

Kursbuch

Kursbuch/Rotbuch Verlag · Juni 1989 · Heft 96 · DM 10 · A 20281 F

Elemente II: Luft

Reinhard Breuer, Atemnot

Rudolf von Woldeck, Atmosphärenkunde

Peter Fabian, Blick in das Ozonloch

Petra Thorbrietz, Waldesluft

Hartmut Graßl, Sorgen um das Klima

Heinz Bingemer, Spurensuche

James E. Lovelock, Das Atmen der Erde

Jost Auf der Maur, Basler Mitgift

Kluge/Schramm, Geschichte der TA Luft

Joachim Kahlert, Herr über Wolken

Hans Pleschinski, Unter der Gasmaske

Johann Wolfgang Goethe, Wolkenbilder

Friedrich Wilhelm Korff, Über Luft

Karl Markus Michel, Luftgeister

Exkurse: Ein Nachruf für die Schublade/

Orküstour/ABC-Markt/Weltraumdreck

Kursbuch

Herausgegeben von Karl Markus Michel und Tilman Spengler

Unter Mitarbeit von Hans Magnus Enzensberger

Redaktion: Ingrid Karsunke

96 Elemente II: Luft

Juni 1989

- Reinhard Breuer*, Atemnot 1
Rudolf von Woldeck, Die Ordnung der Atmosphäre 10
Peter Fabian, Ozon – Innenansicht eines Lochs 27
Petra Thorbrietz, Waldesluft. Besuch bei einem Forstökologen 39
Aus der Luft gegriffen. Gespräch mit dem Klimaforscher Hartmut
Graßl 47
Heinz Bingemer, Spurensuche 59
James E. Lovelock, Das Atmen der Erde. Ein geophysiologisches
Modell 69
Jost Auf der Maur, Basler Mitgift 85
Thomas Kluge/Engelbert Schramm, Vom Himmel hoch. Eine
Geschichte der TA Luft 91
Joachim Kahlert, Herr über Wolken. Schwierigkeiten bei der Begrün-
dung eines Forschungsprogramms 111
Hans Pleschinski, Im Dunstkreis der Gasmasken 127
Johann Wolfgang Goethe, Zirrus, Kumulus, Stratus, Nimbus 138
Friedrich Wilhelm Korff, Über Luft 142
Karl Markus Michel, Zwischen Himmel und Erde. Ein Geister-
zug 153
Exkurse: Ein Nachruf für die Schubode 173 / Orkustour 175 / ABC-
Markt 179 / Welttraumdeck 182

K 1246

Das Kursbuch erscheint einmal im Vierteljahr. Jedes Heft kostet im Jahresabonnement DM 8,50, im Einzelverkauf DM 10. Verlag: Kursbuch Verlag GmbH/Rotbuch Verlag GmbH, Potsdamer Straße 98, 1000 Berlin 30; Telefon 261 1196. Anschrift der Redaktion: Kursbuch Verlag, Niebuhrstraße 77, 1000 Berlin 12, Telefon 881 5059. Die Redaktion lädt zur Einsendung von Manuskripten ein, bittet jedoch darum, Rückporto beizufügen; sie erklärt, daß sie solche Sendungen in der Regel nicht kommentieren und keine Haftung für sie übernehmen kann. Verantwortlich für den Inhalt: Karl Markus Michel und Tilman Spengler. Anzeigenverwaltung: Runze & Casper Verlagsservice OHG, Schöneberger Ufer 65, 1000 Berlin 30, Telefon 030/261 1865, Fax: 030/261 1869.

© 1989 Kursbuch Verlag, Berlin. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, für sämtliche Beiträge vorbehalten.

Druck und Bindung: Druckerei Wagner GmbH, Nördlingen.

Beilagen: Flensburger Hefte, Freiabonnements für Gefangene e.V.,

»Kirschkerne« Buchversand (Teilbeilage), Rotbuch Verlag



Joachim Kahlert

Herr über Wolken

SCHWIERIGKEITEN BEI DER BEGRÜNDUNG
EINES FORSCHUNGSPROGRAMMS

Heute würde es wohl lange dauern, vielleicht auch hoch hergehen. Prof. Dr. Heinz-Richard Rensrel, Präsident des noch jungen »Bundesinstituts für das Management von Umweltkrisen« (BUMAN), machte sich auf den Weg zum Sitzungssaal. Gleich würde dort die Konferenz der Abteilungsleiter seines Instituts über die Schwerpunkte für die Vergabe der Sonderforschungsmittel ZULU (Zukunft Luft) beraten. Vor einigen Wochen hatte die Bundesregierung seine Behörde beauftragt, ein Forschungsprogramm auszuarbeiten, das Erkenntnisse über geeignete Strategien zur raschen Verminderung von Gefahren der Luftverschmutzung erwarten ließe. Eine dankbare Aufgabe, wie Rensrel zunächst geglaubt hatte: der Rahmen zur Finanzierung von Projekten war großzügig bemessen, Anschlußaufträge sollten möglich sein. Und weil man mittlerweile auch in Bonn gelernt hatte, daß eine allzu frühe Orientierung an Sachzwängen die guten Ideen im Dschungel von Realitätssinn und Kompromissen erstickte, hatte man ihn ausdrücklich darum gebeten, seine Vorschläge ohne Rücksicht auf etablierte Interessen und Macht auszuarbeiten.

Wie ein Herr über den Wolken, so war Rensrel sich zunächst vorgekommen. Um sich einen Überblick über den Stand der Forschung zu verschaffen, hatte er Expertisen über die bekannten und vermuteten Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit in Auftrag gegeben und sich von Ingenieuren und Technikern über erfolgversprechende Entwicklungen auf dem Gebiet der Luftreinhaltung aufklären lassen. Da er sich den Horizont nicht von vornherein mit seiner Vorliebe für technische Lösungen einengen wollte, war Rensrel mit Spitzenvertretern von Umweltverbänden, des Öko-Instituts und Delegierten aus Alternativprojekten zusammengetroffen, so daß er nun etliche Szenarien über den Umbau der Industriegesellschaft kannte. Und er hatte einen angesehenen Professor für Naturphilosophie, Senator a. D., konsultiert, um die Kritik am »anthropozentrischen Weltbild« sowie das Plädoyer für einen »Frieden mit der Natur« aus erster Hand erläutert zu bekommen.

Doch je mehr Rensrel wußte, je mehr Standpunkte er zu berücksichtigen

suchte, umso schwerer fiel es ihm, weise Entscheidungen über die Arbeitsschwerpunkte für ZULU vorzubereiten. Eine Zeitlang hatte er sich wie zwischen zwei Welten hin- und hergerissen gefühlt. Sollte er den Verlockungen der Utopie und ihrem »erbarmungslosen Optimismus« (Hans Jonas) über die Fähigkeiten und Eigenschaften der Menschen folgen und die zur Verfügung stehenden Forschungsmittel auf die Entwicklung von Modellen ökologisch angepaßter Lebens- und Arbeitsformen konzentrieren? Oder war es nützlicher, Forschungslücken zu beseitigen, zum Beispiel was die Auswirkungen von Bleibelastungen auf Kinder, das Ausmaß der Krebsgefährdung durch Luftschadstoffe oder die gesundheitlichen Gefährdungen durch die Schadstoffbelastung der Luft in Wohnräumen betrifft? Aber vielleicht müßte er doch eher handfeste Verbesserungen auf den Weg bringen, zum Beispiel die Bemühungen der Energiewirtschaft um effizientere und deshalb schadstoffärmere Feuerungsanlagen unterstützen. Und wenn die jüngsten Prognosen über den drohenden Treibhauseffekt zutreffen sollten, wäre es dann nicht dringlich, die Chancen für eine drastische und vor allem weltweite Reduzierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe zu erkunden? Selbstverständlich hatte Rensrel auch die BUMAN-Abteilungen um vorläufige Stellungnahmen gebeten. Viele Anregungen waren so zusammengekommen, allerdings noch sehr geprägt von den speziellen Interessen des jeweiligen Sachgebietsleiters. Eine Prioritätenliste ließ sich daraus noch nicht anfertigen. Zwar gaben sich einige seiner Damen und Herren Direktoren überzeugt, daß ihre Vorschläge der Menschheit, wenigstens der Gesellschaft besonders dienen würden. Aber mancher hatte da wohl den distanzierten Blick eines Beobachters der Gesellschaft mit dem Aussichtsturm auf dem Gipfel der Erkenntnis verwechselt. Gerade weil er, Rensrel, den geballten Sachverstand aus den verschiedenen Fachgebieten koordinieren mußte, war ihm mittlerweile klargeworden, daß der Überblick über das Ganze, und damit die Rechtfertigung von Entscheidungen mit guten Absichten, nur als Einbildung zu haben war. Heute, endlich, sollten die Vorentscheidungen für ZULU getroffen werden. Leicht wollte es Rensrel den Kolleginnen und Kollegen nicht machen:

Verehrte Damen, meine Herren! Bevor wir in die Debatte über Ihre Vorschläge für das Projekt ZULU einsteigen, möchte ich Sie bitten, einige Probleme mit mir zu teilen, die mich bei der Vorbereitung auf unsere heutige Sitzung beschäftigt haben. Vorher darf ich ihnen ein paar Fakten in Erinnerung rufen.

Allein in der Bundesrepublik strömen jährlich etwa 2,2 Millionen Tonnen Schwefeldioxid, 3 Millionen Tonnen Stickoxide und 8,9 Millionen Tonnen

Kohlenmonoxid aus Schloten, Schornsteinen und Auspufftöpfen in die Luft. Hinzu kommen eine halbe Million Tonnen Staub – Ruß, Flugasche, Kohle- und Zementteilchen, feinverteilte Schwermetalle, der Abrieb von Autoreifen und Bremsbelägen – sowie 2,4 Millionen Tonnen organischer Verbindungen: Rückstände aus unzureichend verbranntem Kraftstoff; beim Tanken verdunsteter Treibstoff; leichtflüchtige Lösungsmittel aus Farben, Lacken, Klebern, Verdünnern; Abgase der Chemie- und Mineralölindustrie. Nicht zu vergessen die etwa 200 Millionen Tonnen Kohlendioxid, das Gas, das bei jeder Verbrennung kohlenstoffhaltigen Materials, ob Koks, Erdöl, Benzin, Erdgas, Holz oder Papier, entsteht.¹ Die möglichen Wirkungen dieser Beigaben zur Atemluft reichen von Reizungen der Bronchien über Nierenschäden bis hin zur Auslösung von Lungenkrebs. Und sollten sich die Prognosen über den Treibhauseffekt und über die Abnahme der Ozonkonzentration in der Stratosphäre bewahrheiten, dann nehmen wir mit der Verbrennung fossiler Energieträger und mit der Produktion chlorhaltiger Treibgase einen Kredit auf die Zukunft, der vielleicht schon von unseren Kindern, bestimmt aber von unseren Enkeln mit einem Anstieg der Todesfälle durch Hautkrebs sowie mit einem Verlust von landwirtschaftlichen Nutzflächen und besiedelbarem Land bezahlt werden muß. So ist sie voller Gefahren, die dicke Luft, und wir sollen helfen, das zu verändern. Aber womit fangen wir an, oder, genauer gefragt, wem sollen wir zuerst nützen?

Damit ich Ihnen meine Frage verständlich machen kann, möchte ich das Gefährdungspotential ordnen. Als Ordnungsmerkmale wähle ich die zeitliche Dimension der Gefährdung und die Möglichkeiten und Grenzen der gezielten Gefahrenabwehr. Wie mir scheint, kann ich Ihnen unser Risiko, falsche Entscheidungen zu treffen, so am besten verdeutlichen.

1. Das alltägliche Gefahrenroulette

»Hol' jetzt Luft und leide später, aber wahrscheinlich geht es gut«, das ist, in Kurzfassung, der Trost, den die Statistik dem gesunden Durchschnitts-atmer bietet. Die Luft mag voller Schadstoffe sein, aber sie macht die allermeisten Menschen nicht akut krank. Und sieht man von den besonderen Belastungen derjenigen ab, die sich längere Zeit in den Abgasschwaden des dichten Straßenverkehrs aufhalten müssen, dann spüren Erwachsene in der Regel auch keine Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, die offenkundig auf schmutzige Luft zurückgingen. Das ändert sich, wenn das Klima mal nicht mitspielt, kein Wind weht und eine Inversionswetterlage den üblichen

Auftrieb bodennaher Luftschichten verhindert. Die in Ballungsräumen hohen Emissionen an Staub, organischen Verbindungen, Stickoxiden und Schwefeldioxid brauen sich zum Smog zusammen, der die Sterberate unter älteren Menschen mit Herz- und Lungenerkrankungen erhöhen *kann*. Krankenhäuser müssen an solchen Tagen mehr Patienten mit Atemwegserkrankungen und mit Herz-Kreislaufstörungen als üblich aufnehmen.²

Möglicherweise sind kleine Kinder schon von geringeren Schwankungen der »Normalbelastung« bedroht, denn es ist nicht auszuschließen, daß zu dem Bündel von Auslösefaktoren für den gefürchteten Pseudokrupp neben Viren, der Luftqualität von Innenräumen, Wohnbedingungen auch umweltrelevante Konzentrationen an Schwefeldioxid eine Rolle spielen, zumindest bei besonders veranlagten Kindern.³ Ganz sicher wiederum gehören Kleinkinder zu jenem Kreis von Personen, deren Gesundheit von Stäuben aus Bleihütten und bleiverarbeitenden Betrieben am meisten gefährdet ist.

Inwieweit auch gesunden Erwachsenen die Normalluft schlecht bekommt, wissen wir nicht. Immerhin birgt die Arbeit mit Lacken, Farben und Klebern in Innenräumen Gefahr, denn ausdampfende Lösungsmittel *können* das Gehirn, das Nervensystem, Leber und Nieren schädigen. Niemand kommt vorbei an der Gefährdung durch die Allgegenwart krebserzeugender Stoffe, wie Benzol aus den Emissionen des Straßenverkehrs oder polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAH), die bei der unvollständigen Verbrennung von Kohle, bei der Kokserzeugung und bei der offenen Abfallverbrennung in die Luft gelangen. Und Asbeststaub steht im Verdacht, allein in der Bundesrepublik für rund 1000 Krebstote pro Jahr verantwortlich zu sein.⁴

So ist Gefahr allgegenwärtig, aber nicht für alle Menschen gleich. Ob Luft holen krank macht, hängt natürlich von der Konzentration der potentiell schädlichen Stoffe ab, die man gezwungen ist einzuatmen. Aber der Grundsatz des Paracelsus: »Sola dosis facit venenum« – allein die Dosis macht das Gift – enthält nicht die ganze Wahrheit. Eine Dauerbelastung mit niedrigen Konzentrationen kann sich anders auswirken als eine kurzzeitige Belastung mit höheren Konzentrationen. Selbst wenn die verabreichten Schadstoffmengen unterm Strich gleich groß sind, die Wirkung ist im Endeffekt verschieden. Zudem beeinflussen das Lebensalter, der allgemeine Gesundheitszustand und körperliche Aktivitäten die individuelle Empfindlichkeit gegenüber – Luft. Die übers Jahr gemittelte Luftqualität eines Stadtteils mag für alle gleich sein, doch welche Wirkung sie auf den einzelnen hat, hängt auch davon ab, zu welcher Zeit er sich wie lange dort aufhält und was er treibt: Auf der Hauptverkehrsstraße zu bummeln bringt eine geringere

Belastung, als dort schwere körperliche Arbeit zu verrichten. Schließlich zeigt ein Blick in die Statistiken der Berufsgenossenschaften, daß Angehörige bestimmter Berufsgruppen nach wie vor den größten Preis für die Verschmutzung der Luft bezahlen. So haben zum Beispiel Nickelstäube am Arbeitsplatz zu Lungen- und Nasenkrebs geführt. Wer beruflich regelmäßig mit Ruß, Teerdämpfen und Kokereiabgasen in Berührung kommt, hat ein größeres Krebsrisiko als der Durchschnittsbürger. Staub am Arbeitsplatz begünstigt die Entstehung chronischer Bronchitis. Und rund zwei Drittel der jährlichen Asbesttoten sind Opfer ihres Berufes.⁵

Fassen wir zusammen: die populär zu werden drohende These »Smog ist demokratisch« (Ulrich Beck) stimmt nicht. Die Luft mag für alle gleich sein, doch ihre Wirkung unterliegt dem Diktat der kleinen und großen Unterschiede in den Lebensumständen, die gesellschaftlich bedingt sind, aber individuell ausgebadet werden.

Was ist zu tun? Wissenschaftlicher Fortschritt kann der Verminderung von Gefahren auf dreifache Weise nützen: Aufklärung derjenigen Einflüsse, die aus gleichen Schadstoffbelastungen unterschiedliche Effekte machen; Präzisierung von Wahrscheinlichkeitsaussagen zur Beschreibung der Beziehungen zwischen Schadstoffkonzentrationen, individuellen Lebensumständen und Schadstoffwirkungen; Entwicklung von Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung. Das stellt uns vor die Qual der Wahl:

(a) Wir versuchen gerecht zu sein und verteilen unsere Forschungsmittel zur Klärung möglichst vieler offener Fragen⁶: Beschreibung der Belastungssituation der Bevölkerung in der Nähe besonderer Emittenten wie Müllverbrennungsanlagen, Erzhöfen, Lackierereien, Chemiebetriebe; Quantifizierung der Gesundheitsrisiken; systematische Messungen zur Erfassung von Luftbelastungen in Innenräumen; Verbesserung der Erkenntnisse über die Gefährdung von Risikogruppen durch die »Normalbelastung«. Der Wissenszuwachs würde gezieltere Maßnahmen zum Schutz besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen ermöglichen, aber mit der Streuung unserer Mittel gingen wir das Risiko ein, einzelne Projekte nicht wirksam genug unterstützen zu können.

(b) Wir setzen Schwerpunkte – und nehmen das Risiko in Kauf, die falschen Projekte zu unterstützen. Vielleicht wäre eine andere als die von uns beschlossene Mittelverteilung im Endeffekt wirksamer gewesen, weil mehr Menschen davon profitiert hätten. Aber selbst wenn wir den tatsächlichen Nutzen einzelner Projekte vorhersehen könnten: Mit welchem Recht würden wir uns entscheiden, mehr für die Entwirrung des Ursachenbündels bei Pseudokrapp als für die Aufklärung des Gesundheitsrisikos von Bleihüttenarbeitern zu tun?

(c) Wir denken praktisch und investieren unsere Mittel zur Förderung erfolgversprechender Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung.⁷ Wieder stellt sich die Frage der Effektivität: Gehen wir in die Breite und unterstützen Maßnahmen zur Entstickung des Straßenverkehrs und zur Entgiftung von Industrieabgasen? Oder dient es dem Gesundheitszustand der Bevölkerung auf Dauer mehr, den Einfluß von Ofenkonstruktionen auf den Gehalt an krebserregenden Verbindungen in den Abgasen von Ölheizungen untersuchen zu lassen? Wäre es wirksamer, die Entwicklung von wirtschaftlich tragbaren Filtermedien zur Abscheidung von Schadgasen aus den Emissionen von Kleinbetrieben zu fördern? Oder sollten wir die gesamten Mittel nicht eher unseren östlichen Nachbarn zur Verfügung stellen, zweckgebunden für die Entschwefelung von Braunkohle-Kraftwerken?

Was wir auch tun, wir machen immer zugleich etwas Nützliches und etwas Falsches. Wollen wir gerecht sein, sind wir wahrscheinlich ineffektiv; setzen wir Schwerpunkte, sind wir ungerecht. Forschen wir über Wirkungen, tun wir nichts für die Reduktion der Schadstoffe, und wollen wir praktische Maßnahmen unterstützen, müssen wir damit rechnen, die Mittel zu vergeuden, weil wir nicht genug über das Gefährdungspotential einzelner Schadstoffe wissen. Weise Entscheidungen sind gefragt, aber kompliziert, und der Blick in die Zukunft macht es uns nicht leichter.

2. Was noch auf uns zukommt: das Ozonloch

Vor 15 Jahren als Warnung in die Welt gesetzt, lange umstritten, zur Zeit weltweit anerkannt, hat das drohende Ozonloch den Weg in die Tagesordnung der Staatsgeschäfte gefunden – und da gehört es auch hin. Wenn es stimmt, »daß eine alarmierende Veränderung sowohl in der Stratosphäre über der Antarktis als auch in der globalen Atmosphäre stattfindet«⁸, dann sind die derzeitigen internationalen Konferenzen nur die Vorboten eines globalen Krisenmanagements: eindämmen, was nicht mehr aufzuhalten ist.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), reaktionsträge Gase, in der Regel unbrennbar und nicht besonders giftig, daher jahrzehntelang als Treibmittel in Spraydosen, bei der Kunststoffverschäumung sowie als Löse- und Kühlmittel geschätzt, schwirrten bereits zu vielen Millionen Tonnen um die Erde, als 1974 amerikanische Wissenschaftler den Angriff dieser Gase auf das Ozon in den oberen Luftschichten vorhersagten. Die chemisch stabilen, langlebigen Gase entfalten ihre Wirkung erst in den luftigen Höhen der Ozonschicht, weil die starke UV-Strahlung sie dort zersetzt. Dabei freiwer-

dende Chlorteilchen reagieren mit Ozon. Es läuft eine Reaktionskette ab, an deren Ende Ozon fehlt, das Chlorteilchen aber wieder da ist – und erneut Ozon angreift. Zig-, ja hunderttausendmal kann ein Chlorteilchen diesen Prozeß durchlaufen, bis es einen Reaktionspartner findet, mit dem es eine stabile Bindung eingeht. Daß dadurch die Ozonschicht angegriffen wird, ist einleuchtend, aber leider viel zu einfach, denn in der stratosphärischen Ozonküche mischen viele Einflüsse mit: natürliche, wie Klimaschwankungen, Sonnenfleckenzyklen, Staub von Vulkanausbrüchen; menschliche, wie Stickoxide aus hochfliegenden Flugzeugen und Methan, freigesetzt aus Reisfeldern und bei der Viehhaltung.

Zur Zeit gibt es kein Modell, mit dem sich das Zusammenspiel aller Einflüsse auf die Ozonschicht erfassen ließe. Manche Modelle beschreiben die in der Atmosphäre ablaufenden chemischen Reaktionen sehr gut, vernachlässigen aber Klimaschwankungen und vereinfachen die Wirkung der Sonnenstrahlung. Modelle, die auch die geographische Länge und Breite und damit Luftzirkulationen sowie die unterschiedliche Intensität der Solarstrahlung berücksichtigen, können dagegen die Vielzahl chemischer Prozesse nicht zufriedenstellend einbeziehen.⁹ So weiß niemand genau, wie schnell der Ozonabbau voranschreitet, aber sicher ist, daß es gefährlich wird: Die Ozonschicht hält den größten Teil der ultravioletten Sonnenstrahlung (UV-Strahlung) zurück, die ständig in die Lufthülle der Erde eindringt. Und weil UV-Strahlung lebende Zellen schädigt, führt eine Abnahme des Ozons zu einer Zunahme von Hautkrebsfällen und Augenerkrankungen (Katarakte) sowie zu Schwächungen des menschlichen Immunsystems. Außerdem stört eine härtere UV-Strahlung die Photosynthese der Landpflanzen und die Nahrungskette in den Weltmeeren, was einen Rückgang der Weltproduktion von Nahrungsmitteln mit sich bringen wird.

Als grobes Richtmaß für die Wirkung des Ozonabbaus gilt, daß der Verlust von einem Prozent Ozon dort oben zu einer um zwei Prozent wirksameren UV-Bestrahlung hier unten führt. So wäre bei einem um zehn Prozent verminderten Ozongehalt allein in der Bundesrepublik mit 20 000 zusätzlichen Hautkrebsfällen pro Jahr (ohne Melanome) zu rechnen. Diese Ozonverluste liegen im Rahmen heutiger Prognosen, die einen globalen Ozonschwund von fünf bis zwanzig Prozent bis zum Jahre 2025 erwarten lassen, variierend mit den Annahmen über die Entwicklung des weltweiten FCKW-Verbrauchs und mit der Qualität der benutzten Modelle.

Zusammengefaßt: es kommt was auf uns zu, wir wissen nicht genau wie schnell, aber gewiß werden sich die Lasten für die Welt ungleich verteilen, denn die Ozonverluste wachsen vom Äquator zu den Polen an. Und der

Rückgang der Weltproduktion an Nahrungsmitteln wird vor allem jenen Teil der Menschheit treffen, dem wir bereits heute nicht genug zum Überleben lassen.

Wohin mit unseren Forschungsmitteln?

(d) Auf der Hand liegt die Unterstützung von Projekten, die rasch wirksame Strategien für einen weltweiten Ausstieg aus der FCKW-Nutzung erkunden. Je weniger von diesen Gasen in die Luft entweicht, umso größer ist die Chance, daß der Ozonabbau maßvoll ausfällt. Denken wir pragmatisch, dann sollten wir Vorhaben fördern, die möglichst rasch technische Alternativen zur bisherigen FCKW-Verwendung erwarten lassen: Ersatzgase für die Kühltechnik und zum Aufschäumen jener Kunststoffe, die als Füllung von Matratzen und Autositzen sowie als Isolationsmaterial am Bau, in der Kältetechnik und für Fernwärmerohre Verwendung finden; Reinigungsmittel für die Grob- und Präzisionsreinigung in der Elektroindustrie; und nicht zuletzt Verfahren zur Rückgewinnung der Millionen Tonnen FCKW, die weltweit in Kunststoffschäumen gespeichert sind und sich in den Aggregaten von Kühlschränken befinden. – Aber müßten wir nicht auch erkunden, welche politischen und ökonomischen Zugeständnisse Länder wie Indien und China dazu bewegen könnten, sich internationalen Vereinbarungen zur Reduktion der FCKW-Produktion anzuschließen? Selbst wenn nur ein kleiner Teil der Weltproduktion dieser Gase unreguliert bliebe, könnte das auf Dauer die Einsparbemühungen kompensieren. Allein für China rechnet man mit einer Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs an FCKW bis zum Jahre 2000 auf das Vier- bis Fünffache des heutigen Niveaus.

(e) Zukunftsorientiertes Handeln ersetzt vorausschauendes Wissen nicht: Mit der Reduktion des FCKW-Verbrauchs läßt sich der drohende Ozonabbau eindämmen, sicher nicht aufhalten, denn es befinden sich bereits zehn, vielleicht zwanzig Millionen Tonnen FCKW in der Atmosphäre. Nach und nach erreicht ein wachsender Anteil dieser Verschmutzungen auch die in etwa 15 km Höhe beginnende Ozonschicht. In welchen Regionen der Welt wird die UV-Strahlung besonders ansteigen? Was bedeutet das für die Nahrungsmittelproduktion, was für das internationale Konfliktpotential? Wenn wir die Annahme teilen, daß Maßnahmen zur Eindämmung von Folgen des nicht mehr aufzuhaltenden Ozonabbaus desto wirksamer sind, je eher man weiß, was und wieviel auf die Welt zukommt, dann müßten wir auch über die Investition unserer Mittel für die Verbesserung von Prognosen nachdenken. Bisher verschwimmen die zu erwartenden Folgen des Ozonabbaus noch im Nebel globaler Modellrechnungen. Um genauer zu sehen, wären unter anderem umfangreiche Messungen zur Ermittlung der Ozonvertei-

lung über den Meeren und den Kontinenten sowie entlang der Breitengrade erforderlich. Wir könnten die Entwicklung gekoppelter Klima- und Chemiemodelle zur Beschreibung der stratosphärischen Ozonküche fördern und die Aufklärung über Herkunft und Verbleib derjenigen Spurenstoffe unterstützen, die, wie Methan, Halogenverbindungen, Stickoxide, ebenfalls am Abbau des Ozons beteiligt sind.

(f) Wenn wir kommenden Generationen helfen wollen zu bewältigen, was wir angerichtet haben, müssen wir auch frühzeitig über Möglichkeiten zur Kompensation der nicht mehr abzuwehrenden Folgen des Ozonabbaus nachdenken. Was kann man bereits heute tun, um einer drohenden Schwächung des menschlichen Immunsystems vorzubeugen? Welche Möglichkeiten bestehen zum Schutz von Kulturpflanzen? Wie läßt sich der Verlust an Ernteerträgen ausgleichen? Unterstützen wir Forschungen über den möglichen Rückgang der Biomasseproduktion in den Weltmeeren oder besser Untersuchungen, die die Folgen erhöhter UV-Strahlung auf Kulturpflanzen in Kombination mit anderen Streßfaktoren wie Insektenbefall und Krankheiten erkunden?

Wir können dem Dilemma unseres unvollständigen Wissens über die Zukunft nicht entgehen: Sollen wir, guten Absichten folgend, praktische Maßnahmen fördern, in der Hoffnung, daß sie rasch wirken? Oder sollen wir helfen, Wissenslücken zu schließen, in der Hoffnung, dann wirksamere Maßnahmen zu finden? Doch urteilen wir nicht zu schnell, denn wie groß das Ozonloch auch immer wird, darunter brauen sich die Treibhausgase zusammen.

3. Die globale Krise: der zusätzliche Treibhauseffekt

Das Leben auf der Erde hat sich nicht trotz, sondern wegen des Treibhauseffekts entwickelt. Ohne die wärmespeichernde Wirkung von Wasserdampf, Wolken und den in der Atmosphäre vorhandenen Spurengasen wie Kohlendioxid wäre die Erde weitgehend vereist. Statt etwa $+15^{\circ}\text{C}$ würde die globale Durchschnittstemperatur in Bodennähe -15°C betragen. Allerdings sind wir dabei, den Treibhauseffekt zu übertreiben. Alleine die Verbrennung von Kohle, Erdölprodukten und Gas setzt jährlich über 20 Milliarden Tonnen Kohlendioxid frei, ein bis zwei Milliarden Tonnen kommen pro Jahr durch die Brandrodung tropischer Wälder hinzu. Zwar dient ein Teil dieses Kohlendioxids dem Wuchs von Pflanzen. Ein anderer Teil löst sich im Wasser und verschwindet in den Tiefen der Weltmeere. Aber es bleibt genug übrig, um den Kohlendioxidgehalt der Luft Jahr für Jahr um

0,4 Prozent heraufzusetzen. Weitere Treibhausgase kommen dazu: Methan, das aus Mülldeponien, von Reisfeldern, bei der Viehhaltung und bei der Verbrennung von Biomasse entweicht; FCKW sowie Stickoxide, freigesetzt im Straßenverkehr und aus mineralischem Stickstoffdünger.

Vorhersagen über den zu erwartenden Temperaturanstieg variieren wieder mit den Annahmen über die Emissionsentwicklung und mit den Fehlerquellen der zugrundeliegenden Klimamodelle. Weitgehend akzeptiert scheint die Prognose zu sein, daß die Durchschnittstemperaturen in den nächsten 50 bis 100 Jahren zwischen 1,5°C und 4,5°C ansteigen, wenn der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre so weiter wächst wie bisher. Die möglichen Folgen: ein Anstieg des Meeresspiegels – bis zu fünf Metern, wenn das westantarktische Schelfeis schmelzen sollte; Verschiebung der Vegetationszonen; Verlust landwirtschaftlicher Nutzflächen; stärkere Wasserverdunstung in vielen Regionen der Erde, was die Wasserversorgung der Bevölkerung sowie das Überleben gewachsener Ökosysteme bedroht. Doch hüten wir uns vor der falschen Gleichmacherei jener, die von den Gefahren für »die Menschheit« reden. Der Temperaturanstieg mag weltweit zu mitteln sein – die Folgen sind es nicht: Die zu erwartenden Konflikte um die Verteilung der verbleibenden Ernteerträge, um besiedelbares und landwirtschaftlich nutzbares Land werden die reichen Länder für sich entscheiden. Vom Anstieg des Meeresspiegels sind besonders die tropischen Küstenländer, allen voran Bangla Desh und Java, bedroht, wo schon heute die Mittel fehlen, um die Küsten mit Deichen zu sichern.

Glaubt man den Modellrechnungen, dann ist die Verbrennung fossiler Energieträger bis zum Jahre 2050 weltweit um 50 Prozent zu reduzieren, um die Erhöhung der Durchschnittstemperaturen auf 1°C bis 2°C zu beschränken. Zudem müßten bis zum Jahre 2000 die FCKW-Emissionen und der Raubbau an tropischen Regenwäldern eingestellt sein. Weltweite Lösungen sind gesucht, die uns vor eine Fülle offener Fragen stellen.

(g) Denken wir praktisch, dann müßten wir unsere Mittel auf die Entwicklung möglichst rasch wirksamer Strategien zur Senkung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern konzentrieren, die heute rund 88 Prozent des Primärenergiebedarfs der Welt decken. Das Sparpotential ist groß. In der Bundesrepublik beträgt das Verhältnis zwischen der eingesetzten Primärenergie und der tatsächlich als Wärme, Antrieb, Licht und Strom nutzbaren Energie etwa drei zu eins; in vielen anderen Ländern sind die Umwandlungsverluste noch größer.

Aber was folgt daraus? Ist es besser, Maßnahmen zur Eindämmung des energieintensiven Individualverkehrs zu erforschen, oder wäre es erfolgreicher, die Entwicklung sparsamerer Motoren zu beschleunigen? Sollten wir

Projekte fördern, die für Klein- und Mittelbetriebe finanzierbare Technologien zur Abwärmenutzung entwickeln, oder eher die Forschungen der Großindustrie über die Entwicklung energiesparender Produktionsverfahren unterstützen? Investieren wir unsere Mittel besser in der Bundesrepublik, in der Hoffnung, daß die Demonstration technisch und ökonomisch machbarer Einsparungen andere Länder zum Nacheifern motiviert? Oder wäre es sinnvoller, unser Geld für die Erkundung und Entwicklung von Maßnahmen für eine effiziente, sozial- und umweltverträgliche Energieversorgung in den zur Industrialisierung drängenden Ländern auszugeben? Selbst wenn der Energieverbrauch in den Industrieländern nicht mehr zunehmen und in den Entwicklungsländern pro Jahr nur um 0,7 Prozent ansteigen würde, wäre der weltweite Energiebedarf Mitte des nächsten Jahrhunderts doppelt so hoch wie heute. Wie will man die nach mehr Wohlstand strebenden Völker Asiens, Afrikas und Südamerikas zum Energiesparen bewegen, wenn der dortige Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie vorerst nur ein Viertel bis ein Zehntel des Konsums in Europa beträgt?

(h) Einen Teil unserer Mittel sollten wir allerdings auch für die Erkundung geeigneter Strategien zur Eindämmung der Brandrodung in tropischen Regenwäldern investieren. Da die Ursachen für die Brandrodungen vielfältig sind – sie reichen von verfehlten Landreformen über die Not der Kleinbauern bis zu Landspekulationen und der Ausdehnung industrieller Rinderfarmen –, dienen politische Anklagen und ökonomische Sanktionen wohl eher der Bekundung guter Gesinnung als dem Erhalt der Wälder.

(i) Handeln tut not, doch niemand weiß, ob und wie schnell die aus der Sicht besorgter, aufgeklärter Wohlstandsbürger notwendigen Maßnahmen vom Rest der Welt akzeptiert werden. Man mag es bedauern, aber die Bereitschaft zur Abkehr von vertrauten Wegen der Lebensführung, der Produktion und der Politik wächst, wenn Prognosen den Trost der ungewissen Hypothese verlieren. Nicht zuletzt deshalb sollten wir auch Beiträge zur Schließung von Forschungslücken unterstützen: Bisher stehen nur unvollständige Daten zur Verfügung über die Emission von Kohlendioxid durch Brandrodung, über die Methanausdünstungen aus Reisfeldern und aus Abfallhalden. Zur Verbesserung von Prognosen benötigt man differenziertere Informationen über die Verteilung der Treibhausgase in der Atmosphäre und realistischere Simulationen der klimarelevanten Ozeanströme sowie der Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozeanen, Eisschild, Biosphäre und den chemischen Abläufen in der Luft.¹⁰ Und wir wissen noch wenig über den Einfluß von Klimaänderungen auf die landwirtschaftliche Produktion, auf die Versalzung von Böden infolge stärkerer Verdun-

stung und nicht zuletzt auf die Häufigkeit von Waldbränden, bei denen ja auch große Mengen Kohlendioxid in die Luft gelangen.

Verehrte Kolleginnen und Kollegen! Die drei von mir skizzierten Gefahren der Luftverschmutzung haben neun Aufgabenfelder offengelegt. Nach welchen Kriterien sollen wir unsere Mittel verteilen? Klassische Entscheidungshilfen wie die wissenschaftliche Qualität der zu erwartenden Ergebnisse, die Präzision, mit der offene Fragen benannt werden können, die theoretische Fundierung von Hypothesen und nicht zuletzt die begründete Aussicht auf die praktische Verwertbarkeit der zu erwartenden Erkenntnisse helfen uns nicht weiter. Man kann das alles für den Einzelfall prüfen, aber das macht die einzelnen Projekte im Hinblick auf ihre Förderungswürdigkeit nicht vergleichbar: Eine Analyse des Cadmiumgehalts im Blut und Urin von 600 Blutspendern aus verschiedenen Gebieten Bayerns arbeitet gewiß mit erprobteren Methoden als ein entwicklungspolitisches Projekt zur Erkundung von Hilfsmaßnahmen gegen die Brandrodung. Aber die erprobten und weithin akzeptierten Merkmale von Wissenschaftlichkeit sagen wenig über den zu erwartenden Nutzen förderungswürdiger Projekte. Langfristig gesehen, könnte die von einem Vorhaben angestoßene Debatte über Strategien zur Rettung der Regenwälder einen größeren Erfolg im Kampf gegen Umweltgefahren zeitigen als gut gesicherte Korrelationen zwischen der Cadmiumbelastung der Wohngegend und dem Cadmiumgehalt im Blut. Wir wissen das nicht vorher, aber selbst wenn wir den Erfolg einzelner Projekte vorhersehen könnten – woher nähmen wir die Gewißheit, richtig zu entscheiden? Wenn wir uns an den Gefahren für die späteren Generationen orientieren und die Mittel auf die Abschwächung der globalen Krisen Ozonloch und Treibhauseffekt konzentrieren, tun wir nichts für besorgte Eltern, die wissen wollen, wie sie ihre Kleinkinder vor unzumutbaren Innenraumbelastungen schützen können. Wir könnten unsere Mittel für die Erforschung der Immissionsänderung bei Einführung von Tempo dreißig in den Städten ausgeben, aber warum sollten wir nicht genausogut Projekte unterstützen, die eine medizinische Bewertung lokaler Immissionsituationen anstreben? Und wenn wir der Auffassung Glauben schenken, daß »Krankheit in erheblichem Ausmaß durch eine überzogene und unsachliche Darstellung von Umweltbelastungen verursacht wird«¹¹, dann müßten wir Forschungen über die Verarbeitung von Umweltinformationen fördern, um Hilfestellungen für eine produktive Bewältigung von Ängsten geben zu können.

Mit anderen Worten: Es mag heute zum guten Ton in den gehobenen Kreisen der Ökologie- und Umweltschutzbewegung gehören, »globale

Verantwortung« und die Orientierung am »Interesse des Ganzen« zu fordern, aber das weckt nur falsche Erwartungen. Es gibt keine Entscheidungen im Interesse der Gesellschaft oder gar der Menschheit, und wer immer so redet, lenkt von der Herausarbeitung der eigentlichen Probleme ab. Was wir auch tun oder lassen, wir spielen nicht Schicksal, wir verteilen es.

Gewiß, ich höre bereits die Einwände derjenigen, die uns vorwerfen, wir hätten unsere Entscheidungsprobleme nur deshalb, weil wir an Symptomen der Luftverschmutzung herumbasteln wollten, statt ihre Ursachen anzugehen. Aber – wer oder was ist schuld am Ozonloch oder am Treibhauseffekt? Die unmittelbaren Ursachen der Umweltprobleme sind zwar alltäglich zu beobachten: rauchende Fabrikschlote, qualmende Schornsteine und Auspufftöpfe, Abwasserleitungen in Flüsse und Meere, aufgetürmter Müll. Aber das ist nur die – zugegeben schmutzige – Fassade der Industriegesellschaft. Versucht man, dahinter zu schauen, um zu erkennen, warum nicht umweltfreundlicher produziert, transportiert und konsumiert wird, dann steht man vor einem unüberschaubaren Labyrinth von Verhaltensgewohnheiten, Interessen, ökonomischen Kalkülen, rechtlichen Bestimmungen, Handelsbeziehungen, Arbeits- und Lebensbedingungen und Traditionen. Niemand ist in der Lage, all diese Einflüsse auf die gegenwärtige Umweltsituation zu überblicken oder gar in Beziehung zueinander zu denken. Und weil sich jeder unter der ökologischen Verträglichkeit eines Umweltzustandes etwas anderes vorstellen kann und es sehr verschiedene Ansprüche an die heutige und zukünftige Qualität des knappen Gutes »saubere Luft« gibt, bringen uns weder die Verheißungen über die Versöhnung von »Ökonomie und Ökologie« weiter¹² noch die Ratschläge über einen ökologischen Umbau der Gesellschaft: Umbauen, nach Plan, kann man ein Reihenhaus, Zimmer für Zimmer, wenn man nicht zu stürmisch vorgeht. In der Zwischenzeit lassen sich die darin lebenden Menschen ausquartieren, und die Versorgungsleitungen des Hauses kann man, wenn nötig, ohne weiteres unterbrechen. Aber die in einer Gesellschaft lebenden Menschen verhalten sich nicht planideal. Jede Intervention in die Gesellschaft erzeugt unvorhersehbare Nebenwirkungen, die den guten Absichten zuwiderlaufen können. Und wer will angesichts weltweit miteinander verflochtener Absatz-, Finanzierungs- und Versorgungsströme wirklich guten Gewissens behaupten, er habe sozialverträgliche Wege für die ökologische Umgestaltung der Industriegesellschaft zu bieten? Zufluchtsstätten für gutgemeinte Absichten gibt es zur Genüge, aber ich sehe keinen umweltpolitischen Königsweg, nicht einmal einen Tugendpfad, der uns die Entscheidung für den optimalen Einsatz unserer Mittel erleichtern könnte. Die Rettung der Regenwälder, der Schutz kleiner Kinder vor Pseudokrapp, die Verringerung des Krebsri-

sikos in der Großstadtluft und die Unterstützung einer umweltverträglichen Energieversorgung für die Länder der Dritten Welt lassen sich nicht gleichsinnig optimieren. Der Umweltschutz hat längst die Unschuld der guten Tat verloren.

Ich bitte um Ihre Vorschläge . . .

Anmerkungen

- 1 Vgl. Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), *Vierter Immissionsschutzbericht der Bundesregierung*, Bonn 1988, S. 10 ff.; Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.), *Schutz der Erdatmosphäre: Eine internationale Herausforderung*. Zwischenbericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«, Bonn 1988, S. 488.
- 2 Vgl. Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), *Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit*, Bonn 1987, S. 39-41.
- 3 Vgl. Norbert Engler, *Pseudokrapp und Luftqualität*. WaBoLu-Heft 5/1987 des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin 1987, S. 21 ff.
- 4 Vgl. als Überblick: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 1987, a. a. O., S. 45, 50, 65.
- 5 Vgl. zum Beispiel: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V. (Hrsg.), *Dokumentation des Berufskrankheitsgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland*, Bonn 1983.
- 6 Ausführlicher: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 1987, a. a. O., S. 87 ff.; Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, *Umweltgutachten 1987*, Bonn 1988, S. 258 f., S. 440 ff.
- 7 Zur Übersicht: Projektträgerschaft Umweltschutztechnik in der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.), *Umweltschutztechnik 1988*, Bonn 1988.
- 8 Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.), a. a. O., S. 24.
- 9 Ebd. S. 282 ff., S. 308-311.
- 10 Vgl. ebd. S. 445 ff. und H.-J. Bolle, »Führt der Anstieg atmosphärischer Spurengaskonzentrationen zum »Klimakollaps«?«, in: *Physikalische Blätter*, 43. Jg. 1987, H. 7, S. 240-247.
- 11 Lenore Arab-Kohlmeier, »Welche Rolle spielen Umweltbelastungen für unsere Gesundheit?« Referat auf dem Kongreß »Die Gesundheit der Bundesbürger«, 24.-28. Mai 1988, Berlin 1988, S. 4. Siehe auch: Philip Abelson, »Cancer Phobia«, in: *Science* Vol. 237, 31. 7. 1987, S. 473; Arthur Barsky, »The Paradox of Health«, in: *The New England Journal of Medicine*, Vol. 318, Nr. 7/1988, S. 414-418.
- 12 Alles Nötige dazu bei Hubert Markl, *Natur als Kulturaufgabe*, Stuttgart 1986, S. 286-295 und 334-355; für eilige Leser: ders., »Die Natur schlägt zurück«, in: *Die Zeit* Nr. 50, 4. 12. 1987, S. 82.