutigt alle Länder, in der gleichen Weise Daten national zu erheben und dann der WMO zur Verfügung zu stellen.

Eine Zusammenarbeit wurde auch mit dem **"Isotopes in Precipitation"-Network** der **IAEA** vereinbart. Einige Meßstationen bedienen sowohl das eine als auch das andere Netzwerk. Eine Zusammenarbeit mit NGO's gibt es nicht, obwohl die WMO einer solchen Kooperation aufgeschlossen gegenüber steht.

Nach dem Selbstverständnis der WMO soll der **GAW** auch in **Zukunft** ein flexibles und entwicklungsfähiges System bleiben, das fähig ist zu Verbesserungen und sich kontinuierlich an Fortschritte in den wissenschaftlichen Kenntnissen, in den relevanten Technologien und an Veränderungen in den Datenerfordernissen anzupassen vermag.

Die WMO strebt an, im Rahmen von GAW insgesamt über ca. zwei Dutzend Basisstationen, einige hundert Regionalstationen und einen Mechanismus zur Koordinierung der Zusammenarbeit mit anderen WMO- und Nicht-WMO-Netzwerken zur Messung der Hintergrundluftverschmutzung zu verfügen. Auch die Zahl

55) GAW liefert für das Global Atmospheric Chemistry Project Daten im Zusammenhang mit globalen Klimaveränderungen, mit der Chemie der Troposphäre und der Ausdünnung der Ozonschicht über Arktis und Antarktis.

56) Dieses Meßnetz hieß früher Geophysical Monitoring for Climatic Change. (GMCC) Zwei der angeschlossenen Stationen messen CO₂ seit 1958. Vgl.: UNEP (Hrsg.), Environmental Data Report, 3. Ausgabe, a.a.O., S.4.

der gemessenen Parameter soll ausgedehnt werden. Betreffend die Aufnahme neuer Meßstationen in das GAW-Umweltbeobachtungsnetz ist bei den regionalen Meßstationen vor allem an eine größere Meßnetzdichte in den Entwicklungsländern gedacht. Zunehmende Bedeutung werden Daten aus Einrichtungen der Erdfernbeobachtung, wie z.B. aus Satelliten, für das Meßnetz haben.

In diesem Zusammenhang hebt die WMO auch die Ausbildung von Experten und Wissenschaftlern in den Entwicklungsländern als Notwendigkeit hervor. Weiterhin betont die WMO, daß zukünftige Aktivitäten verstärkt die Berechnung von Modellen zur Ausbreitung von Schadstoffen und ihre Überprüfung im Experiment berücksichtigen sollen. Derartige Anstrengungen unternimmt die WMO z.Zt. im Rahmen des European Tracer Experiment-Projektes. (ETEX) ⁵⁷⁾

II.2.2 Möglichkeiten zum Ausbau von GAW

Innerhalb des Rahmens der Vereinten Nationen besteht die **Rolle der WMO** darin, wissenschaftliche Daten und Informationen über den Zustand und die Entwicklung der Erdatmosphäre zu liefern. D.h. die WMO will die **Grundlagen für wissenschaftliche** Arbeiten liefern. Die Veröffentlichung von Daten der einzelnen Datenzentren wird von der WMO i.d.R. als ein "Endprodukt" betrachtet. Die Absicht ist, daß diese Datenbasen erstellt werden und daß sie in wissenschaftlichen Bewertungen und Arbeiten verwendet werden.

Die WMO sieht für GAW zwar auch Abmachungen u.a. zum weiterführenden Gebrauch und zur wissenschaftlichen Bewertung von Daten vor. Deutlich hat aber die Bereitstellung der grundlegenden Daten das Übergewicht, während die wissenschaftliche Bewertung vorzugsweise wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der WMO überlassen werden. Organisa-

57) Kommission der Europäischen Gemeinschaften, WMO, IAEA (Hrsg.), European Tracer Experiment, Ispra, Genf, Wien 1992.

tionen bzw. Prozesse wie z.B. das IPCC sind hier eher die Ausnahme.⁵⁸⁾

Danach zu urteilen, liegen **Aufgaben der Verifikation weit außerhalb des Rahmens der jetzigen GAW-Tätigkeit**. Es wird zwar entfernt für denkbar gehalten, daß die Aufnahme einer solchen Art von Tätigkeit im Bereich des Möglichen liege, wenn allgemein diese Tätigkeit von der WMO erwartet wird. Allerdings setze dies auch die entsprechende Zustimmung des Kongresses, des höchsten Entscheidungsorgans der WMO, voraus.

Im Falle einer Übernahme von Aufgaben der Verifikation im Rahmen einer internationalen Klimakonvention und ihrer Protokolle **mußte der Auftrag der WMO** also ausdrücklich **erweitert werden**. Einer solchen Entscheidung Kongresses der WMO könnte das Selbstverständnis als reine Wissenschaftsorganisation auf dem Gebiet der Meteorologie entgegenstehen, das ängstlich jede Beeinträchtigung der nationalen Souveränität vermeidet.

Problematisch ist im Zusammenhang mit einer angestrebten Verifikation oder Vorbereitung der Verifikation, daß **nur wenige Meßstationen Treibhausgase bzw. ihre Konzentrationen** messen. Diese Meßstationen für Treibhausgase sind darüber hinaus vorwiegend in wenigen Regionen der Erde konzentriert.⁵⁹⁾

Probleme würden bei der Übernahme von Verifikationsaufgaben auch dadurch entstehen, daß durch das **Meßkonzept** und die derzeitige Aufgabebestellung bedingt Stationen entweder weit außerhalb von menschlichen Siedlungsgebieten liegen (global stations) oder aber in ländlichen Regionen (regional stations), um nicht dem Tagesgang der Luftverschmutzung ausgesetzt zu sein und ein angemessenes Bild der Hintergrundverschmutzung liefern zu können. Die daraus automatisch sich

58) Für das IPCC hat die WMO Personal zur Verfügung gestellt, um Sekretariatsarbeiten durchzuführen.

59) WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, a.a.O., S. 2.

ergebende **Distanz der Meßstationen zu einzelnen Emissionsquellen** erschwert damit natürlich die Erfüllung von Verifikationsaufgaben.

Aus einem weiteren Grunde ist das gegenwärtige **Meßkonzept** für die Übernahme von Verifikationsaufgaben problematisch: Der **GAW behandelt nicht** die Frage der **Emissionen**. Im Rahmen des Meßkonzeptes von GAW interessiert nur, wieviel von einem Schadstoff in der Luft bzw. der Atmosphäre verbleibt und wie dies die chemische Zusammensetzung von Niederschlägen und den Strahlungshaushalt der Erde beeinflusst. Emissionen, wie z.B. von Treibhausgasen, gehören nicht zu den Terms of Reference von GAW.

Diese pessimistische Sicht läßt sich aber möglicherweise dann nicht aufrechterhalten, wenn in Zusammenarbeit mit anderen Internationalen Organisationen eine **Kombination von verschiedenen Meßnetzen** praktiziert wird. Baseline-Stationen liefern die Referenz- oder Hintergrundverschmutzungsdaten. Zu untersuchen wäre, ob nicht Umweltbeobachtungseinrichtungen für die lokale oder regionale Luftverschmutzung, deren Einrichtungen "downwind" von großen Emittenten oder Emittentengruppen stehen, imstande wären, auf diesem Hintergrund näherungsweise regionale Verursachungsprofile für Treibhausgasemissionen oder damit korrelierte Emissions-sachverhalte zu zeichnen. In jedem Falle aber sollten auch für GAW-relevante Luftverschmutzungssachverhalte i.V.m. urbaner Luftverschmutzung Dispersions-, Transport- und Depositionsmodelle konzipiert werden. Damit sollte versucht werden, Rückschlüsse von Konzentrationen oder Depositionen auf Emissionen erleichtern. Im Rahmen der WMO bzw. des GAW werden EDV-Modelle zum atmosphärischen Transport von Luftschadstoffen bislang aber ausschließlich ad hoc erstellt.

Auch werden innerhalb von WMO bzw. **GAW keine Emissionsinventare** angestrebt. Diese Tätigkeit sollte aber nicht nur in GEMS/Air sondern auch im GAW gefördert werden.

Die WMO selbst erhält in der Regel keine **Kopie der Datenträger** (Formular oder Diskette) einer Station. Im Zusammenhang mit einer Übernahme von Verifikationsaufgaben oder einer operativen Einbindung in die Verifikationsaufgaben einer anderen UN-Sonderorganisation besteht nach Ansicht des Verfassers an dieser Stelle dringender Handlungsbedarf. In diesem Falle sollte sichergestellt sein, daß eine mit Verifikationsaufgaben beauftragte Internationale Organisation vom Datenverarbeitungszentrum, in diesem Falle vom WDCGG, oder aber von der Meßstation selbst eine Kopie der Diskette oder des Datenbogens zugesandt bekommt.

Die **Arbeitsweise der Datenkommunikation** von den Meßstationen bis zu den Datenverarbeitungs- und Datenarchivierungszentren verläuft wie folgt. In vereinbarten Zeitintervallen schicken die individuellen Stationen ihre Meßergebnisse direkt an die Zentren, also z.B. an das WDCGG. Absendung sowie Eingang werden der WMO nur mitgeteilt. Sie erhält sich auf diese Art und Weise ein Minimum an Kontrolle, daß der Kommunikationsfluß in Gang bleibt. Die WMO vermag aber nicht direkt in den Kommunikationsprozess intervenieren. Realisiert wird dadurch ein **Grundprinzip der WMO-Arbeit**: die **Arbeit rein auf technischer Ebene und im wesentlichen zwischen den nationalen Dienststellen** erledigen lassen.

Diese Daten könnten aber von der WMO für Zwecke der Klimagasverifikation verwendet werden oder an eine dafür zuständige Internationale Organisation weitergereicht werden. Wichtig ist, daß entweder WMO oder UNEP (mit gewissen Einschränkungen aber auch WHO) an dieser Stelle in den Datenfluß eingebunden werden, da nur sie über die nötige Expertise verfügen, um die Daten der Meßstationen zu validieren.

II.3 CORINAIR

CORINAIR ist kein Meßnetz zur Überwachung der Luftqualität sondern ein System von nationalen Emissionsinventaren. In einem **Emissionsinventar** werden Emissionsquellen nach geographischer Lage, Zahl, Stärke etc. der Emissionen zusammengestellt. Für die Überprüfung der Vertragstreue von Staaten in Bezug auf ihre internationalen klima- und umweltpolitischen Vertragspflichten bieten Emissionsinventare zusammen mit Modellen des atmosphärischen Transports und der Dispersion von Luftschadstoffen eine wichtige Ergänzung zu den hier behandelten Luftmeßnetzen.

Der Europäische Ministerrat hatte Ende Juni 1985 eine Entscheidung zu einem Arbeitsprogramm betreffend die Sammlung, Koordination und Validierung von Informationen zum Stand der Umwelt und natürlichen Ressourcen mit dem Namen *Coordination d'Information Environnemental* (künftig: CORINE) ⁶⁰⁾ verabschiedet. Eine wichtige Komponente dieses Programms war das CORINE Air Emissions Inventory (künftig: CORINAIR). Dieses Emissionsinventar CORINAIR arbeitete in den ersten Jahren seiner Tätigkeit als CORINAIR-85 in einem eng definierten Tätigkeitsbereich, der nur drei Luftschadstoffe umfasste (SO_2 , NO_x und VOC's).

Im Mai 1990 hat der Ministerrat der EG eine Entscheidung zu einer EG-Umweltagentur getroffen ⁶¹⁾, die allerdings wegen der nach wie vor strittigen Frage des Standorts noch nicht ihre Tätigkeit aufnehmen konnte. Diese Umweltagentur der EG soll sich auch um die Sammlung, Verarbeitung und Analyse von Umweltdaten kümmern. D.h., ihre Tätigkeit soll auch CORINAIR-Aufgaben umfassen. Bis zur Entscheidung über den Sitz dieser Umweltagentur wird eine Task Force für die Umweltagentur (European Environment Agency Task Force, künftig: EEA-TF, Teil aus DG XI) die Aufgaben von CORINAIR wahrnehmen. Beachtenswert ist, daß Emissionsinventare für

60) Eine knappe Beschreibung befindet sich in: Europäische Umweltagentur, (Hrsg.), CORINAIR - The Atmospheric Emissions Inventory for Europe, ohne Ort ohne Jahr.

61) Vgl.: EG Verordnung 1210/90

Luftschadstoffe und die Beobachtung der Luftqualität in verschiedenen Abteilungen von DG XI untergebracht sind. Air-Monitoring ist der "Urban Environment Unit" zugeordnet.

Das **Aufgabenfeld** von CORINAIR ist im Zuge dieser Entscheidung erweitert worden und umfasst nunmehr acht Luftschadstoffe. ⁶²⁾ Zur besseren Unterscheidung soll deshalb von CORINAIR-90 gesprochen werden. Es ist das Ziel von CORINAIR-90, vollständige, konsistente und transparente Emissionsinventare für die Mitgliedsländer zu schaffen. Die Datenbasis für Europa soll bis 1995 vollständig sein.

Die **regionale Ausdehnung des Berichtssystems** geht inzwischen über den Rahmen der EG hinaus. Es ist geplant, **30 Staaten** Europas in CORINAIR einzubeziehen. Dazu zählen zwölf EG-Staaten, fünf EFTA-Staaten, neun osteuropäische Staaten, drei baltische Staaten sowie Rußland. Der Grund ist, daß die EG Vertragspartei der UN-ECE ist, und als solche mit dieser UN-Organisation ein Übereinkommen betreffend die Erstellung von Emissionsinventaren getroffen hat. Außerdem hängt dies mit der Erweiterung der EG zusammen. ⁶³⁾ Ursprünglich war CORINAIR-85 für die EG-Mitgliedstaaten gedacht. Nunmehr wird mit CORINAIR-90 das Emissionsberichtssystem auf 30 Staaten Europas angewandt. Dies bedeutet, daß das durchgreifende Berichtssystem der EG auf das UN-System, genauer auf die UN-ECE, ausgedehnt wird.

Die **Datenkommunikation** verläuft wie folgt: Die Länderdaten werden zum Zwecke der Datenverarbeitung zu einer privaten Einrichtung in Paris geschickt. Von hier aus gehen die Daten an EEA-TF. (Technische Interpretation) Wichtig für die Datenqualität des **CORINAIR-Emissionsinventars** ist die

62) Im einzelnen gehören dazu: SO₂, NO_x, CH₄, NMVOC, CO, CO₂, Ammoniak und N₂O.

63) In zwei Fällen wird die Teilnahme an CORINAIR allerdings dadurch entwertet, daß die Staaten zwar ihre Emissionsinventare preigeben, aber ihre Geheimhaltung verlangen.

Größenordnung ihrer **Fehlerquoten** (Error-margins). Sie betragen nach Einschätzung der EEA-TF für ⁶⁴⁾:

SO ₂	ca. 10%
CO ₂	kleiner 10 %
NO _x	erheblich größer als 10 %

Eine **Kooperation** wird mit dem Emissionsberichtssystem der ECE praktiziert. Die UN-ECE Inventare und CORINAIR-Daten sind kompatibel. Eine enge Zusammenarbeit findet statt zwischen der EEA-TF und der Gruppe innerhalb der IPCC-Working-Group 1, die sich mit Emissionsinventaren beschäftigt. ⁶⁵⁾ CORINAIR-Daten können so aggregiert werden, daß sie zu den OECD/IPCC-Daten passen. Es gibt allerdings Unterschiede in der Provenienz des Datenmaterials. Die IPCC-Emissionsinventare beruhen auf Energiestatistiken. CORINAIR-Daten werden auf der Grundlage nationaler Berichte erstellt. Dies ist nicht notwendig das gleiche. Für die zukünftigen Formen der Zusammenarbeit wird erwogen, Emissionsinventare nach Art von CORINAIR auf Wasser und Abfälle auszuweiten.

Mit dem Blick auf Verifikation ist eine andere Art von Kooperation bedeutsamer. Es gibt drei Kategorien von verifikationsrelevanten Daten:

- Emissionsinventare
- Atmosphärische Transport- und Dispersionsmodelle
- Daten der Messungen von Luftschadstoffkonzentrationen

64) Das hängt damit zusammen, daß SO₂-Emissionen von wenigen, relativ gut quantifizierbaren Faktoren abhängen, während die Anzahl der Faktoren, die die Emissionen von CO₂ bestimmen, zahlreicher sind. NO_x-Emissionen sind sehr stark von Verbrennungsbedingungen abhängig und schwer zu quantifizieren.

65) Zu den IPCC/OECD-Emissionsinventaren vgl.: Organisation for Economic Cooperation and Development / Environment Directorate (Hrsg.), Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks - Final Report from OECD Experts Meeting, 18 - 21 February 1991, Prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris 1991.

Die Relevanz von CORINAIR für die Klimaverifikation beruht u.a. darauf, daß jeweils eine Datenkategorie von den beiden anderen kontrolliert werden kann. ⁶⁶⁾

Wichtig sind im Zusammenhang mit der Verifikation von klimapolitischen Verpflichtungen drei Schlußfolgerungen:

- Das Berichtssystem einer supranationalen Gewalt, der EG, wird auf das UN-System übertragen.
- CORINAIR soll nach Absicht der Urheber nicht isoliert gesehen werden. Emissionsinventare wie CORINAIR, atmosphärische Transport- und Dispersionsmodelle sowie Luftmeßnetze kontrollieren sich gegenseitig.
- Für die Konzeption eines Verifikationssystems und die Verteilung der Aufgaben zwischen verschiedenen Verifikationsinstrumenten sind die Fehlermargen von Bedeutung, die je nach Verifikationsinstrument, Land und Verifikationsgegenstand (diverse Energieträger) unterschiedlich sein können.

⁶⁶⁾ Der Vollständigkeit halber müssen hier schließlich noch Energiestatistiken und Emissionsfaktoren genannt werden.

III

**TECHNISCHE UND ORGANISATORISCHE ANSATZPUNKTE ZUR ANHEBUNG
DER VERIFIKATIONSFÄHIGKEIT VON LUFTMEßNETZEN****III.1 Die gegenwärtige Verifikationsfähigkeit von Luft-
meßnetzen**

Die oben im Detail behandelten Meßnetze zur Beobachtung der Konzentration von Luftschadstoffen sind in der gegenwärtigen Gestalt als Instrumente der Verifikation von Verpflichtungen unter einer Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas und ihrer Protokolle offensichtlich nicht geeignet. Verschiedene Elemente dieser Beobachtungsnetze hingegen bieten sich als **Ansatzpunkte** an, eine spätere klimapolitische Verifikation vorzubereiten und ein solches Verifikationssystem operational zu unterstützen. Diese Ansatzpunkte sollen handlungsorientiert herausgearbeitet werden. Die danach folgenden Abschnitte von Kap.III haben die Aufgabe, zu untersuchen, inwieweit diese Ansatzpunkte in den gegenwärtigen Umweltbeobachtungsnetzen in technischer und organisatorischer Hinsicht aufgenommen und weiterentwickelt werden können, um einen nennenswerten Beitrag zur klimapolitischen Verifikation leisten zu können.

Erhebliche Probleme stellen sich im Bezug auf die **Art** und den Umfang **der** gegenwärtig gemessenen **Luftsschadstoffe**. Treibhausgase werden im GEMS/Air-Netz gegenwärtig überhaupt nicht und im GAW-Meßnetz erstaunlich wenig berücksichtigt. Vergleiche hierzu Abschnitt III.2.

Beide bisher behandelten Meßnetze, d.h. sowohl das GAW-Meßnetz als auch GEMS/Air-Meßnetz, sind räumlich keineswegs gleichmäßig verteilt. Ihre **Meßstandorte** sind vornehmlich in **wenigen Regionen** der Welt **konzentriert**. Die zugrundeliegenden **Stationierungskonzepte** bewirken, daß einzelne Emissionsquellen entweder gar nicht oder nicht in der für die Verifikation erforderlichen Trennschärfe überwacht werden können. Die unterschiedlichen Schutz- und Meßzwecke, die

daher unterschiedlichen räumlichen Meßkonzepte und die identischen umweltmedienbezogenen Meßobjekte bewirken, daß die **Kombination beider Meßnetze** wertvolle Informationen und Approximationen zu Emissionssituationen in Untersuchungsregionen zu leisten vermag. Welche Aussage z.Zt. oder in Zukunft möglich sind bzw. sein werden, welche technischen, organisatorischen, politischen und klimatologischen Voraussetzungen für solche Aussagen, Quantifizierungen und Approximierungen möglich sind, wird unten geprüft. (Vgl. Abschnitt III.4)

Es ist zu berücksichtigen, daß in dem den Umweltbeobachtungsnetzwerken GAW und GEMS/Air zugrunde liegenden **Meßkonzept** die **Konzentrationen von Treibhausgasen in der Luft** und **nicht** die **Emissionen** gemessen werden. In dieser Problematik ist wohl die **zentrale Schwierigkeit des Einsatzes von Umweltbeobachtungsnetzen als Verifikationsinstrumente** zu sehen. Diese verifikationspolitische "Nachweislücke" ist nur zu überbrücken durch den Aufbau von **Inventaren für Treibhausgasemissionen** und von geeigneten **Computernmodellen für den Transport, die Dispersion, die Deposition und die Wirkung von Luftschadstoffen**.

Je nach photochemischen Eigenschaften und Reagibilität von Luftschadstoffen sowie in Abhängigkeit von diversen meteorologischen Parametern (Wind, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit), Art, Lage und Größe einer Emissionsquelle etc. berechnen diese Modelle, wo, wie und wie weit sich Luftschadstoffe ausbreiten und umgewandelt werden. Ohne diese Modelle ist es nicht möglich, von Depositionen und Schadstoffkonzentration auf die Emissionsmengen von Quellen vor dem Wind (upwind) zurückzuschließen. Was z. Zt. möglich ist und wo im Interesse einer ausreichenden Verifikationsfähigkeit Forschungsbedarf besteht, untersucht Abschnitt III.4

Hieraus geht sehr deutlich die Bedeutung von **Emissionsinventaren** hervor. Weder in GEMS/Air noch in GAW/BAPMoN gibt es Ansätze und Vorschläge zur systematischen Inventarisie-

rung von Treibhausgasquellen. Wohl aber wird in GEMS/Air an Fallstudien zur Inventarisierung von verkehrsbedingten Luftschadstoffen gearbeitet. ⁶⁷⁾ CORINAIR ist als Berichtssystem für Emissionsinventare ausschließlich für Europa konzipiert.

Bei der Vorbereitung eines Klimaverifikationssystems haben die Institutionen der Datengewinnung sowie die daran sich anschließenden **Kommunikationswege** entscheidende Bedeutung. D. h. mit anderen Worten, wer die Daten gewinnt, wer sie weiterleitet, wer sie verarbeitet und wer sie speichert, dies spielt eine entscheidende Rolle bei der Einschätzung der Chancen, ob eine Überprüfung der Vertragstreue und des umweltpolitischen Verhaltens einzelner Parteien eines umwelt- oder klimapolitischen Vertragswerks möglich sein wird. Dieser Punkt wird in III.5 behandelt.

III.2 Art und Anzahl der Meßparameter sowie der gemessenen Luftschadstoffe

Treibhausgase werden im GEMS/Air-Netz z.Zt. nicht gemessen. Eine Aufnahme in den Katalog zu berücksichtigender Meßparameter ist vorgesehen, aber von nachgeordneter Bedeutung. Die WHO scheint diesen Treibhausgasen z. Zt. keine große Bedeutung für das Meßprogramm beizumessen. UNEP würde also seinen Einfluß in GEMS geltend machen müssen, um Treibhausgasmessungen hier einzuführen. GAW hat diese Spurengase z.Zt. nur in einer erstaunlich kleinen Zahl von Meßstatio-

67) Vgl. z.B. Mage, David, Olivier Zali (Hrsg.), Motor Vehicle Pollution - Public Health Impact and Control Measures, a.a.O., S. 232 ff

nen berücksichtigt. ⁶⁸⁾ Der WMO ist allerdings die Notwendigkeit einschlägiger Spurengasmessungen völlig klar.⁶⁹⁾

Für eine Klimaverifikation ist nicht wichtig, daß diese Meßparameter in einigen Stationen berücksichtigt werden. (z. Zt. sind es ja nur ca. 40 Stationen in GAW) Sie müssen in möglichst vielen Emissionsquellen-nahen Meßstationen aufgenommen werden. Angesichts der gegenwärtig recht ungleichmäßigen regionalen Verteilung von GAW und GEMS/Air ist hier noch einiges nachzuholen.

Auch geht es bei einer Ausdehnung der Meßparameter in den Meßstationen nicht nur um Treibhausgase. Auch Tracersubstanzen und andere Luftschadstoffen könnten von Interesse sein. Nämlich dann, wenn deren Emissionsmengen sich in einem mehr oder weniger festen Verhältnis zu Treibhausgasemissionen verhalten oder wenn durch seltene Verbindungen oder Isotope die Trajektorien bestimmter Emissionen in der Atmosphäre zurückverfolgt werden können.

Die Hindernisse einer Ausdehnung der Luftschadstoffmessungen in den gesamten Meßnetzen GEMS/Air und GAW auf Treibhausgase sind a) wirtschaftlicher und b) technischer Natur. Während der Stand der Meßtechnik nämlich für CO₂ zufrieden-

- 68) Hierzu führt der "Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations" der WMO vom 31 December 1990 in einer Tabelle im einzelnen folgende Zahlen auf:

Tabelle Anzahl der GAW-Meßstationen, die Treibhausgase messen. Stichtag: 31. 12. 1990	
CO ₂ insges.	40
FCKW	5
CH ₄	6
N ₂ O	6
WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, a.a.O., S. 1 f	

- 69) In der Bundesrepublik gibt es z.Zt. elf CO₂-Meßstationen. Für Zwecke der reinen Atmosphärenbeobachtung wäre eine Station völlig ausreichen, der Rest also nicht unbedingt notwendig.

stellend ist, ist er für Methan und - mehr noch - für N_2O unzureichend entwickelt.

III.3 Regionale Verbreitung der Meßnetze, Standortkonzeptionen und Kooperation von Meßnetzen

Die Meßnetze GAW und GEMS/Air sind beide räumlich ungleichmäßig und unterschiedlich verteilt.⁷⁰⁾ Nach Möglichkeit sollten natürlich beide Meßnetze in allen Staaten, die im Rahmen eines internationalen Klimavertragswerkes Pflichten zur Limitierung von Treibhausgasen übernommen haben, vertreten sein. Denn mit der Hintergrundluftverschmutzung und der urbanen Luftverschmutzung haben sie zwei verschiedene Meß- bzw. Schutzzwecke, die in der Kombination einem Verifikationssystem gute Dienste erweisen können. Zusätzlich ist zu erwägen, ob regionale oder nationale Meßnetze ihre Ergebnisse an GEMS oder WMO oder UNEP berichten können.

Erhebliche Probleme wirft natürlich die mit der Ausweitung der Meßnetze verbundene **erhebliche Kostenbelastung** auf. Hier gerät vor allem auch das bei einigen UN-Sonderorganisationen geltende Prinzip, möglichst auf nationale oder bestehende regionale bzw. internationale Einrichtungen zurückzugreifen, in Gefahr. Meßeinrichtungen müssen neu geschaffen werden, ohne daß in einigen Fällen eine Finanzierung durch das Gastland absehbar ist. Die mit einer solchen **Ausdehnung der Meßnetze** verbundenen Kosten sind wohl in der Regel für Entwicklungsländer und die Länder Osteuropas im wirtschaftlichen Übergang nicht tragbar. Verschiedene Kostenelemente sollten daher von meßnetzspezifischen Förderprogrammen für die wirtschaftlich wenig leistungsfähigen Länder verbilligt werden oder in Ausnahmefällen auch ko-

70) Vgl.: Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, a.a.O., S. 2 sowie zu GEMS/Air: WHO, UNEP (HRSG.), GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban air Pollution Monitoring and Assessment, a.a.O., S. 9.

stenfrei erstellt werden. ⁷¹⁾ Das Voluntary Cooperation Programme (VCP) der WMO mag als Beispiel dienen.

In eine solche **Förderung** müßten zunächst die Kosten für Bauten und Ausrüstung einbezogen werden. Die Förderung wird sich aber bei realistischer Sicht in vielen Fällen kaum darauf beschränken können. Die Erfahrungen von GEMS in den 70er Jahren zeigen, daß viele Länder nicht in der Lage sind, die Pflege der Bauten und der z.T. empfindlichen Meßgerätschaften zu gewährleisten. Die für GEMS/Air verantwortlichen Internationalen Organisationen sahen sich nach dieser Erfahrung genötigt, aus Kostengründen eine Zuschußfinanzierung der Meßstationen in Entwicklungsländern einzustellen.

Nach hier vertretener Meinung sollten zumindest auch einige Kosten für Wartung und Ersatzteile, für die Aus- und Fortbildung von Bedienungspersonal und vielleicht in wenigen ausgesuchten Fällen auch für laufende Personalkosten von den verantwortlichen Internationalen Organisationen oder von wohlhabenden Industrieländern (z.B. im Wege der Patenschaft) übernommen werden. Hier dürften durchaus Wege für die technische und personelle Hilfe im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit zu finden sein. An jegliche Form der kostenwirksamen Hilfe müßte aber die Bedingung geknüpft werden, daß ein Minimummeßkatalog installiert wird, der insbesondere grundlegende Meßparameter aus dem Bereich der Treibhausgase umfasst.

Erhebliche Probleme ergeben sich aus dem zugrundeliegenden Schutzzweck und dem gedanklich damit verbundenen **Konzept für die Stationierung von Meßgeräten**. Sowohl GEMS/Air als auch GAW suchen, wie im übrigen vermutlich fast alle Luft- und Atmosphärenmeßnetze, repräsentative Meßergebnisse, die von individuellen Emissionsquellen möglichst wenig beeinflusst sind. Aufbauend auf seiner Idee der Hintergrundmes-

71) Dies sollte nicht sogleich als eine Durchbrechung des Verursacherprinzips von der Hand gewiesen werden. Interesse an einer Erfüllung umweltpolitischer Verträge in Entwicklungs- und osteuropäischen Ländern besteht ja nicht zuletzt auch in den Industriestaaten des Westens.

sung hat GAW so z.B. seine Basisstationen (globalen Stationen) in Gegenden fernab von jeglichen nennenswerten Einflüssen menschlicher Siedlungsgebiete, so z.B. in der Antarktis und auf dem Mauna Loa untergebracht. Regionale Stationen unterliegen gleichfalls WMO-Richtlinien, die sicherstellen sollen, daß die dort erhobenen Meßwerte nicht von lokalen Emissionsquellen dominiert werden. GEMS/Air gibt die Leitvorstellung vor, daß Großstädte, die an einer Teilnahme an GEMS/Air interessiert sind, drei Meßstationen in Betrieb nehmen: in einem Industriegebiet, in einem Wohnviertel und in einem zentrumsnahen Einkaufsviertel.

Erforderlich sind für Verifikationszwecke hingegen verursacherspezifische oder zumindest verursachernahe Meßstandorte, wo Meßergebnisse durchaus auch von einzelnen Emissionsquellen geprägt sein sollen. Von Bedeutung ist in diesem Falle, was für GEMS/Air vorgeschlagen worden ist und in einigen Fällen auch schon Anwendung gefunden hat: Die kommunalen oder regionalen Träger der Meßstationen sollen eine vierte mobile Meßstation einsetzen. Diese könnte natürlich nahe genug an bestimmte Großemittenten wie z.B. Industrieunternehmen oder Kraftwerke herangeschoben werden, um quellenspezifisch verwertbare Luftschadstoffkonzentrationen messen zu können. Die spezielle Interessenlage von kommunalen oder regionalen (Provinzen, Regionen, Bezirke etc.) Meßstationsbetreibern dürfte hier wertvolle Unterstützung bieten können. In größeren Ländern ließen sich aber bei den Betriebskosten der Meßnetze Economies of Scale der Umweltzustandsbeobachtung dadurch erreichen, daß mobile Stationen mehrere Verdichtungsgebiete bzw. Großemittenten abdecken.

Die jeweils unterschiedlichen Stationierungskonzepte, Meßparameter etc. lassen es sinnvoll erscheinen, eine **Kooperation zwischen verschiedenen Luftmeßnetzen** in die Wege zu leiten, die über die jetzige sehr lockere Kooperation im Rahmen von GEMS hinausgeht.

Dies bedeutet z.B. im Falle von CO₂, daß, wenn schon Emissionsmengen nicht direkt gemessen werden können, die CO₂-

Konzentrationen in der Luft vor und unter dem Wind von großen Emissionsquellen oder Gruppen von Emissionsquellen zu messen sind. Erforderlich ist demnach die Mitwirkung von Hintergrundluftverschmutzungsnetzen und solchen Meßnetzen, die z.B. die urbane Luftverschmutzung zum Gegenstand haben. Selbstverständlich sollten hier, soweit das politisch und technisch möglich ist, auch regionale Meßnetze (z.B. wie EMEP) und nationale Meßnetze (wie z.B. EMAP, UMPLIS) einbezogen werden.

In einigen Ländern ist nur ein kleiner Anteil der nationalen Meßnetze an die internationalen Netze wie GEMS/Air oder GAW angeschlossen. So arbeiten in Deutschland z.Zt. ca. 450 Luftmeßstationen. Aber nur drei davon übermitteln ihre Meßergebnisse an die WHO und ihr GEMS/Air-Netz.⁷²⁾ Ähnlich ist die Lage in den Niederlanden, die etwa 180 Luftmeßnetze unterhalten. Die drei deutschen Stationen, die an GEMS/Air berichten, wurden z.T. zufällig ausgesucht. Es ist für den Schutz- und Meßzweck von GEMS/Air allein unsinnig, die gesamten deutschen Stationen an dieses Umweltbeobachtungsnetz anzuschließen, weil der Aufwand in keinem Verhältnis zu den bezüglich der urbanen Luftverschmutzung relativ geringen Zusatzinformation steht. Zusätzliche Meßstationen i.V.m. internationalen Meßnetzen sind ganz im Gegenteil natürlich sehr nützlich, wenn es um Verifikation geht.

In Deutschland ist davon auszugehen, daß wegen des politischen Drucks durch eine an Umweltfragen sehr interessierte Öffentlichkeit und durch diverse Interessengruppen eine zusätzliche oder vorbereitende Kontrolle der Treibhausgasemissionen kaum nötig sein wird. Hier kann vielfach über Energie- und Steuerstatistiken oder in einigen Fällen von großen Verbrennungsanlagen sogar direkt über Messungen von Emissionsmengen vorgegangen werden. Letztlich stellt sich aber auch in diesen Ländern das Problem der Sektoren mit geringer Verifikationseignung (z.B. Verkehr!). Nützlich ist eine solche Kooperation verschiedener Verifikationsmittel

72) Hierbei handelt es sich um die Stationen in Essen, München und Frankfurt.

aber da, wo zu wenige Meßstationen mit einschlägigem Meßprogramm existieren oder wo Länder sich durch Zurückhaltung auf dem Felde der Emissionsberichterstattung auszeichnen.

Eine Kooperation zwischen GEMS/Air und GAW oder anderen Umweltbeobachtungsnetzen kann auch dann empfehlenswert sein, wenn die Herkunft oder Menge von Treibhausgasemissionen ermittelt werden soll durch die Messung von sog. Tracersubstanzen. Als Tracersubstanzen werden Schwermetalle, Spurensbstanzen sowie auch Isotope bezeichnet, wenn mit ihrer Hilfe Schadstofftransporte oder Depositionen beispielsweise von energiebedingten Luftschadstoffen oder ihren Folgeprodukten so gekennzeichnet sind, daß sie mit signifikanter Wahrscheinlichkeit auf bestimmte Emissionsquellen zurückgeführt werden können. ⁷³⁾ Sie sind die "Fingerabdrücke" beispielsweise der Verbrennung von Kohlevorkommen, die durch einen besonders hohen Gehalt von z.B. Schwefel gekennzeichnet sind.

III.4 **Meßkonzepte, atmosphärische Transportmodelle und Emissionsinventare**

Wenn versucht wird, Luftmeßnetze für die Verifikation von internationalen Verträgen zum Schutz der Erdatmosphäre zu nutzen, stellt sich sehr schnell heraus, daß **das zentrale technische Hindernis** bei den **Meßkonzepten** liegt. Für Verifikation muß streng genommen eine Messung der Emissionsmenge "an der Quelle" vollzogen werden. Dies ist für die Gesamtheit der Treibhausgasquellen aus technischen und politischen Gründen quasi undenkbar. ⁷⁴⁾ Die hier vorgeschlagene Lösung "Verifikation über Umweltmeßnetze" muß damit leben, daß Luftbeobachtungsnetze zwangsläufig die Konzen-

73) Unter diesem Aspekt dürfte auch eine breiteren Raum umfassende Zusammenarbeit mit dem "Isotopes in Precipitation"- Network sinnvoll werden. Dieses Umweltmeßnetzwerk wird seit 1958 gemeinsam von der IAEA und der WMO betrieben und gehört seit 1977 zu GEMS. Vgl.: Fritz, Jan-Stefan, A Survey of Environmental Monitoring and Information Management Programmes of International Organizations, a.a.O., Tz. 136. Bereits jetzt bedienen einige Meßstationen sowohl GAW als auch Isotopes in Precipitation.

74) Vgl.: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation ..., a.a.O., S. 9 ff.

tration von Luftschadstoffen in der Luft messen. Das Meßobjekt ist also signifikant anders!

Mit der Notwendigkeit, von Luftschadstoffkonzentrationen auf Emissionsmengen zurückzuschließen, stellt sich das Problem, eine **verifikationssystematische "Nachweislücke"** zu **überbrücken**. ⁷⁵⁾ Dies lässt sich erstens mit Hilfe sog. atmosphärischer Transport- und Dispersionsmodelle bewerkstelligen. Diese Modelle dienen normalerweise dazu, bei gegebenem Standort einer Emissionsquelle und gegebener Menge von Einleitungen gasförmiger Substanzen in die Luft für alternative Sets von atmosphärischen Parametern die Verbreitung und Deposition von Luftschadstoffen modellmäßig zu berechnen. Durch den Vergleich tatsächlich gemessener Immissionen mit den anhand von Computermodellen errechneten Werten können diese Modelle recht gut überprüft werden. Die Abweichungen beobachteter Werte von berechneten Zahlen konnten im Verlauf der Fortentwicklung der einschlägigen Modelle so weit reduziert werden, daß eine "grobe" Nichteinhaltung von vertraglich zugesagten Luftschadstofflimitierungsvorschriften im Falle von SO_2 bereits in einigen Fällen nachgewiesen werden konnte. ⁷⁶⁾ Auf der Basis von Jahresdurchschnitten konnten diese Fehlermargen für SO_2 bereits auf 20 % reduziert werden. ⁷⁷⁾ Bei NO_x sind die Abweichungen in v.H. der Immissionen mit 40 % z.Zt. noch wesentlich höher. Dieser Nachweis bedeutet, daß entgegen der ursprünglich intendierten Verwendung dieser Modelle (Schluß

75) Diese Nachweislücke ist größer als der Unterschied der Meßkonzeptionen zwischen der herkömmlichen Luftemissionsüberwachung, die eine Messung der Konzentrationen in den Rauchgasen erfordert, und der Verifikation, die eine Mengenbilanzierung erfordert. Vgl. zu letzterem: Lauppe, W.D., Messtechnische Erfassung klimawirksamer Gase, unveröffentlichtes Papier, Jülich 1992, S. 8 f.

76) Vgl.: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation ..., a.a.O., S. 73 ff. Anhand des Mengenverhältnisses von SO_2 zu seinen Folgeprodukten (Sulfate) in Luftproben läßt sich auf Emittenten zurückschließen. Nach zwei Tagen sind etwa 50 % des SO_2 in der Luft in Sulfate umgewandelt. Problematisch wird diese Rechnung natürlich, wenn es sich nicht um einen sondern um mehrere Emittenten handelt.

77) Diese Modellberechnungen beruhen auf dem sog. NILO-Modell. Die Berechnungen für durchschnittliche Abweichungen beziehen sich auf den Jahresdurchschnitt. Für die Berechnung der Abweichungen in Einzelfällen sind die Anforderungen an das Modell erheblich höher. Dies liegt daran, daß man z.B. für den Einzelfall bestimmen muß, wie die Schichtung der Atmosphäre und die Durchmischung von Troposphäre und Stratosphäre aussieht. Jahresdurchschnittswerte erlauben es hingegen, für die Frage, wie hoch z.B. ein Gas aufsteigt, Durchschnittswerte anzunehmen.

von Emissionsquellen und -mengen auf Frachten, Immissionen und Depositionen) nunmehr von Frachten, Immissionen etc. zurück auf Emissionsmengen geschlossen werden kann.

Der oben als **Präzedenzfall** angeführte erfolgreiche Nachweis eines Vertragsverstößes konnte in den 80er Jahren im Zusammenhang mit dem sog. SO₂-Protokoll des Genfer Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung geführt werden. Voraussetzung war ein dichtes Meßnetz mit geeigneten Meßgeräten und einer entwickelten Datenverarbeitungsinfrastruktur. Anhand der Immissionsberechnungen für ganz Europa, der Emissionsmengen für Westeuropa und der Ausbreitungsberechnungen war es möglich nachzuweisen, daß einige Emissionsangaben falsch waren.

Vorliegend stellt sich das Problem anders, da zu den wichtigen Treibhausgasen zur Zeit noch keine entsprechenden rechnergestützten Modelle vorliegen und die Meßnetze in vielen Regionen noch nicht entsprechend "dicht" sind und auch noch nicht schadstoffadäquat ausgerüstet sind. ⁷⁸⁾ GAW scheint Modellierungsaktivitäten z.Zt. nur im Rahmen von kasuistischen Einzelfallbetrachtungen angehen zu wollen. Hier stellt sich vor allem das folgende Problem: Entwicklung und Testen von fortgeschrittenen atmosphärischen Dispersions- und Transportmodellen für die wichtigsten Treibhausgase unter verschiedenen geographischen und meteorologischen Anwendungsbedingungen.

Sollten hierbei Schwierigkeiten auftauchen, könnte in Zukunft für Treibhausgasquellen mit besonders geringer Verifikationseignung folgender Ansatz denkbar sein. Wenn von fixen oder nur bedingt variierbaren Mengenverhältnissen zwischen Emissionen aus Verbrennungsmotoren ausgegangen werden kann, würde man hier über ein äußerst wertvolles Hilfsmittel verfügen, Treibhausgasemissionen aus dem Verkehrssektor, denen bislang kaum beizukommen war, zu quantifizieren oder auch nur auszunähern. Ein solches Verfahren

78) Die Modellierungsarbeiten im Rahmen von GEMS/Air betreffen z.Zt. ausschließlich sog. Massenluftverunreinigung.

dürfte zwar nur mehr oder weniger gute Näherungen an tatsächliche Emissionsmengen erlauben. In Fällen von Sektoren oder Treibhausgasen mit geringer Verifikationseignung, wie z.B. Verkehrsemissionen, kann jedoch dies in Zukunft vielleicht wertvolle Anhaltspunkte hervorbringen.

Für die verifikationspolitisch relevante inverse Schlußfolgerung von Treibhausgaskonzentrationen in der Luft zurück auf Treibhausgasemissionen ist zweitens die Kenntnis der Zahl und Stärke der Emissionsquellen sehr hilfreich. Solche Zusammenstellungen werden für Treibhausgase zur Zeit in der OECD, im IPCC und in der EEA-Task Force in Generaldirektion XI der EG-Kommission versucht.⁷⁹⁾ Der Nutzen solcher **Emissionsinventare** i.V.m. dem vorliegend diskutierten Ansatz zur Verifikation einer internationalen Rahmenkonvention zum Schutz des Klimas und der nachgeordneten Protokolle liegt in zwei ihrer möglichen Verwendungen.

Zum Ersten dienen diese Inventare dazu, die Standorte und Stärke von Treibhausgasquellen festzulegen, deren Kenntnis für die detaillierte Ausgestaltung und Spezifizierung der Modelle des atmosphärischen Transports und der Dispersion von Luftschadstoffen unabdingbar ist. Diese Modelle wiederum sind anhand der durch die Meßnetze ermittelten Luftschadstoffkonzentrationen überprüfbar. Sind zwei von drei Informationen (Emissionsinventare, atmosphärische Transport- und Dispersionsmodelle, Ergebnisse der Luftmeßnetze) bekannt, kann die jeweils dritte Information auf dieser Grundlage kontrolliert werden.

Zweitens können Emissionsinventare zur Kontrolle von Grundlagenstatistiken benutzt werden. Dies sei am Beispiel der energiebedingten Treibhausgase erklärt. Der Primärenergieverbrauch wird über Emissionskoeffizienten mit den Inventar-

79) Auf dem Gebiet der sog. Massenluftverunreinigung (SO₂, NO_x etc.) gibt es Ansätze in GEMS/Air (s.o.) und im EMEP-Programm der UN-ECE. Zu den Emissionsinventaren vgl. weiterhin: di Primio, J.C., Establishing Energy-Related GHG Emission Inventories for Verification Purposes: Problems and Needs, in: di Primio, J.C., G. Stein (Hrsg.) A Regime to Control Greenhouse Gases - Proceedings of a Workshop, Schriftenreihe Konferenzen des Forschungszentrums Jülich, Bd. 10, Jülich 1992, S. 145 - 154.

ren verknüpft. Die Emissionsinventare ihrerseits werden rechnerisch über entsprechend entworfenen Modelle des Schadstofftransportes mit Luftschadstoffkonzentrationen etc. verbunden. Alle drei Datensätze, Primärenergieverbrauch, Emissionskoeffizienten und -inventare sowie Luftschadstoffmessungen können dann im Rahmen der ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten an den anderen kontrolliert werden.⁸⁰⁾ In Deutschland ist i.d.R. bei den energiebedingten Treibhausgasen - mit Sicherheit bei CO₂ - der statistische Zusammenhang zwischen Energiestatistik und Emissionsinventaren enger als zwischen Emissionsinventaren und Luftschadstoffmessungen.⁸¹⁾ Bei verkehrsbedingten Emissionen, (die natürlich auch zu den energetischen Nutzungen gehören,) bei den durch Landnutzungsänderungen bedingten Emissionen und in vielen Staaten der Dritten Welt und Osteuropas dürfte der umgekehrte Fall wahrscheinlicher sein.

Diese sog. **Emissionsinventare** dürften allerdings in absehbarer Zeit nur in den westlichen Industrieländern mit einem akzeptablen Grad an Vollständigkeit und Genauigkeit zu erwarten sein.⁸²⁾ Das eklatante Mißverhältnis zwischen Datelage und Datenerfordernis wird in Entwicklungsländern und generell bei Emissionsquellen und -sektoren mit geringer Verifikationseignung dafür sorgen, daß Inventare, die zu belastbaren Aussagen führen, vorerst nicht zu erwarten sind. Etwas differenzierter ist die Lage in den im wirtschaftlichen Übergang befindlichen Ländern Osteuropas zu sehen. Im Rahmen von CORINAIR soll die entsprechende Datenbasis für neun osteuropäische Staaten, drei baltische Staa-

80) Die Zusammenhänge zwischen den Datensätzen erlauben es, eine ähnliche Funktion wahrzunehmen, wie die "Kontrollsteuern" im deutschen Steuersystem, die die Steuerhinterziehung eindämmen sollen.

81) Eine sehr gute Zusammenfassung vorhandener Studien und Berichte zu Treibhausgasemissionen in der Bundesrepublik Deutschland mit eine Einschätzung von Konfidenzwahrscheinlichkeiten und Fehlerwahrscheinlichkeiten befindet sich bei : Fritsche, Uwe, Felix C. Matthes, Analyse von Datenbasen zu klimarelevanten Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland, Schriftenreihe "Internationale Treibhausgasverifikation", Band 1, Jülich 1992.

82) Die jüngste Einschätzung hierzu stammt vom Präsidenten des IPCC selbst. Vgl.: Bolin, B., IPCC Plans for the Future, Presentation to th sixth session of the INC, Genf, 9. Dezember 1992, S. 3.

ten und Rußland bis 1995 vollständig sein.⁸³⁾ Während sich noch im Februar 1991 eine intergouvernementale Experten-
gruppe im IPCC darauf verständigte, daß spätestens bis Sep-
tember 1991 solche Inventare vorliegen müßten,⁸⁴⁾ waren im
September 1991 nur 18 nationale Emissionsinventare erschie-
nen.⁸⁵⁾ Die Bestimmung der Klimakonvention (Art. 4), daß
die entwickelten Industrieländer anderen Ländern bei der
Erstellung dieser Emissionsinventare Unterstützung gewähren
sollen, ist deswegen zu begrüßen.⁸⁶⁾

III.5 Wege der Datenübermittlung und Kommunikation

Handlungsansätze für die Vorbereitung einer Funktionserwei-
terung von Umweltmeßnetzen befinden sich vor allem in ver-
schiedenen Teilbereichen des Datenflusses von der Meßsta-
tion bis hin zu den Zentren für Datenverarbeitung und Da-
tenarchivierung. Erster Schwerpunkt dieser Betrachtung sind
die Meßstationen selbst und die Institutionen, die sie be-
treiben.

Von großer Bedeutung erscheint, daß im Rahmen von GEMS/Air
i.d.R. nicht die Zentralregierungen die Betreiber der Sta-
tionen sind sondern untergeordnete Verwaltungsebenen und
Gebietskörperschaften.⁸⁷⁾ Zwar sind in der WHO Überlegungen
angestellt worden, die Daten von zentralen nationalen Be-
hörden sammeln und an WHO bzw. eines der zuständigen Daten-
zentren übermitteln zu lassen. Sollten diese Umweltbeobach-
tungsnetze zusätzlich Verifikationsaufgaben unterstützen,
so sind Widerstände zu erwarten, die aus Souveränitätserwä-

83) Diese Ankündigung sollte allerdings angesichts der rapide sich ändernden politischen Rahmen-
bedingungen in Osteuropa mit der gebührenden Vorsicht behandelt werden.

84) OECD, Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks - Final Report from OECD
Experts Meeting, 18 - 21 February 1991, prepared for Intergovernmental Panel on Climate
Change, Revised August 1991, Paris 1991, S. 1-6.

85) Intergovernmental Panel on Climate Change, 1992 IPCC Supplement, WMO, UNEP (Hrsg.),
ohne Ort 1992, S. 31 ff.

86) Siehe hierzu: Fischer, W. Klimaschutz und internationale Politik - Die Konferenz von Rio zwi-
schen globaler Verantwortung und nationalen Interessen, Aachen 1992, S. 153 f.

87) Dies hängt natürlich in erster Linie von der in der Verfassung niedergelegten Gliederung der
Staatsgewalt und von der darauf aufbauenden Zuweisung von Staatsaufgaben und -ausgaben an
Gebietskörperschaften, Verwaltungsebenen und Sonderverbände ab.

gungen und ähnlichem mehr motiviert sind. ⁸⁸⁾ Kommunale Betreiber von Meßstationen machen z.T. ganz andere Kosten-Nutzen-Analysen. Vor allem erwarten sie erhebliche Vorteile von der Kooperation mit Meßnetzen wie GEMS/Air: z.B. Training von Fachleuten und Beratung bei diversen Luftverschmutzungsproblemen, die speziell auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten ist. Dies setzt GEMS/Air respektive die WHO in den Stand, Gegenleistungen anzubieten, um die Bereitschaft zur Aufnahme von Meßstationen und zu ihrer Eingliederungen in das GEMS/Air Netz zu fördern. ⁸⁹⁾

Es ist aus diesem Grunde durchaus erklärlich, daß die Kommunen nicht nur die erforderlichen Meßdaten abgeben. In vielen Fällen liefern sie zusätzliche Informationen, die natürlich auch innerhalb des UNEP-Systems z.B. von großem Nutzen sein können. Im Interesse einer Verifikationsfähigkeit dieser Meßnetze sollte die **direkte Verbindung zu den Meßstationsbetreibern unterhalb der zentralstaatlichen Ebene** auf jeden Fall beibehalten und wenn möglich ausgebaut werden. Dies gilt auch für die anderen Meßnetze.

Die Übermittlung der Daten auf Diskette oder Formular von den Meßstationen an das Datenverarbeitungszentrum erfolgt z.T. direkt (WMO - GAW), z.T. indirekt (WHO - GEMS/Air) durch Vermittlung der zuständigen Internationalen Organisation. Verifikationsbemühungen können sehr diskret dadurch "hochgefahren" werden, daß bei der Rohdatenübermittlung **Diskettenkopien** angefertigt und an UNEP oder WMO oder sonstige für Verifikation eines internationalen Rahmenabkommens zum Schutz des Klimas zuständige Stelle übermittelt werden.

88) Vgl.: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S.26 ff

89) Zur Möglichkeit, über Gegenleistungen die Akzeptanz von Verifikation zu erhöhen, vgl.: Comes, S., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S. 44 ff.

IV

**UMWELT- UND KLIMAPOLITISCHE VERIFIKATION IN EINEM
SOVERÄNITÄTSBESTIMMTEN INTERNATIONALEN SYSTEM****IV.1 Von transnationalen Umweltwirkungen zu transnationalen Vertragskontrollen**

Eingriffe in die Umwelt offenbaren zunehmend die Tendenz, ihre schädlichen Wirkungen ohne Rücksicht auf Staatsgebiete und ihre Grenzen zu entfalten und in einigen Fällen die Lebensverhältnisse auf der ganzen Erde zu verändern. Hierdurch entsteht ein zunehmender Widerspruch zu der Orientierung staatlicher Politik an ihrem nationalen Geltungsreich: Umweltprobleme überwinden ungehindert die Grenzen, an denen die Wirkungskraft der Gesetze, die diese Umweltprobleme verhindern oder eindämmen sollen, endet. Dieser Widerspruch wird auch durch die wenigen Ansätze supranationaler umweltpolitischer Entscheidungsgewalt, die die EG entwickelt hat, nicht bzw. unzureichend ausgeräumt.

Die **zunehmende Transnationalität** oder auch - im Jargon der Finanzwissenschaftler - die zunehmende Globalisierung **von externen ökologischen Effekten** schafft deshalb wachsenden Entscheidungs- und Handlungsbedarf in der internationalen Umweltpolitik. Die Binnenorientierung der Politik, die in der Gegenwart nicht nur anhält sondern nach einigen Meinungen sogar zunimmt ⁹⁰⁾, scheint wie die antike Tragödie geradezu in "die Katastrophe" - hier in die ökologische Katastrophe - zu deuten. Statt des wortgewandt proklamierten Umsetzens globaler Herausforderungen in konkretes politisches Handeln (think globally, act locally) droht die berechtigte Sorge um die sog. "global commons" am Kirchturmdenken zu scheitern.

90) Senghaas, Dieter, Weltinnenpolitik - Ansätze für ein Konzept, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 22, Bonn 1992, S. 648

Aber die internationale **Staatengemeinschaft** hat sehr wohl auf diese Herausforderungen **reagiert**. Von der Konferenz in **Villach 1985**, die vielleicht als Ausgangspunkt der internationalen politischen Antwort auf die Bedrohung durch den Treibhauseffekt angesehen werden kann, bis zur Unterzeichnung des UN-Rahmenübereinkommens zum Schutz des Klimas durch eine überwältigende Mehrheit von Staaten anlässlich der **Zweiten UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro** sind "nur" ca. sieben Jahre vergangen. ⁹¹⁾

Vorsicht ist trotzdem geboten: selbst nach der Unterzeichnung, die zunächst einmal nur ein politisches Signal ist und noch keine Rechtskraft des Übereinkommens zur Folge hat, sind bis zum Wirksamwerden des Vertragswerks noch die Ratifizierung und die tatsächliche Umsetzung erforderlich.

⁹²⁾ Zum Jahresende 1992 ist die Klimarahmenkonvention bereits von acht Staaten, darunter von den USA, ratifiziert worden und weitere 23 Staaten haben die **Ratifizierungsverfahren** eingeleitet. Es wird damit gerechnet, daß bis zum Ende des Jahres 1993, spätestens aber in der ersten Jahreshälfte 1994 ⁹³⁾, eine ausreichende Zahl von Ratifizierungsinstrumenten vorliegt, damit die Rahmenkonvention in Kraft treten kann.

Abgesehen davon, daß die klimapolitisch entscheidenden Schritte, nämlich Protokolle mit konkreten Schritten zur

91) Zur Geschichte der internationalen Konferenzen, die sich mit dem Treibhauseffekt und internationaler Klimapolitik befassen, vgl.: Kaiser, Karl, Ernst Ulrich von Weizsäcker, Raimund Bleischwitz, Stefan Comes, Internationale Klimapolitik - Eine Zwischenbilanz und ein Vorschlag zum Abschluß einer Klimakonvention, Schriftenreihe Arbeitspapiere zur Internationalen Politik der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V., Bd. 65, Bonn 1991, S. 13 ff.

92) Vgl.: Gündling, Lothar, UNCED und die Entwicklung des Umweltvölkerrechts, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 9, Bonn 1992, S. 252. Hier muß außerdem dringend darauf hingewiesen werden, daß bis zur ökologischen Wirksamkeit eines Vertragswerkes weitere Wirkungsverzögerungen einzukalkulieren sind. Hierzu vgl.: Bleischwitz, R., S. Comes, K. Kaiser u.a., Rahmenbedingungen und Kriterien für langfristige Untersuchungen zur Bewertung von Reduktionspotentialen und Strategien zur Verminderung und Vermeidung energiebedingter klimarelevanter Spurengase, Studienkomplex C des Studienprogramms "Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre sowie Vermeidung und Reduktion energiebedingter klimarelevanter Spurengase" der Enquêtekommision "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Bonn 1990, S. 12 ff.

93) Erheblich pessimistischer ist die Einschätzung des IPCC-Präsidenten Bolin. Er sieht das Inkrafttreten der Konvention erst in der zweiten Hälfte des Jahres 1994 oder zu Beginn 1995. Vgl.: Bolin, Bert, IPCC Plans for the Future, a.a.O., S. 2.

Limitierung, Stabilisierung oder Reduzierung von Treibhausgasemissionen, bislang noch nicht gemacht wurden, stellen sich ebenso große Probleme bei der **Umsetzung** des Klimavertragswerkes. Diese Probleme mit der praktischen Umsetzung der Umweltschutzgesetzgebung sind schon im Zusammenhang mit dem im nationalen Rahmen beklagten "Vollzugsdefizit" notorisch bekannt. Sie stellen sich erst recht bei internationalen Verträgen zum Schutz der Umwelt oder, wie hier, zum Schutz des Klimas. Während der UNCED-Vorbereitung war dies deutlich geworden.⁹⁴⁾

Anderenorts wurde dargestellt, daß im Interesse eines wirksamen Schutzes des Weltklimas sehr wohl ein Bedarf nach Überprüfung der Einhaltung von entsprechenden internationalen Vertragswerken besteht.⁹⁵⁾ Eine effektive Verifikation von nationalen Verpflichtungen unter einer Klimarahmenkonvention und ihren zukünftigen Protokollen scheitert aber an der geringen **Verifikationseignung** vieler Treibhausgasquellen und -senken sowie an der gleichfalls unterentwickelten **Verifikationsakzeptanz**. Eine sehr stringente Überprüfung der Vertragseinhaltung - etwa nach dem Vorbild der bilanzierenden Messung in der Kontrolle des Spaltmaterialflusses durch die IAEA - ist so intrusiv, daß entsprechende Regelungen am **Souveränitätsdenken der Vertragsparteien** scheitern würden.

Eine Vermutung, daß damit Verifikation von klimapolitischen Verpflichtungen unmöglich oder unwirksam bleibt, ist jedoch auch nicht zutreffend. Sie wäre möglicherweise zu sehr einer Gewohnheit verhaftet, die in den zentralen Staatsverwaltungen die einzigen Akteure und Ansprechpartner sieht.

94) Vgl.: Gündling, Lothar, UNCED und die Entwicklung des Umweltvölkerrechts, a.a.O., S. 256.

95) Vgl. u.a.: Randelzhofer, A., Vergleichbare Abkommen - rechtliche Analyse, Gutachten für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Berlin 1989, S. 32, Gemeinsame Erklärung der Teilnehmer der Internationalen Umweltschutzkonferenz in Den Haag vom 11. März 1989, in Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.), Bulletin der Bundesregierung, Nr. 27, vom 15. März 1989, Bonn 1989, Grubb, Michael, The Greenhouse Effect: Negotiating Targets, in: International Affairs, Bd. 66, New York 1990, S. 85, Nitze, W.A., The Greenhouse Effect: Formulating a Convention, o.O. 1990, S. 38, Swart, R.J., H. de Bois, J. Rothmans, Targeting Climate Change, in: International Environmental Affairs, Bd. 1, Nr. 3, Hanover (NH) 1989, S. 223.

In Bezug auf das spezielle Problem der Verifikation scheinen die Ängste, die aus der Inkongruenz von globaler Ebene der Schadensperzeption und der lokalen oder nationalen Orientierung der Politik resultieren, in vielen Punkten darauf zu beruhen, daß konkrete **Handlungsmöglichkeiten übersehen** werden: z.B. solche, die auf der Zusammenarbeit mit lokalen und regionalen Verwaltungseinheiten und Gebietskörperschaften sowie mit dem Bereich der NGO's beruhen.

Dazu zählen erstens die Ebenen der dem Zentralstaat **nachgeordneten Verwaltungen oder Gebietskörperschaften** wie z.B. Kommunen, Regionen, Bezirke, Kantone, Bundesländer, Kreise und so weiter. Sie haben nicht durchweg die gleichen Interessen wie die Zentralregierungen und - wie oben dargestellt⁹⁶⁾ - sind häufig in Bezug auf umweltrelevante Informationen erheblich kooperativer.

Zweitens zählen dazu nichtstaatliche Gruppen, die **NGO's**, die auf internationaler Ebene aus dem Schutz der Menschenrechte und der Umwelt nicht mehr wegzudenken sind. Ihre Tätigkeit umfasst die Beratung in Entscheidungsprozessen zur internationalen Umweltpolitik, die Bewertung dieser Politik sowie die Sammlung und Auswertung von Informationen. Insbesondere bei der Baseler Sondermüllkonvention scheinen die NGO's in eine wichtige Rolle bei der Überprüfung der Vertragseinhaltung durch die Vertragsparteien hineinzuwachsen.⁹⁷⁾ Eher spekulativ sind indes Mutmaßungen einzuschätzen, daß NGO's "für die Durchführung von Inspektionen oder für die Tätigkeit als Mittler und Schiedsrichter in Streitfällen benannt werden können." ⁹⁸⁾ Ihre Tätigkeit in der Überprüfung der Einhaltung von

96) S.o. Abschnitt II.1 zu GEMS/Air!

97) Vgl. hierzu: Handl, Günther, Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law, in: Yearbook of International Law, Vol. 1 1990, S. 17 f. Zur Rolle der NGO's im internationalen Umweltschutz außerdem: Porter, Gareth, Janet Welsh Brown, Global Environmental Politics, Boulder - San Francisco - Oxford 1991, S. 56 ff. Siehe auch: Yearbook of International Law, Vol. 1 1990, a.a.O., S. 336 ff.

98) Kimball, International Law and Institutions: The Oceans and Beyond, in: Ocean Development and International Law Journal, Bd. 20, S. 155, zitiert nach: Handl, Günther, Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law, a.a.O., S. 18 f.

internationalen Umweltschutzverträgen durch die Vertragsparteien ist eng mit einer demokratisch pluralistischen Rechtsordnung und einer interessierten Öffentlichkeit verbunden.

Ein erhebliches Problem ergibt sich bei den NGO's allerdings aus ihrer z.T. noch problematischen demokratischen **Legitimation** als Institutionen der Kontrolle. In diesem Zusammenhang ist der Grundsatz 10 der Erklärung von Rio de Janeiro (Earth Charta) zu erwähnen, der festhält, daß Umweltfragen am besten unter Beteiligung aller Bürger geregelt werden können.⁹⁹⁾ Auch die Direktive des Europarats zum freien Zugang zu Umweltinformationen begründet eine allgemeine Verpflichtung für die Mitgliedstaaten, Umweltinformationen im Besitz der Mitgliedstaaten jedermann verfügbar zu machen.¹⁰⁰⁾

Schließlich ist in demokratischen Gesellschaftsordnungen der Einfluß der **Öffentlichen Meinung** nicht zu unterschätzen. Wenn eine Regierung in Berichten an eine internationale Institution Angaben zu den Emissionen von Treibhausgasen oder zur forstwirtschaftlichen Fläche macht, unterwirft sie sich auch der Kontrolle durch Öffentlichkeit, Presse, Parteien, NGO's etc. Wo Staaten sich noch keine demokratische Gesellschaftsordnung gegeben haben, ist dieser Ansatz natürlich nur begrenzt wirksam. Zu beachten ist auch, daß neue, alarmierende Erkenntnisse über den Zustand der Umwelt oder der Erdatmosphäre die Öffentlichkeit zu neuen Forderungen nach verbesserten und strengeren Internationalen Vereinbarungen veranlassen. Dies wird, wie das Beispiel der

99) Grundsatz 10 der Erklärung "Die Menschen haben ein Recht auf ein gesundes und produktives Leben in Einklang mit der Natur" (Erklärung von Rio de Janeiro): "Umweltfragen werden am besten behandelt, indem man alle betroffenen Bürger auf der jeweils relevanten Ebene einbezieht. Auf nationaler Ebene soll jedem Individuum angemessener Zugang zu Umweltinformationen, die bei Behörden erhältlich sind, einschließlich Informationen über gefährliche Materialien und Aktivitäten in den Gemeinden, eingeräumt werden, und es sollte die Gelegenheit haben, an Entscheidungsprozessen teilzunehmen. Die Staaten sollen die Aufmerksamkeit und die Beteiligung der Öffentlichkeit ermöglichen und anregen, indem sie Informationen zugänglich machen. Ein erfolgreicher Zugang zu gerichtlichen und administrativen Verfahren einschließlich Wiedergutmachung und Rechtsmittelbehelf soll ermöglicht werden." Zitiert nach: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 15. Juni 1992, S. 2.

100) Vgl.: Handl, Günther, Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law, a.a.O., S. 19 sowie die dort angegebene Literatur.

Sandoz-Katastrophe zeigt, in einigen Fällen von der Umweltpolitik der beteiligten Staaten auch vorweggenommen. ¹⁰¹⁾

IV.2 Umwelt- und Klimaverifikation im UN-System

Eine wesentliche Grundlage der Arbeit des **UN-Systems** ist die strikte **Beachtung der Souveränität der Mitgliedsländer**. Diese Grundhaltung ist in der jüngeren Vergangenheit jedoch durch signifikante Ausnahmetatbestände relativiert worden. Insbesondere gerät sie im Zuge der Ausweitung des Aufgabenkatalogs der Vereinten Nationen - und hier insbesondere des Sicherheitsrates - in die Diskussion. Beispielhaft seien hier aufgeführt die Eingriffsrechte, die der UN-Sicherheitsrat im Zusammenhang mit dem Irak wahrnahm und z.T. noch wahrnimmt.

Während es sich im Falle des Irak um eine rein militärische Mission handelte, ist der Fall der Präsenz von **UN-Friedenstruppen** (United Nations Transition Assistance Group, künftig: UNTAG) in **Namibia** für vorliegendes Gutachten von größerem Interesse. ¹⁰²⁾ Die vom Sicherheitsrat mit seiner Resolution 435 von 1978 beschlossene und 1989 verwirklichte Entsendung von Friedenstruppen nach Namibia stellten eine Besonderheit dar, weil sie militärische und zivile Komponenten und Aufgaben hatten. Die wesentliche **Neuerung** dieser Mission "lag in den **Aufgaben der Zivilkräfte**, denen vor allem die Überwachung der Wahlen und die Rückführung der Flüchtlinge anvertraut waren. Damit befand sich in der Übergangszeit (1. April 1989 bis zur Wahl vom 7. bis 11. November 1989) ein Großteil der Verantwortung für das Land in den Händen von UNTAG." ¹⁰³⁾ Auch in Kambodscha und der Westsahara umfasste das Mandat der UN-Truppen über die militärische Rolle hinausgehende zivile Aufgaben, die z.T.

101) Vgl. Comes, Stefan F, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, Berichte des Forschungszentrums Jülich, Nr. 2641, Jülich 1992, S. 64ff.

102) Tomuschat, Christian, Stärkung der Vereinten Nationen, in: Die Internationale Politik 1989/1990 - Jahrbücher der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik, München 1992, S. 438 ff.

103) Tomuschat, Christian, Stärkung der Vereinten Nationen, a.a.O., S.440.

noch weiter gingen als in Namibia.¹⁰⁴⁾ So weit zu den Aufgaben der Vereinten Nationen, die mit der Wahrung der Menschenrechte und mit der Gewährleistung von Weltfrieden und internationaler Sicherheit zusammenhängen.

Die **Frage** stellt sich natürlich, ob diese **Entwicklung auch bei** anderen Aufgaben des UN-Systems, die sich z.B. auf den **Schutz der Umwelt** beziehen, **vorstellbar** ist. Soll man auf einen Konflikt, der direkt oder indirekt aus Umweltschäden entsteht, nur ex post reagieren? Oder ist es nicht ratsam, frühzeitig zu versuchen, seine Entstehung oder seinen offenen Ausbruch zu verhindern? Vielfach wird ein UN-Umweltrat gefordert, der ähnlich weitreichende Befugnisse erhalten soll, wie der UN-Sicherheitsrat sie zur Wahrung des Weltfriedens und der internationalen Sicherheit beansprucht.¹⁰⁵⁾ Weder gibt es bislang einen solchen Umweltrat, noch hat sich der Sicherheitsrat auf dieses Terrain gewagt, noch ist ein Ansatz zu einer Lösung, die den Treuhandrat der VN einbezieht, zu erkennen. Der Pferdefuß bei solchen Lösungen, die Änderungen in der Gesamtarchitektur des UN-Systems voraussetzen, ist die damit einhergehende Änderung der Charta. Die dafür nach Art. 108 und Art. 109 erforderliche Zweidrittelmehrheit schließt von vorne herein aus, kurzfristig notwendige Aufgaben in den Bereichen Enforcement und

104) "Eine Gesamtbetrachtung der Fälle Namibia, Kambodscha und Westsahara mit der hier beschlossenen neuen Form der Friedensoperation läßt deutliche Anklänge an das Treuhandsystem der Vereinten Nationen sichtbar werden. Dies ist bei Namibia und der Westsahara nicht verwunderlich, geht es doch in beiden Fällen darum, den Weg in die Staatlichkeit zu erleichtern, oder jedenfalls eine Entscheidung für die Eigenstaatlichkeit überhaupt erst zu ermöglichen. Richtungsweisende Zukunftsperspektiven eröffnen indes die Planungen für Kambodscha. ..." Tomuschat, Christian, *Stärkung der Vereinten Nationen*, a.a.O., S.441.

105) Siehe dazu u.a.: Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Dritter Bericht zum Thema "Schutz der Erde", Bundestagsdrucksache 11/8030, Bonn, 1990, S. 876 - 878, Tomuschat, Christian, *Die Zukunft der Vereinten Nationen*, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 2, Bonn 1992, S. 48. Ähnlich spricht sich auch Dolzer für ein zentrales Umweltorgan aus, "dem je nach Sachbereich auf der Grundlage einzelner vertraglicher Vereinbarungen Kompetenzen zugewiesen werden können". R., *Die institutionelle Ausgestaltung einer Konvention zum Schutz des Klimas*, a.a.O., S. 46. Ähnlich ist das Umweltprojekt "Globe" des früheren französischen Premierministers Michel Rocard zu verstehen.

Verifikation an das UN-System zuzuweisen, so wünschenswert dies auch sein mag. ¹⁰⁶⁾

In diesem Zusammenhang wird u.a. gefordert, Institutionen zu schaffen, die mit der Überwachung der Vertragsparteien internationaler Umweltschutzverträge und mit der Streitbeilegung beauftragt werden sollen. Unverkennbar ist aber, daß verschiedene Aktivitäten - insbesondere solche der **Datensammlung und Informationsfindung** - im UN-System à la longue ein Wissen akkumulieren, das **möglicherweise als Grundlage für souveränitätsbeschränkende Eingriffe** wird dienen können. Die in Zukunft darauf beruhenden umweltverifikationspolitisch motivierten Eingriffe in die nationalen Hoheitsrechte von Staaten verlaufen nicht oder nur ausnahmsweise in der Form, wie der UN-Sicherheitsrat z.B. die Durchsuchung des irakischen Landwirtschaftsministeriums durchgesetzt hat. Wesentlich häufiger wird die Durchsetzung von Auskunftsrechten oder die Beeinflussung des Verhaltens durch subtilen diplomatischen Druck oder auf dem Umweg über eine umweltpolitisch interessierte öffentliche Meinung erfolgen. ¹⁰⁷⁾ Hält man die Zuweisung solcher Aufgaben an das UN-System in der Zukunft für möglich, dann könnte das UN-System vielleicht in der internationalen Umweltschutzpolitik ansatzweise so etwas wie einen selbständigen umweltpolitischen Machtfaktor hervorbringen.

In Unterhaltungen mit Vertretern der Sonderorganisationen der Vereinten Nationen wird von diesen immer wieder auf die Unverletzlichkeit der nationalen Hoheitsrechte der Mitgliedsländer hingewiesen. Eingriffsmöglichkeiten werden abgestritten. Die Reaktionen der Mitgliedsstaaten werden sehr realistisch antizipiert. Im UN-System wird gesehen, wie der Nachweis eines Verhaltens, das internationalen Umwelt-

106) Änderungen der Charta sehen in den Fällen von Art. 108 und 109 eine Bewilligung durch die Generalversammlung mit Zweidrittelmehrheit vor. Das Inkrafttreten ist in den beiden Fällen abhängig von der Ratifikation durch zwei Drittel der UN-Staaten, wobei zusätzlich auch die Ratifikation durch alle ständigen Mitglieder des UN-Sicherheitsrates erforderlich ist. User, Günther, Die UNO - Aufgaben und Strukturen der Vereinten Nationen, 5. Auflage, München 1992, S. 24 f.

107) Vgl. Comes, Stefan F, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S. 64 ff.

schutzverträgen zuwiderläuft, zu Reaktionen der nationalen Politik führt. Eine solche Beeinflussung nationaler Umweltpolitik ist schon dann erfolgreich, wenn die staatlichen Behörden sich veranlaßt fühlen, zuzugeben, daß nationale Berichterstattung zu Umweltbeeinträchtigungen oder Emissionen fehlerhaft oder unvollständig war. Von großem Interesse wird sein, ob und wie sich dieser UN-System-inhärente Widerspruch in Zukunft entwickeln wird.

Eine Auflösung des **Widerspruchs zwischen der Respektierung des Prinzips der nationalen Souveränität durch das UN-Systems und dem Aufbau umweltpolitischen Wissens** z.B. über Emissionsmengen ist in den folgenden Alternativen denkbar. Erstens: Die Kontrolltätigkeit verlagert sich zunehmend von der Kontrolle der Vertragstreue der Vertragsparteien (Staaten) hin zu einer Kontrolle von Privaten. Diese Möglichkeit würde sich orientieren an dem Modell der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins.¹⁰⁸⁾ Auch im Zusammenhang mit einer Kontrolle von Treibhausgasemittenten könnte dies denkbar sein. Es ist aber zu vermuten, daß in einem weltumfassenden Umweltregime diese Art von Kontrollen im Gegensatz zu dem regionalen Rheinregime ökologisch wenig effektiv sein wird. Sie ist in den Fällen völlig wirkungslos, wo Staaten die Eigentümer oder Verwalter von Treibhausgasquellen oder -senken sind.

Zweitens: Auf eine andere mögliche, langfristige Entwicklung weist Handl hin. Entscheidungsgewalt auf dem Gebiet der Umweltpolitik, die zumindest bis zum Ende der ersten Phase der internationalen Umweltpolitik, der Ersten UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Stockholm im Jahr 1972, mit wenigen Ausnahmen ausschließlich in die Hoheitsrechte der Staaten fiel, muß zunehmend mit anderen geteilt werden. Der zunehmende Druck auf die Einschränkung der ausschließlichen Entscheidungsgewalt der individuellen Staaten äußere sich in Konzepten wie "Sustainable Development",

108) Vgl.: Comes, Stefan F., Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S. 64 ff.

"Intergenerational Equity" oder "Common Concern of Mankind". Diesem Autor zufolge müsse aber unterschieden werden zwischen der international geäußerten Sorge über die Nutzung von spezifischen Ressourcen durch ein Land und der tatsächlichen Bereitschaft der Staaten, internationale Normen und Regeln mit Wirkung für diese Ressourcen anzuerkennen. ¹⁰⁹⁾

Die dritte Alternative (die über die Alternative zwei hinausgeht) ist der graduelle Aufbau einer supranationalen oder multilateral internationalen Kontrollgewalt. Die vierte - nach Ansicht des Verfassers unwahrscheinliche - Alternative ist das Einstellen der Sammlung von verifikationsrelevantem Datenmaterial.

IV.3 Die Rolle von UNEP

Im grenzüberschreitenden und internationalen Umweltschutz bringen selten weltweit agierende Organisationen, wie z.B. UNEP oder WMO die fortschrittlichsten Regelungen hervor. Hierzu sind eher funktional oder vor allem regional begrenzte Organisationen in der Lage, wie sich dies vor allem am Beispiel der IKSR, der ECE oder der IMO zeigen läßt. ¹¹⁰⁾ Eine erfolgreiche **Bearbeitung globaler Umweltprobleme** im Sinne einer "Weltinnenpolitik" kann aber **auf lange Sicht nur im System der Vereinten Nationen** oder ihrer sektoralen Untergliederungen stattfinden. ¹¹¹⁾ Die Frage stellt sich natürlich, wo genau im UN-System Aufgaben der Verifikation

109) Handl, Günther, *Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law*, a.a.O., S. 31 f. "In other words, sovereignty signals no longer a simple *status negativus*, a legal basis for exclusion, but has become the legal basis for inclusion, or of a commitment to co-operate for the good of the international community at large: *Souveraineté oblige*." Handl, Günther, *Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law*, a.a.O., S. 32.

110) Eine Begründung befindet sich bei: Dicke, K., *Mensch, Umwelt und Natur - Zur Prinzipienbildung des Umweltschutzes im Rahmen der Vereinten Nationen*, in: *Vereinte Nationen*, Bd. 34, Nr. 2, Kehl - Straßburg - Arlington 1985, S. 60 f., Lang, Winfried, *Luft und Ozon - Schutzobjekte des Völkerrechts*, in: *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, Bd. 46, Stuttgart 1986, S. 280 ff.

111) Vgl.: Senghaas, Dieter, *Weltinnenpolitik - Ansätze für ein Konzept*, a.a.O., S. 649 sowie: Gordon, John, Caroline Fraser, *Institutions and Sustainable Development: Meeting a Challenge*, London 1991, S. 57.

und besonders der hier beschriebenen Vorbereitung von Verifikation über die Umweltmeßnetze angesiedelt werden sollen.

Mit der oben empfohlenen Kombination der Meßnetze für urbane Luftverschmutzung und Hintergrundluftverschmutzung ergibt sich die Notwendigkeit einer Kooperation der Internationalen Organisationen, die für diese Netze verantwortlich sind. Konkret stellt sich die Frage nach der **Arbeitsteilung** sowohl zwischen diesen Internationalen Organisationen untereinander als auch zwischen diesen und verschiedenen anderen Internationalen Organisationen, nationalen Einrichtungen sowie den NGO's. Eine solche Arbeitsteilung kam im Falle des CORINAIR-Emissionsinventars zustande. Das Berichtssystem einer Internationalen Organisation mit Elementen supranationaler Gewalt, nämlich der EG-Kommission, wurde auf eine Teilorganisation der Vereinten Nationen übertragen. Es empfiehlt sich, für solche Zwecke eine sehr **flexible organisatorische Struktur** bereitzustellen, da Formen und Inhalte der Aufgabenzuweisung sich stetig ändern.

Daraus ergibt sich der Bedarf nach einer zentralen Institution für Koordinierung und Initiierung: eine Aufgabe, die traditionell in die Rolle von UNEP fällt.

UNEP wurde 1972 als Folge der Ersten UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung gegründet. UNEP war damals von vielen als eine neue UN-Sonderorganisation beabsichtigt worden. Daß es nicht dazu kam, sondern daß UNEP sich mit der bescheideneren Rolle eines UN-Programms begnügen mußte, lag an den Bemühungen der zu dieser Zeit schon bestehenden Sonderorganisationen und anderer Einrichtungen der Vereinten Nationen, ihre eigene Position zu schützen, an dem Interesse bestehender Internationaler Regierungsorganisationen, die eigenen Kompetenzen auszuweiten, und schließlich an dem Beharren der UN-Mitgliedstaaten auf dem Prinzip der nationalen Souveränität. ¹¹²⁾ Die UN-Sonderorganisationen wehrten

112) Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Eratmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Dritter Bericht zum Thema "Schutz der Erde", Bundestagsdrucksache 11/8030, S. 877.

sich also erfolgreich gegen Eingriffsrechte einer **neuen Institution**, die mit **Querschnittsaufgaben** betraut werden sollte, in ihre Besitzstände. Zwar kann dieses UN-Programm trotz der kürzlich erfolgten Aufwertung in finanzieller und arbeitskapazitätsmäßiger Hinsicht kaum mit mächtigen Sonderorganisationen wie FAO, WHO, UNESCO etc. mithalten kann. Trotzdem wäre es falsch, die Rolle und Bedeutung von UNEP zu unterschätzen, wie es häufig geschieht.

Seit seiner Gründung im Anschluß an die Erste Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung ist UNEP vor allem mit den Aufgaben Koordinierung, Initiierung und Information beschäftigt gewesen. Angesichts des Querschnittscharakters von Umweltschutz und Umweltpolitik ist dies möglicherweise auch das Maximum dessen, was in dem besitzstandsorientierten System der Vereinten Nationen und seinem Verhältnis zu den Mitgliedstaaten realistischerweise hätte erwartet werden können.¹¹³⁾ Einschätzungen der Art, daß das Umweltprogramm der VN nur mit Aufgaben der Forschung und einer zusätzlichen politischen Anstoßfunktion betraut sei¹¹⁴⁾, verkennen die darin enthaltene Bandbreite der Aufgaben von UNEP und die sehr bedeutende Rolle, die dieses Programm der Vereinten Nationen auszufüllen vermag.¹¹⁵⁾ UNEP hat zwar nicht die Macht und die Kompetenzen, die in diversen Vorschlägen einem hypothetischen UN-Umweltrat

113) Vgl. u.a.: Dicke, K., Mensch, Umwelt und Natur - Zur Prinzipienbildung des Umweltschutzes im Rahmen der Vereinten Nationen, in: Vereinte Nationen, Bd. 34, Nr. 2, Kehl - Straßburg - Arlington 1985, S. 60

114) Vgl. hierzu z.B.: Tomuschat, Christian, Stärkung der Vereinten Nationen, in: Die Internationale Politik 1989/1990 - Jahrbücher der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik, München 1992, S. 448 sowie derselbe, Die Zukunft der Vereinten Nationen, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 2, Bonn 1992, S. 48.

115) Die Bandbreite der Aufgaben von UNEP beschreiben sehr anschaulich: Kilian, Michael, Umweltschutz durch Internationale Organisationen - Die Antwort des Völkerrechts auf die Krise der Umwelt, Berlin 1987, S.234 ff und 355 ff; Hohmann, Harald, Die Entwicklung der internationalen Umweltpolitik und des Umweltrechts durch internationale und europäische Organisationen, in: Aus Politik und Zeitgeschehen, Nr. B-47-48/1989, vom 17.11.1989, Bonn 1989, S. 31 ff; United Nations Environment Programme (Hrsg.), UNEP Profile, Nairobi 1990; für den Geltungsbereich Europa: UNEP Steering Committee for Conservation and Management of the Environment and Natural Habitats, Environment for Europe - UNEP's Programme of Collaboration in Europe, unveröffentlichtes Papier, ohne Ort 1992.

zugedacht wurden. ¹¹⁶⁾ Vielmehr erscheint der Standpunkt von Bedeutung, daß bestimmte Aufgaben von UNEP zumindest in der Vergangenheit u.a. deswegen so gut ausgefüllt werden konnten, gerade weil UNEP keine Sonderorganisation mit großer Hausmacht war. ¹¹⁷⁾ Hier indes könnten sich in Zukunft Änderungen ergeben.

Zu den traditionellen Aufgaben von UNEP auf den Gebieten Koordinierung, Initiierung und Information soll nach hier vertretener Auffassung auch die **zentrale Sammlung von Umweltmeßdaten** für die Vorbereitung einer umwelt- und klimapolitischen **Verifikation hinzukommen**. UNEP hätte demnach auch in Abstimmung mit anderen Internationalen Organisationen, z.B. im Rahmen von UNEP/GEMS-PAC, den Bedarf nach zusätzlichen Meßnetzen oder auch die "Löcher" in den bestehenden Meßnetzen zu identifizieren und entsprechende Ausbaupläne zu initiieren.

Es ist nicht unbedingt nötig, daß die Meßnetze zusammengelegt werden. Sie können vorerst im Rahmen einer flexiblen institutionellen Struktur getrennt arbeiten. Die Eingliederung verschiedener Verifikationssysteme oder Umweltbeobachtungsnetze unter ein einheitliches organisatorisches Dach ist ohnehin erst dann möglich, wenn Betreiber und Mitgliedsstaaten (der zuständigen Internationalen Organisation) einen Konsens hierzu herstellen.

Die **Aktivitäten** der Koordinierung und der Sammlung von Meßdaten wie auch die Harmonisierung von Meßmethoden, Meßkonzepten, Meßtechniken sowie Interkalibrierung sollten sich **auf rein technischer Ebene** abspielen. Dies zeigen jedenfalls die Erfahrungen von EMEP, wo politische Diskussionen im wesentlichen auf den Executive Body der ECE beschränkt

116) Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Eratmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Dritter Bericht zum Thema "Schutz der Erde", Bundestagsdrucksache 11/8030, S. 877.

117) Vgl.: Comes, Stefan, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S. 87.

sind. ¹¹⁸⁾ Jedenfalls sollte diese Arbeit nicht in voraussichtlich stark politisierten Institutionen wie der zukünftigen Sustainable Development Commission stattfinden.

Diese Empfehlung ist damit zu begründen, daß die Leistungsfähigkeit des EMEP-Systems u.a. auch von der politischen Großwetterlage abhängig war. Das Nord-Süd Verhältnis ist z.Zt. noch von Spannungen und gegenseitigem Mißtrauen belastet und jedenfalls nicht von dem Vertrauensverhältnis gekennzeichnet, das in der IKSr oder der ECE zu finden ist.

¹¹⁸⁾ Zu EMEP vgl.: Comes, Stefan, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, a.a.O., S. 75.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Um die ökologische Effektivität der im Juni 1992 vereinbarten Klimarahmenkonvention und ihrer zukünftige Protokolle sicherzustellen, ist eine Kontrolle der Vertragstreue der Vertragsparteien (Verifikation) nötig. Eine wirksame Verifikation i.e.S. ist aber in dem sich abzeichnenden Klimaregime gegenwärtig und wahrscheinlich auf absehbare Zeit nicht durchzusetzen.

Die Hindernisse einer wirksamen Vertragsüberprüfung sind erstens die mangelnde Verifikationseignung der meisten Verifikationsobjekte und zweitens die mangelnde Akzeptanz durch die Vertragsparteien. Ausgangsthese der vorliegenden Analyse ist, daß die unzureichende Akzeptanz als Hindernis von Klimaverifikation durch eine Vorbereitung von Verifikation in den bereits arbeitenden Umweltmeßnetzen umgangen werden kann.

Es gibt mehrere Umweltbeobachtungsmeßnetze, die sich mit den Medien Luft und Atmosphäre befassen. Sie sind in ihrer gegenwärtige Gestalt nicht für die Übernahme von Verifikationsaufgaben in der Klimapolitik geeignet. Einzelne Elemente hingegen sind durchaus brauchbar, andere müssen modifiziert oder ausgebaut werden.

Technische, organisatorische und wirtschaftliche Aspekte

Die **Nutzung bestehender Luftmeßnetze spart Ressourcen**. Denn es kann auf bestehende Einrichtungen sowie auf vorhandene Arbeitskraft und Expertise in Internationalen Organisationen zurückgegriffen werden. Damit werden laufende Kosten und Investitionskosten gespart. Außerdem ist in dem Maße, in dem bestehende Einrichtungen schon genutzt werden können, Zeit gewonnen, die sonst die Anlaufphase von Meßsystemen kennzeichnet.

Wenn diese zusätzlichen **Meßstationen in Entwicklungsländern** und in den osteuropäischen Ländern im wirtschaftlichen Übergang untergebracht werden sollen, ist eine **finanzielle Förderung** durch die Internationalen Organisationen und oder die wohlhabenden Industriestaaten nötig.

Die gegenwärtigen Luftmeßnetze messen nicht oder nur in unzureichendem Maße die Konzentration von Treibhausgasen in der Luft. Vorrichtungen für diese **Meßparameter** müssen im GAW-Meßnetz für die Hintergrundluftverschmutzung in der Erdatmosphäre ausgebaut werden. Im GEMS/Air Meßnetz für urbane Luftverschmutzung müssen entsprechende Meßparameter erst aufgenommen werden.

Die untersuchten Meßnetze GAW und GEMS/Air verhalten sich in räumlicher Hinsicht zueinander komplementär. In Bezug auf die Meßparameter gibt es einige Überschneidungen. Beide **Meßnetze sind in den verschiedenen Regionen der Erde sehr unregelmäßig vertreten**. Sie müssen daher im Falle einer Verwendung für Verifikationszwecke ausgebaut werden in den Regionen, wo sie noch nicht vertreten sind, und "verdichtet" werden in einigen der bereits abgedeckten Regionen.

Widersprüche ergeben sich **zwischen klimapolitischer Verifikation und Schutzzweck der Umweltbeobachtungsmeßnetze**: Bei dem GEMS/Air-Meßnetz der WHO ist ein wichtiges Kriterium für die Aufnahme neuer Meßstationen die Repräsentativität des neuen Standorts in Bezug auf Probleme der Luftverschmutzung. Während deswegen für die Beobachtung des Mediums Luft eine vergleichsweise kleine Anzahl von Stationen ausreichend ist, die im übrigen heute auch noch nicht erreicht ist, wird für ein Klimaverifikationssystem ein wesentlich dichteres Netz von Meßstationen nötig sein.

Schwierigkeiten ergeben sich deshalb durch die gegenwärtigen räumlichen **Stationierungskonzepte** für die Meßstationen. GEMS/Air plazierte zur Kontrolle der städtischen Luftverschmutzung seine Meßapparate in städtischen Wohn-, Indu-

strie- und Einkaufsvierteln. WMO bzw. GAW untersucht die sog. Hintergrundluftverschmutzung. GAW-Stationen liegen deswegen in Räumen, die von regionaler und vor allem lokaler Luftverschmutzung weitgehend unbeeinflusst sind. Für eine Verifikation über Luftmeßnetze, die in Ermangelung einer Messung der Emissionsmengen direkt an der Emissionsquelle zumindest eine verursachernahe Messung von Schadstoffkonzentrationen anstreben muß, ist deswegen die Kombination beider Meßnetze von großem Wert.

Begrüßenswert ist auch der Vorschlag, zur Überprüfung der städtischen Luftverschmutzung durch GEMS/Air in Zukunft verstärkt eine vierte, **mobile Meßstation** zu verwenden. Diese mobile Station kann näher an Emissionsquellen stationiert werden und ist außerdem für mehrere Einsatzorte einsetzbar, d.h. sie spart Kosten gegenüber einer entsprechenden Zahl stationärer Anlagen

Sowohl in GAW als auch in GEMS/Air werden die Konzentrationen von Schadstoffen in der Luft gemessen, nicht die Emissionsmengen. Aus der Sicht der Verifikation richten sich die Luftmeßnetze also streng genommen auf den falschen Meßgegenstand. Sie haben mit anderen Worten aus der Sicht der Verifikation ein ungeeignetes **Meßkonzept**.

Den Brückenschlag herzustellen zwischen den Luftkonzentrationen einerseits und den verifikationspolitisch relevanten Emissionsmengen andererseits ist Aufgabe der **EDV-Modelle für den atmosphärischen Transport und die Dispersion von Luftschadstoffen** sowie der **Emissionsinventare**.

Die atmosphärischen Transport- und Dispersionsmodelle lassen unter bestimmten Umständen den Rückschluß von gemessenen Schadstoffkonzentrationen auf Emissionsmengen zu. In Rechnung zu stellen sind Fehlerwahrscheinlichkeiten, die unter günstigen Umständen (SO_2 , Jahresdurchschnitt) ca. 20 % betragen. In einem bedeutsamen **Präzedenzfall** hat dies ausgereicht, Staaten auf ihre Nichteinhaltung von eingegangenen Verpflichtungen im grenzüberschreitenden Umweltschutz

hinweisen zu können. Die Entwicklung von geeigneter EDV-Software und Hardware sollte mit hoher Priorität gefördert werden. Ratsam erscheint auch eine verstärkte Förderung der Meßtechnik mit dem Ziel eines vereinfachten Einsatzes in der Verifikation klimapolitischer und umweltpolitischer Vertragsverpflichtungen.

Großen Wert besitzen für Zwecke der Verifikation **Emissionsinventare**, wie sie in CORINAIR gegenwärtig für 30 europäische Staaten erstellt und in der Klimarahmenkonvention (Art. 4(1)) für Treibhausgase vereinbart sind. Sie dienen erstens der Spezifizierung der Transport- und Dispersionsmodelle und zweitens der Kontrolle dieser Modelle und der Resultate der Luftqualitätsmessungen sowie der Datensätzen zum Energieverbrauch. Ihr Ausbau ist von den Industrieländern auch für Entwicklungsländer und für die Länder im wirtschaftlichen Übergang zu fördern.

Verifikationstechnisch ist es wichtig, daß in der Datenbank des zuständigen Datenzentrums WDCGG die **Meßwerte einzelner Meßstationen** für einen gewissen Zeitraum **identifizierbar** bleiben. Dies führt zu der Empfehlung, weiterhin Rohdaten zu speichern und die in einigen Meßnetzen geplante nationale Deklaration von Meßdaten nicht zum Verwischen von Meßwerten individueller Meßstationen führen zu lassen.

Die **Übermittlung der Meßdaten** von dem Betreiber der Meßstation an das zuständige Datenzentrum erfolgt auf einem Formular oder auf einer vorformatierten Diskette. Diese Datenkommunikation verläuft teilweise direkt und teilweise indirekt (über eine Internationale Organisation). Verifikation kann sehr diskret vorbereitet werden, indem eine **Kopie** der Daten **an eine mit zukünftigen Verifikationsaufgaben beauftragte Internationale Organisation** oder an eine Koordinierungsinstitution geht.

Politische und institutionelle Aspekte

Die **Verifikationsfähigkeit** von Luftmeßnetzen ist nicht zuletzt auch **abhängig von geographischen Gegebenheiten und politischen Grenzen**. Die Emissionsmengen von Ländern wie Luxemburg sind mit den verfügbaren Meßgeräten, Transport- und Dispersionsmodellen etc. innerhalb bestimmter Fehlermargen zumindest annähernd zu ermitteln. Die Überprüfung des Emissionsverhaltens eines sehr großen Flächenstaates wie z.B. der Volksrepublik China oder Brasiliens ist von außerhalb seiner Grenzen und allein mit Mitteln von Umweltbeobachtungsnetzen kaum möglich.

Verifikation über die Meßnetze ist also i.d.R., wie im übrigen auch in vielen Fällen die Erdfernbeobachtung, **angewiesen auf zusätzliche Informationen und Meßwerte** zu Luftschadstoffkonzentrationen **aus diesen Ländern selbst**. Dazu dienen z.B. Emissionsinventare, kommunale Betreiber von Meßstationen, eine umweltpolitisch interessierte Öffentlichkeit, Umweltexperten und NGO's. Probleme ergeben sich bei nicht demokratisch regierten Staaten, in denen die Kommunikation mit solchen Gruppen behindert wird.

Die Meßstationen werden i.d.R. nicht von Internationalen Organisationen sondern von den Staaten, Regionen und Kommunen, betrieben. Es empfiehlt sich für die Internationalen Organisationen, die diese Meßnetze leiten, eine direkte **Verbindung und Verständigung mit den Meßstationsbetreibern** zu pflegen, also auch zu den kommunalen und regionalen Betreibern. Außerdem sollte die **Zusammenarbeit mit NGO's** gepflegt und gefördert werden.

Die **Beobachtung** und Messung **der Luftverunreinigung** sowie die Vorbereitung von **Verifikation** sollte sich ausschließlich **in rein technischen Gremien** und unter Experten abspielen. Im Falle einer Befassung vorwiegend politisch bestimmter Gremien, wie z.B. der Konferenz der Vertragsparteien in einer Klimarahmenkonvention, dürften sich erhebliche Probleme einstellen.

Eine Kombination der Meßnetze erfordert auch eine Kooperation der zuständigen Internationalen Institutionen. Die Frage ist, wie die notwendige und sich in ihrer Form höchstwahrscheinlich stetig ändernde **Arbeitsteilung zwischen den Internationalen Institutionen** sowie zwischen diesen und den nationalen Einrichtungen auszusehen habe. Es geht nicht nur um UNEP, WMO, WHO, FAO etc. sondern auch um sämtliche Betreiber nationaler Meßeinrichtungen wie Kommunen, Regionen, usf. Es geht weiterhin auch um NGO's, Umweltexperten und die umweltpolitisch interessierten Teile der öffentlichen Meinung.

Es ist empfehlenswert, hierfür eine **flexible organisatorische Struktur** zu schaffen. Da notwendig mehrere Internationale Organisationen beteiligt sind, resultiert eine wichtige Aufgabe auf dem Gebiet der Initiierung und Koordination. Diese fällt traditionell in die **Rolle von UNEP**, das ihr trotz seiner unzulänglichen Machtbasis auch bis jetzt gerecht wurde. Neben der Identifizierung von regionalen und Meßparameter-bezogenen Lücken in den Meßnetzen wird hier zumindest vorläufig auch die Sammlung von Meßdaten hingehören.

Die in einer späteren Phase des Klimaregimes anfallende Aufgabe einer **politischen Bewertung der Ergebnisse** von Umweltzustandsbeobachtung und Verifikation sollte vielleicht nicht an UNEP vergeben werden. Hiermit ist sinnvollerweise eine Institution wie die **Vertragsstaatenkonferenz oder der "Subsidiary Body for Implementation" der Klima-Rahmenkonvention** zu beauftragen. Außerdem käme hier die neu zu schaffende **"Sustainable Development Commission"** oder eine UN-Sonderorganisation wie die **WMO** in Betracht, deren Rahmen allerdings z.Zt. keine Verifikationsaufgaben umfasst.

Verifikation über Meßnetze: Was bringt's?

Welche Verifikationsinstrumente für die Überprüfung der Pflichten eines Landes nach internationalen Umwelt- oder Klimaschutzvertragswerken am besten geeignet sind, kann von

Treibhausgas zu Treibhausgas, von Treibhausgassektor zu Treibhausgassektor und von Land zu Land unterschiedlich sein. Bei gegebenem Stand der Technik liegen gegenwärtig die **Stärken einer Verifikation** von Treibhausgasemissionen **über Luftmeßnetze bei CO₂**. Allerdings vermögen **in einigen Fällen andere Instrumente bei CO₂** eine **wirksamere** Verifikation zu leisten. Dies ist der Fall in solchen Sektoren, die eindeutig eine Messung der Emissionsmengen erlauben oder die eine einwandfreie statistische Berichtsgrundlage (z.B. Emissionsinventare) vorzuweisen haben.

Diese komparativen Vorteile in der Verifikationsfähigkeit direkter Verifikationsinstrumente ergeben sich aber nur in solchen Staaten, die über die entsprechende statistische Datengrundlage verfügen und auch bereit sind, diese Zahlen offenzulegen. Für die Industriestaaten Westeuropas und Nordamerikas ist somit die **Verifikation über Meßnetze** in den genannten CO₂-Emissionssektoren uninteressant. **In Entwicklungsländern** ohne ein zufriedenstellendes statistisches Berichtswesen und mit einem hohen Anteil nicht kommerziellen Energieverbrauchs ist sie **eine sinnvolle Lösung**. Dies wird so lange auch noch für Osteuropa gelten, bis CORINAIR tatsächlich zuverlässige Emissionsinventare erstellt hat, die zufriedenstellende Resultate zeigen.

Bei CH₄ und N₂O ist die **Ungenauigkeit der Meßverfahren** noch zu groß, um für Verifikation brauchbare Resultate zu erzielen. In diesem Zusammenhang ist aber darauf hinzuweisen, daß sich der **Stand der Technik** relativ **rasch ändert**. Gerade auf den Gebieten der Mikroelektronik, Sensorik und der - hier nicht behandelten - Erdfernbeobachtung ist ein rascher technischer Fortschritt zu verzeichnen. **Weniger rasch ändern sich** hingegen die **Verifikationseignung** vieler Emissionsquellen und die **Verifikationsakzeptanz**.

Daraus lässt sich die **Empfehlung** ableiten, **folgende technischen Entwicklungen und Bereiche zu fördern**, wenn Interesse an einer Verifikation klimapolitischer Vertragspflichten vorliegt: an erster Stelle die Entwicklung spezieller EDV-

gestützter Modelle des atmosphärischen Transports und der atmosphärischen Dispersion der wichtigsten Spurengase, die Sensorik sowie die relevanten Teile der Mikroelektronik und der Erdfernbeobachtung.

Unerlässlich ist es, insbesondere im Rahmen der Sonderorganisationen und Programme der Vereinten Nationen **transnationale Beziehungen aufzubauen und zu fördern zu umweltpolitisch relevanten und interessierten Gruppen** in solchen Ländern, die keine Bereitschaft zur Abgabe klimapolitischer Emissionsdaten und/oder keine funktionierenden Energie- und sonstigen relevanten Statistiken haben. Hier sind u.a. die kommunalen Meßstationsbetreiber und die NGO's angesprochen. Schließlich sollte durch die Umweltpolitik auf die Entwicklung adäquater **Emissionsinventare** in allen Unterzeichnerstaaten einer Klimakonvention gedrungen werden.

Literaturverzeichnis

Bleischwitz, R., S. Comes, K. Kaiser u.a., Rahmenbedingungen und Kriterien für langfristige Untersuchungen zur Bewertung von Reduktionspotentialen und Strategien zur Verminderung und Vermeidung energiebedingter klimarelevanter Spurengase, Studienkomplex C des Studienprogramms "Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre sowie Vermeidung und Reduktion energiebedingter klimarelevanter Spurengase" der Enquêtekommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Bonn 1990.

Bolin, B., IPCC Plans for the Future, Presentation to the sixth session of the INC, Genf, 9. Dezember 1992, S. 3.

Boutros-Ghali, Boutros, Report on the Work of the Organization from the Forty-sixth to the Forty-seventh Session of the General Assembly, United Nations (Hrsg.), New York 1992.

Comes, Stefan, Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention, Schriftenreihe "Berichte des Forschungszentrums Jülich", Nr. 2641, Jülich 1992.

Cupelin, F. und O. Zali, Case Study of Motor Vehicle Pollution and its Control in Geneva, in: Mage, David T. und Olivier Zali (Hrsg.), Motor Vehicle Air Pollution - Public Health Impact and Control Measures, Genf 1992, S. 173 - 218.

Dicke, K., Mensch, Umwelt und Natur - Zur Prinzipienbildung des Umweltschutzes im Rahmen der Vereinten Nationen, in: Vereinte Nationen, Bd. 34, Nr. 2, Kehl - Straßburg - Arlington 1985, S.59 - 62.

di Primio, J.C., Establishing Energy-Related GHG Emission Inventories for Verification Purposes: Problems and Needs, in: di Primio, J.C., G. Stein (Hrsg.) A Regime to Control Greenhouse Gases - Proceedings of a Workshop, Schriftenreihe Konferenzen des Forschungszentrums Jülich, Bd. 10, Jülich 1992, S. 145 - 154.

Dolzer, R. Die institutionelle Ausgestaltung einer Konvention zum Schutz des Klimas, Gutachten für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Mannheim 1989, S. 8.

Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Dritter Bericht zum Thema "Schutz der Erde", Bundestagsdrucksache 11/8030, Bonn, 1990.

Europäische Umweltagentur, (Hrsg.), CORINAIR - The Atmospheric Emissions Inventory for Europe, ohne Ort ohne Jahr.

Fischer, W. Die Verifikation internationaler Abkommen über Umwelt- und Ressourcenschutz - Eine vergleichende Analyse zu Instrumenten und Verfahren internationaler Verifikation am Beispiel von dreizehn Abkommen, Schriften des Forschungszentrums Jülich, ohne Nummer, Jülich 1990, S. 5.

Fischer, W., Klimaschutz und internationale Politik - Die Konferenz von Rio zwischen globaler Verantwortung und nationalen Interessen, Aachen 1992.

Fischer, W., J.C. di Primio, G. Stein, Die Verifikation einer Konvention über die Reduktion von Treibhausgasemissionen, Endbericht für das Studienprogramm "Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre" der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Jülich 1989.

Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 15. Juni 1992.

Fritsche, Uwe, Felix C. Matthes, Analyse von Datenbasen zu klimarelevanten Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland, Schriftenreihe "Internationale Treibhausgasverifikation", Band 1, Jülich 1992.

Fritz, Jan-Stefan, A Survey of Environmental Monitoring and Information Management Programmes of International Organisations, zweite Ausgabe, Neuherberg bei München, 1991.

Gemeinsame Erklärung der Teilnehmer der Internationalen Umweltschutzkonferenz in Den Haag vom 11. März 1989, in Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.), Bulletin der Bundesregierung, Nr. 27, vom 15. März 1989, Bonn 1989.

Gordon, John, Caroline Fraser, Institutions and Sustainable Development: Meeting a Challenge, London 1991.

Grubb, Michael, The Greenhouse Effect: Negotiating Targets, in: International Affairs, Bd. 66, New York 1990, S. 67 - 89.

Gündling, Lothar, UNCED und die Entwicklung des Umweltvölkerrechts, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 9, Bonn 1992, S. 251 - 256.

Handl, Günther, Environmental Security and Global Change: The Challenge to International Law, in: Yearbook of International Law, Handl G. et al. (Hrsg.), Vol. 1 1990, London - Dordrecht - Boston 1991, S. 3 - 33.

Hohmann, Harald, Die Entwicklung der internationalen Umweltpolitik und des Umweltrechts durch internationale und europäische Organisationen, in: Aus Politik und Zeitgeschehen, Nr. B-47-48/1989, vom 17.11.1989, Bonn 1989, S. 29 - 45.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 1992 IPCC Supplement, WMO, UNEP (Hrsg.), ohne Ort 1992.

Japan Meteorological Agency, World Meteorological Organization (Hrsg.), Data Reporting Manual of the WMO World Data Centre for Greenhouse Gases (WDCGG), ohne Ort, 1991.

Kaiser, Karl, Ernst Ulrich von Weizsäcker, Raimund Bleischwitz, Stefan Comes, Internationale Klimapolitik - Eine Zwischenbilanz und ein Vorschlag zum Abschluß einer Klimakonvention, Schriftenreihe Arbeitspapiere zur Internationalen Politik der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V., Bd. 65, Bonn 1991.

Kilian, Michael, Umweltschutz durch Internationale Organisationen - Die Antwort des Völkerrechts auf die Krise der Umwelt, Berlin 1987.

Kiss, A.C. Mechanisms of Supervision of International Environmental Rules, in: F. Kalshoven, P.J. Kuyper, J.G. Lammers (Hrsg.), Essays on the Development of the International Legal Order, Alphen aan de Rijn - Rockville (Ma.) 1980, S. 111.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften, WMO, IAEA (Hrsg.), European Tracer Experiment, Ispra, Genf, Wien 1992.

Lanchbery, John, Julian Salt, Limiting Climate Change: Verification of Compliance with Treaty Commitments to limit Greenhouse Gas Emissions from Forests and Land Use by remote Sensing - A Report for KFA Jülich, unveröffentlichter Entwurf, London - Bradford 1992.

Lang, Winfried, Die Verrechtlichung des internationalen Umweltschutzes, in: Archiv des Völkerrechts, 22. Band, Tübingen 1984, S. 283 - 305.

Lang, Winfried, Luft und Ozon - Schutzobjekte des Völkerrechts, in: Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, Bd. 46, Stuttgart 1986, S. 261 - 285.

Lang, Winfried, Internationaler Umweltschutz - Völkerrecht und Außenpolitik zwischen Ökonomie und Ökologie, Wien 1989.

Lascelles, D., Hot Air in Rio sows green seed, in: Financial Times, London, 29. Juli 1992, S. 10.

Lauppe, W.D., Messtechnische Erfassung klimawirksamer Gase, unveröffentlichtes Papier, Jülich 1992.

Mage, David T. und Olivier Zali (Hrsg.), Motor Vehicle Air Pollution - Public Health Impact and Control Measures, Genf 1992.

Nitze, W.A., The Greenhouse Effect: Formulating a Convention, o.O. 1990.

Organisation for Economic Cooperation and Development / Environment Directorate (Hrsg.), Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks - Final Report from OECD Experts Meeting, 18 - 21 February 1991, Prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris 1991.

Porter, Gareth, Janet Welsh Brown, Global Environmental Politics, Boulder - San Francisco - Oxford 1991.

Randelzhofer, A., Vergleichbare Abkommen - rechtliche Analyse, Gutachten für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages, Berlin 1989.

Senghaas, Dieter, Weltinnenpolitik - Ansätze für ein Konzept, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 22, Bonn 1992, S. 643 - 652.

Speth, J.G. A Post Rio Compact, in: Foreign Policy, New York 1992, S. 145 ff.

Swart, R.J., H. de Bois, J. Rothmans, Targeting Climate Change, in: International Environmental Affairs, Bd. 1, Nr. 3, Hanover (NH) 1989, S. 222 - 234.

Tomuschat, Christian, Stärkung der Vereinten Nationen, in: Die Internationale Politik 1989/1990 - Jahrbücher der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik, München 1992, S. 435 - 451.

Tomuschat, Christian, Die Zukunft der Vereinten Nationen, in: Europa Archiv, Bd. 47, Nr. 2, Bonn 1992, S. 42 - 50.

United Nations Environment Programme (Hrsg.), UNEP Profile, Nairobi 1990.

United Nations Environment Programme (Hrsg.), GEMS Global Environment Monitoring System, Nairobi 1990.

United Nations Environment Programme (Hrsg.), Urban Air Pollution, Nairobi 1991.

United Nations Environment Programme - Steering Committee for Conservation and Management of the Environment and Natural Habitats, Environment for Europe - UNEP's Programme of Collaboration in Europe, ohne Ort 1992.

United Nations Environment Programme (Hrsg.), Environmental Data Report, 3. Ausgabe, Oxford 1991.

User, Günther, Die UNO - Aufgaben und Strukturen der Vereinten Nationen, 5. Auflage, München 1992.

WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS/Air - The Next Decade 1992 - 2001: Proposals for a revised Global Programme for Urban Air Pollution Monitoring and Assessment, Genf, 27. September 1991.

WHO (Hrsg.), Air Monitoring Programme Design for Urban and Industrial Areas, Genf 1977.

WHO, UNEP (Hrsg.) GEMS - Urban Air Pollution Monitoring - Report of a Meeting of UNEP/WHO Government-Designated Experts, Geneva, 5 - 8 November 1991.

WHO (Hrsg.) WHO/UNEP Consultation on GEMS/Air Data Handling Activities, 26 - 29 September 1989, Genf 1990.

WMO (Hrsg.), Actions Required in the Establishment and Operation of a Global Station under the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) Programme, ohne Ort, ohne Jahr, Annex-Appendix C.

WMO (Hrsg.), The Global Atmosphere Watch, Fact Sheet No. 3, ohne Jahr, ohne Ort.

WMO (HRSG.), Resolution 5.1/1 (EC-XLIV) - Technical Regulations of the World Meteorological Organization, Ohne Jahr, ohne Ort.

WMO (Hrsg.) Report of the WMO Meeting of Experts to Consider the Aerosol Component of GAW in Boulder (Col.) 16 - 19 December 1991, Schriftenreihe Global Atmosphere Watch No. 79, WMO/TD-No. 485, ohne Ort, ohne Jahr.

WMO (Hrsg.), Summary Report on the Status of the WMO Global Atmosphere Watch Stations as at 31 December 1990, Schriftenreihe "Global Atmosphere Watch No. 66, ohne Ort und Jahr.

WMO (Hrsg.), Pre-Requisites for the successful Establishment and Operation of a Regional Station under the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) (June, 1992 update), ohne Ort, 1992.

Yearbook of International Law, Günther Handl, Lothar Gündling, Linda A. Malone, Charles O. Okidi (Hrsg.), Vol. 1, 1990, London - Dordrecht - Boston 1991.

Der Autor

Dr. Stefan F. Comes

Geboren 1951, Studium der Wirtschaftswissenschaften an den Universitäten Saarbrücken, Genf und Köln. Promotion in Agrarpolitik an der Universität Bonn. Mitarbeiter der Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V., Bonn und des Instituts für Agrarpolitik der Universität Bonn. Seit 1987 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Forschungsinstituts der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V.

Bisher in der Reihe "Internationale Treibhausgasverifikation" erschienene Arbeiten:

- Nr. 1 Uwe Fritsche/Felix C. Matthes:
Analyse von Datenbasen zu klimarelevanten Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland. Jülich 1992 (KFA).
- Nr. 2 Stefan Comes:
Institutionelle Fragen der Verifikation im Zusammenhang mit einer internationalen Klimakonvention. Jülich 1992 (KFA).
- Nr. 3 Manfred Efinger/Helmut Breitmeier:
Zur Theorie und Praxis der Verifikation einer globalen Klimakonvention. Jülich 1992 (KFA).
- Nr. 4 Wolfgang Fischer:
Climate protection and international policy. The Rio-conference between global responsibility and national interests. Jülich 1993 (KFA).
- Nr. 5 Stefan Comes:
Umweltmeßnetze: Hilfsmittel der Verifikation in einem internationalen Klimaregime

Jül-2741
März 1993

ISSN 0366-0885