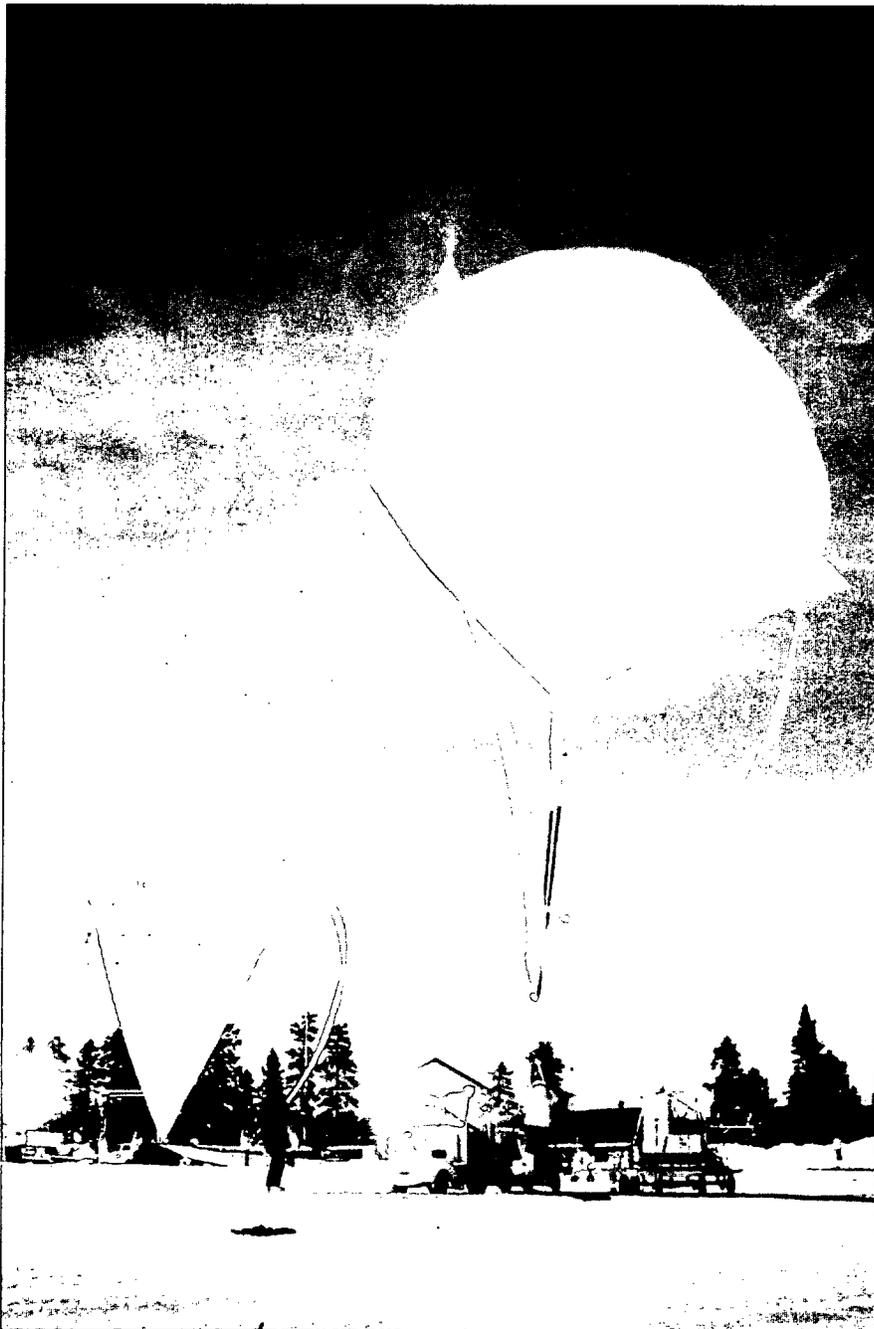


Ozonfraß – letzter Akt?

Wird Skilaufen bei Sonnenschein gefährlich? Ist mit den Badefreuden an Nord- und Ostsee demnächst Schluß? Um 50 Prozent höhere Chlormonoxid-Werte als in der

Antarktis haben Forscher auf der Nordhalbkugel der Erde gemessen. Folge: Wenn die Frühjahrs Sonne steigt, kann die Ozonhülle auch über Europa aufreißen.



Ozon-Forschungsballoons in Kiruna: „Ein Menetekel, unsichtbar am Himmel“

Bizarre Vorfälle“ meldete der chilenische Wissenschaftler Bedrich Magas aus dem südlichsten Zipfel seines Landes, nahe der argentinischen Grenze zu Feuerland. Schafe und Lachse seien, infolge verstärkter UV-Einstrahlung aus dem All, erblindet. Auch von deformierten Baumknospen und niemals zuvor beobachteter Pigmentbildung bei Meeresalgen berichtete Magas, Forscher an der Universidad de Magallanes im südchilenischen Punta Arenas.

Seine Landsleute erzählen sich derweil die Geschichte vom beispiellosen Weidmannsglück: An die 300 Hasen habe man praktisch mit der Hand einsammeln können, sie saßen orientierungslos in der Pampa, die Linsen ihrer Augen waren vom grauen Star getrübt.

Inzwischen wurden an die Schafhirten in Südchile breitkrempige Hüte und Sonnenbrillen ausgegeben, zum Schutz gegen die Strahlung, die der natürliche Schutzschild in der Stratosphäre, die Ozonschicht, nicht mehr von ihnen fernhält.

Auch in Australien und Neuseeland gehört die Angst vor der Gefahr, die aus dem Weltall kommt, schon zum Alltag. Jeden Tag wird nach den 19-Uhr-Nachrichten außer dem Wetter auch die zu erwartende UV-Konzentration vorhergesagt. In den Sommermonaten liegen von jeweils 30 Tagen 10 im Extrembereich einer dreistufigen Skala. Die Gesundheitsbehörden haben sich einen Slogan einfallen lassen: „Between eleven and three/ slip under a tree.“

Jedes Jahr – und jedes Jahr verzweifelter – kämpfen so die Menschen auf der Südhalbkugel der Erde schon gegen die Auswirkungen des Ozonlochs über der Antarktis, das sich dort Anfang der siebziger Jahre zunächst unbemerkt auftrat und jetzt immer häufiger seine Ausläufer über bewohnte Gegenden hinstreckt.

Seit letzter Woche lassen die Alarmmeldungen der Wissenschaftler keinen Zweifel mehr: Das Raumschiff Erde ist nicht nur in jenen entlegenen, dünnbesiedelten Regionen in Gefahr, leckzuschlagen, sondern auch in seiner nördli-



Sonnenbadende im Schnee: „Weg von Luis Trenker, hin zum blassen Japaner“

chen Hemisphäre – da, wo es besonders dicht bevölkert ist.

Mit einer Blitzkonferenz vor einem Dutzend TV-Kameras hatten Wissenschaftler der US-Raumfahrtbehörde Nasa am Montag die bestürzenden Fakten bekanntgemacht: „Es ist alles viel schlimmer, als wir angenommen hatten“, so das Fazit von Michael Kurylo, dem Leiter des Nasa-Programms zur Erforschung der höheren Atmosphäre.

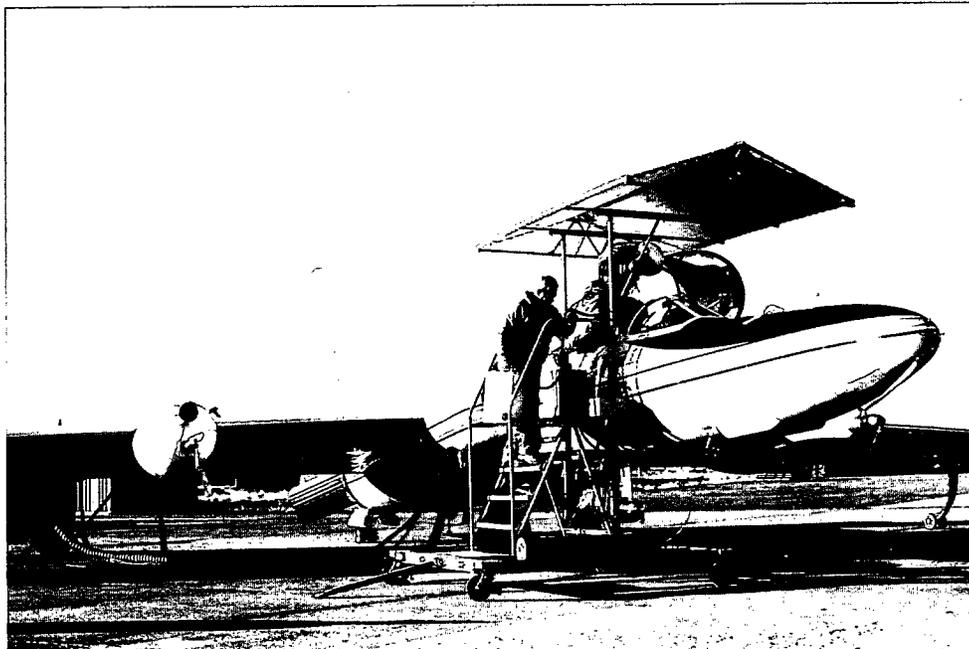
Ein wahres Menetekel, „in diesen Tagen wie unsichtbar an den Himmel geschrieben“, beschwor am letzten Mitt-

woch der niedersächsische Pastoralassistent Siegfried Mehwald in der NDR-Andacht-Sendung „Moment mal“: „Chlormonoxid. Fluorchlorkohlenwasserstoffe und, damit zusammenhängend, Ozonloch.“

Von einer „globalen Katastrophe“ sprach Tracy Heslop, Ozonspezialistin bei Greenpeace in London. Ihre amerikanische Kollegin Karen Lohr warnte: Wenn das Phänomen des Ozonschwunds sich weiter ausbreite, könnte das „den letzten Akt bedeuten für das Leben auf diesem Planeten“.

„Die Wahrscheinlichkeit, daß Sie Hautkrebs bekommen, den grauen Star oder eine Abwehrschwäche entwickeln, ist seit Montag größer“, so direkt machte Amerikas größtes Boulevardblatt *USA Today* seinen Lesern klar, was die Mitteilung der Wissenschaftler zu bedeuten hat.

Der demokratische US-Senator Albert Gore scheuchte den Kongreß auf: „George Bush hat die Augen verschlossen und sich mit den Händen die Ohren zugehalten. Nun pocht das Problem, das er ignorieren wollte, plötzlich an seine Haustür.“



Nasa-Forschungsflugzeug vor dem Start: „Letzter Akt für das Leben“

Vom Flughafen Bangor im US-Staat Maine war das zur Meßstation umgebaute U2-Spionageflugzeug der Nasa vor zwei Wochen zu seiner Fahnungsmission in die Stratosphäre gestartet. Noch vor Erreichen der Operationshöhe registrierten die Instrumente alarmierende Werte: 1,5 Teile Chlormonoxid auf eine Milliarde Teile Luft am Himmel über den New-England-Staaten und Südkanada – die höchste je gemessene Konzentration dieses ozonvernichtenden Gases.

In Verbindung mit dem gleichfalls aufgespürten Brommonoxid kann das Chlormonoxid (ClO), wenn die Sonne am Ende des Winters wieder höher steigt, pro Tag ein bis zwei Prozent der Ozonhülle zerstören. Mögliche Folge: Bei normalem Witterungsverlauf könnte am Ende dieses Winters, so die Nasa-Forscher, „die Ozonschicht

der nördlichen Hemisphäre um 30 bis 40 Prozent vermindert sein“.

Von einem „Ozonloch“ sprechen die Wissenschaftler, wenn die Hälfte oder mehr der natürlichen Ozonschicht zerstört ist. So sagte Heinrich von Lersner, Präsident des Berliner Umweltbundesamtes (UBA), nichts Falsches, als er am Mittwoch letzter Woche beschwichtigte: Über Deutschland seien noch „keine echten Löcher festgestellt worden“. Zwei Tage später allerdings bestätigte sein Kollege, der UBA-Wissenschaftler Hans-Jürgen Nantke, die schlimmsten Besorgnisse: Sehr wohl könne nun „mittelfristig das Sonnenbaden an Nord- und Ostsee gefährlich werden“.

Bisher sind „erst“ acht Prozent des Ozonschleiers über der nördlichen Hemisphäre vom Chlorfraß aufgezehrt. Doch wenn das Zerstörungswerk, wie Wissenschaftler befürchten, sich in den nächsten Wochen fortsetzt, könnten die Folgen schlimmer sein als auf der Südhalbkugel: Die jetzt im Norden gemessenen Chlormonoxid-Werte sind um 50 Prozent höher als die in der Antarktis.

Die unsichtbare Gefahr eines durchlöcherten Ozonmantels erstreckt sich auf Gebiete zwischen dem 20. und dem 50. Grad nördlicher Breite – auf volkreiche Regionen also mit Millionenstädten wie London, Berlin oder Moskau. Aber bedroht sind auch weitläufige landwirtschaftliche Nutzflächen, in Kansas ebenso wie in Pommern oder in der Ukraine.

In die gleiche Richtung wie die beunruhigenden Nasa-Daten zielen die Ergebnisse mehrerer Forschungsgruppen, die seit November letzten Jahres

Früh erkannt,
ist Hautkrebs heilbar.



Wenn ein Pigmentmal sich verändert, kann das der erste Hinweis auf einen schwarzen Hautkrebs sein. Unbehandelt hat er schlimme Folgen; früh genug erkannt, ist die Chance zur Heilung jedoch besser als bei vielen anderen Formen von Krebs.

Was Sie selber zur Vorsorge und Früherkennung tun können, steht in der Broschüre „So kommen Sie zur Früherkennung von Hautkrebs“. Beschützen Sie sich vor dem schwarzen Hautkrebs. Es gibt sie hier. Und auf Anfrage, von der Kommission zur Früherkennung von Hautkrebs oder von der Deutschen Krebshilfe. Bitte schreiben Sie uns.

FRÜHERKENNUNG
VON HAUTKREBS

Warnplakat in der Arztpraxis
Gesicht besonders gefährdet

bei klirrender Kälte in der lappländischen Tundra über die Ozonschicht wachen.

Dort, im schwedischen Weltraum-Testzentrum Esrange in der Nähe der Erzgrubenstadt Kiruna, liegt das Hauptquartier des European Arctic Stratospheric Ozone Experiment. An dem bis-

kanntgegeben: Die Ozonschicht über Mittel- und Nordeuropa sei in diesem Winter „ungewöhnlich dünn“.

Als Auslöser diffuser Ängste war das Ozonloch bei den Deutschen ohnehin schon gegenwärtig. Immer mehr Kundinnen in Kaufhäusern und Parfümerien greifen zu Cremes und Lippenstiften mit Sonnenschutzfaktor. Wenn sie zum Urlaub in die Sonne reisen, packen sie Schutzcremes mit höherem Sonnenblocker ein, Faktor 14 oder sogar 18.

Der Deutsche Skiverband (DSV) rät Urlaubern, nicht mehr stundenlang auf den Sonnenterrassen herumzuliegen. „Weg vom sonnegegerbten Luis Trenker, hin zum blassen Japaner“, umschreibt DSV-Direktor Ekkehart Ulrich den neuen Trend.

Hautärzte wie der Witten/Herdecker Dermatologie-Professor Hagen Tronnier schließen sich den Empfehlungen an. Es sei „absehbar“, daß auch Bewohner nördlicher Breiten es mit höherer UV-Dosis zu tun haben werden; noch wisse allerdings niemand, „wie der Mensch darauf reagiert, wenn er die Lichtschutzpräparate 30 Jahre lang nimmt“.

Bisher, so Dermatologe Tronnier, würden Bundesgesundheitsamt und Umweltministerium den Bundesbürgern empfehlen, sich nicht mehr als 50 Tage im Jahr der Sonne auszusetzen. Nun aber sei nicht auszuschließen, „daß es



Dermatologe Tronnier: Nur noch 30 Tage jährlich in die Sonne?

bald heißen könnte, möglichst nicht mehr als 30 Sonnentage pro Jahr“. Damit sind nicht nur Badetage am Strand gemeint, sondern auch schon der Aufenthalt im Freien, in Shorts und T-Shirt. Tronnier: „Gerade im Gesicht entstehen ja die Karzinome.“

Was allein die fünfprozentige Ozonverdünnung, die während der letzten Jahre über der nordamerikanischen Landmasse registriert wurde, für die Gesundheit der US-Bürger bedeutet, hat die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA hochgerechnet. Statt 500 000 Hautkrebskrankungen, die in den nächsten 50 Jahren normalerweise statistisch zu erwarten wären, sei nun mit 12 Millionen Fällen von Hautkrebs bei den US-Bürgern zu rechnen. Nicht 9300, wie nach der bisherigen Statistik, sondern 200 000 Amerikaner würden in diesem Zeitraum an den Krebsfolgen sterben.

Die steigende Hautkrebsrate ist nur eine der gefährlichen Folgen, wenn die Ozonschicht in der Stratosphäre schütter wird. Außer den in Ländern wie Südschile, Argentinien, Australien und Neuseeland beobachteten Augenschädigungen befürchten die Wissenschaftler Einwirkungen auf das Erbgut, eine Schwächung des Immunsystems sowie Schäden in der Landwirtschaft: Mißernten könnten gehäuft auftreten.

Es zählt zu den großen Naturwundern, wie sich die Erde, mit Hilfe der Sonne, gegen deren bedrohliche Strahlung schützt.

Durch die Einwirkung von Sonnenstrahlen auf den Sauerstoff in der irdischen Gashölle entsteht das Ozon, ein dreiatomiges Sauerstoffmolekül. Und das stratosphärische Ozon schützt sodann alles Leben auf der Erde vor den gefährlichen Anteilen eben dieses Sonnenlichts.

Obwohl das Ozon in hunderttausendfacher Verdünnung in der Stratosphäre vorhanden ist, bildet es einen wirksamen Filter, gleichsam eine Jalousie gegen das harte UV-Licht. Während sichtbares Sonnenlicht ungehindert durch die Atmosphäre bis zum Erdboden dringen kann, bleiben die energiereichen UV-Photonen fast restlos im Ozonschild stecken.

Ohne diesen Schutz würden Pflanzen und Tiere unter fortwährender Höhen-sonne schmoren. Viele Arten wären dem Strahlenbombardement auf ihre Gene nicht gewachsen. Höhere Lebensformen hätten sich ohne Ozonschutz auf der Erde gar nicht erst entwickeln können, sie wären schon zu Beginn der Evolution zugrunde gegangen.

Die Anfänge des Lebens, vor rund drei Milliarden Jahren, lagen buchstäblich im Dunklen – die frühesten Organismen entstanden, so die Zeitschrift *New Scientist*, „tief im Wasser und im Schlamm und damit außer Reichweite der schädlichen

Sonnenstrahlung“: „Das Leben kroch nur langsam ans Licht“ – erst im letzten Drittel seiner Geschichte, vor etwa 700 Millionen Jahren, entstand unendlich langsam die irdische Sauerstoffatmosphäre mit dem Ozonfilter in Höhen zwischen 15 und 50 Kilometer.

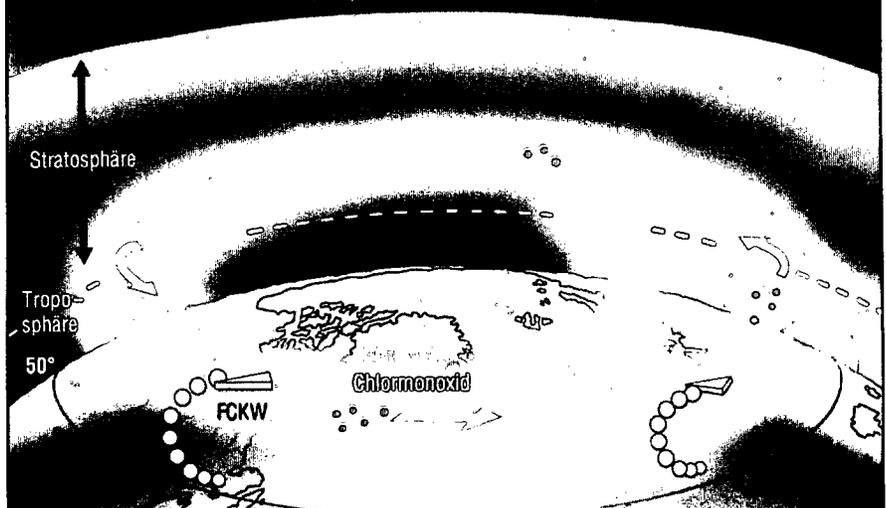
Meeresalgen und Bakterien, die im Halbdunkel vegetierten, produzierten bei der Photosynthese den Sauerstoff, der schließlich zum Lebenselixier der

Saurier, Urvögel und Säugetiere wurde. Überleben konnten sie das Dasein im Sonnenlicht nur dank der immer dichter werdenden Ozonhülle und physiologischer Schutzmechanismen, mit denen sich die Organismen gegen die immer noch gefährliche Strahlenwirkung wappeten.

Wie risikobeladen das Leben im Licht bis heute geblieben ist, wird auch den Wissenschaftlern erst klar, seit der in

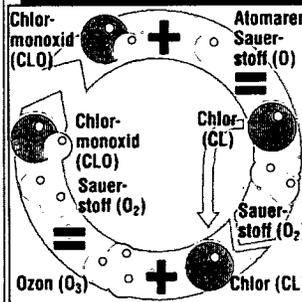
GEFAHR AUS DEM WELTALL

Das Ozonloch über dem Nordpol (schematische Darstellung)



Im Winter: Bildung von Chlormonoxid

Im Winter bilden sich, bei Temperaturen unterhalb von minus 78 Grad Celsius, über den Polkappen großflächige Stratosphärenwolken. An den feinen Eis- und Salpeterkristallen dieses ringförmigen Wolkenwirbels entsteht aus den von der Erde aufgestiegenen FCKW-Molekülen Chlormonoxid. Da die Nordpolregion nach dem Ausbruch des Pinatubo im Sommer 1991 mit Aerosolen angereichert ist, befürchten die Wissenschaftler, daß sich das Chlormonoxid länger als gewöhnlich über dem Pol halten wird.



Im Frühjahr: Zerstörung der schützenden Ozonhülle

Wenn im Frühjahr die Sonneneinstrahlung wieder zunimmt, beginnt das Chlormonoxid, Ozonmoleküle zu zerstören. In einer Art Kettenreaktion, an deren Ende jedesmal wieder Chlormonoxid steht, kann jedes Chloratom Tausende von Ozonmolekülen vernichten. Durch die so ausgedünnte Ozonschicht strahlt energiereiches UV-Licht ungehindert auf die Erdoberfläche – Gefahr für Menschen, Tiere und Pflanzen.

DER SPIEGEL

Jahrtausende aufgebaute Ozonschutz im Schwinden begriffen ist. Was Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen zu Wasser und zu Lande widerfährt, wie verwickelte Ökosysteme oder gar das Weltklima reagieren werden, wenn die Strahlenbelastung steigt – davon haben die Gelehrten bislang allenfalls eine blasse Ahnung.

Ihr Augenmerk bei der Risikoabschätzung richtet sich vor allem auf jene ultraviolette Komponente des Sonnenlichts, die mit dem Kürzel UV-B bezeichnet wird und deren Wellenlänge bei etwa 300 Nanometer liegt. Diese besonders aggressive Kurzwellenstrahlung stößt normalerweise nicht bis zum Erdboden vor; sie wird größtenteils vom Ozonschild abgewehrt und erreicht gerade noch Hochgebirgsregionen.

Das würde sich bei einem Verlust des Ozonfilters dramatisch ändern. Schon eine dauerhafte Ozonabnahme von zehn Prozent würde, nach Ansicht von Experten, in der Norddeutschen Tiefebene ein Strahlenklima schaffen wie auf dem Theodulgletscher am Matterhorn in gut 3000 Meter Höhe.

Jedes Prozent Ozonverlust, so die Faustregel der Forscher, läßt zwei Pro-

zent mehr ultraviolette Strahlen zur Erde durchdringen – drei Viertel der zusätzlichen Strahlen sind Emissionen im Wellenbereich des UV-B-Lichts.

Ein verstärkter UV-B-Beschuß hätte für den Planeten und seine Bewohner verheerende Folgen. In einem Bericht, den die Enquete-Kommission des Bundestages (Titel: „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“) erarbeitet hat, werden außer den medizinischen auch die für Flora und Fauna voraussehbaren Strahlenschäden zusammengefaßt:

▷ Viele Landpflanzen werden langsamer wachsen, verkrüppeln oder aussterben; das Artenspektrum wird sich verschieben.

▷ Das Meeresplankton, Grundlage der marinen Nahrungskette, wird geschädigt, seine Artenzusammensetzung wird sich ändern. Zahlreiche Meerestiere, darunter vor allem Jungfische und Krebse, verlieren damit ihre Nahrungsbasis, sie werden langsamer wachsen, ihre Fortpflanzungsrate wird sinken.

Lebensfeindlich wirkt die UV-B-Strahlung vor allem aus zwei Gründen: Sie ist in der Lage, Eiweißstrukturen zu zerstören und die spiralförmigen DNA-Mo-

leküle im Zellkern zu knacken, die alle Erbinformationen für den Bau und den Stoffwechsel eines Organismus enthalten.

Doch der Gefahr, durch Strahlenbeschuß demoliert oder gar umgebracht zu werden, sind nicht alle Lebewesen in gleichem Maße ausgesetzt. Fast alle, auch die Pflanzen, besitzen – Erbschaft aus der Frühzeit der Evolution – einen angeborenen, mehr oder minder wirksamen Schutz gegen UV-Schäden, vergleichbar der Sonnenbräune, mit der sich menschliche Hautzellen gegen Strahlenattacken wehren.

Wie Pflanzen auf verstärkte UV-Strahlung reagieren, hat der Freiburger Biologie-Professor Eckhard Wellmann untersucht: Sie bilden zunächst Pigmente in den äußeren Zellschichten, die kurzweilige Lichtkomponenten wie UV-B-Strahlen ausfiltern. Steigt die Lichtintensität, so verändert sich die Erbsubstanz – die Pflanze ringt mit dem Tod, ist aber noch nicht verloren: Sie mobilisiert ein „Reparaturenzym“ namens Photolyase, das die zerfallende DNA zu kitten versucht.

Erst wenn auch dieser Notnagel versagt, stirbt die verstrahlte Pflanze den

„Warnungen begründet“

SPIEGEL-Interview mit dem Ozonexperten Sherwood Rowland

„Sherry“ Rowland, 66, ist Professor für Chemie an der University of California in Irvine. Rowland wies – 1974 – als erster auf die Gefahr einer Zerstörung der Ozonschicht über der Antarktis hin, eine Vermutung, die jahrelang als Panikmache abgetan wurde.

SPIEGEL: Professor Rowland, Nasa-Forscher haben Alarm geschlagen: Auch über der Nordhalbkugel besteht die Gefahr eines Ozonlochs. Sind die Besorgnisse berechtigt?

ROWLAND: Langfristig ja, es ist jetzt klar, daß die Bedingungen für das Ausdünnen der Ozonhülle regelmäßig auch über Westeuropa und den USA vorliegen. Die Mengen von Chlormonoxid, die über Bangor im US-Staat Maine ermittelt wurden, waren höher als die, die jemals am Südpol gemessen worden sind.

Das bedeutet, daß dort zur Zeit der Messung Ozon sehr schnell abgebaut wurde. Die Frage ist, wie lange hält dieser Prozeß noch an. Wir wissen aber mit Bestimmtheit, daß er sich wenigstens in den kommenden zehn Jahren verschlimmern wird, gleichgültig, was wir jetzt unternehmen.

SPIEGEL: Haben die jüngsten Erkenntnisse Sie überrascht?

ROWLAND: Nicht direkt, weil ich mit meiner Forschergruppe an dem Nasa-Programm beteiligt bin. Erhöhte Chlormonoxid-Werte haben wir auch 1989 schon gemessen, übrigens mit demselben Forschungsflugzeug, das auch jetzt im Einsatz war.

SPIEGEL: Hat die Nasa also nur eine Show abgezogen?

ROWLAND: Gewiß nicht. Die Werte sind heute viel höher als vor drei Jahren, über der nördlichen Hemisphäre um etwa 30 Prozent. Das ist ein erheblicher Anstieg.

SPIEGEL: Dies sind aber nur Zwischenergebnisse. Warum die bei Wissenschaftlern unübliche plötzliche Eile?

ROWLAND: Die hohen Werte wurden über dichtbevölkerten Regionen in Teilen Südkanadas und in den USA ermittelt. Die Daten begannen bereits durchzusickern, und um ungenauen Gerüchten vorzubeugen, entschloß sich die Nasa zur Freigabe der Zwischenergebnisse.

SPIEGEL: Sind die Daten akkurat?

ROWLAND: Da gibt es gar keinen Zweifel. Die Untersuchungsmethode, die von Bord des Flugzeuges ausgeführt wurde, wird seit etwa fünf Jahren eingesetzt. Sie ist verläßlich und erprobt.



Klimaforscher Rowland
„Sie suchen nach Ausflüchten“

SPIEGEL: Wie reagierten Sie, als Begründer der Ozonloch-Theorie, als Sie erstmals von dem hohen Ozonabbau auch über der Nordhalbkugel erfuhren?

ROWLAND: Ich habe es kommen sehen. Die Chlorkonzentration hat, wie wir alle wissen, in der nördlichen Hemisphäre weiter zugenommen – und das,

„Lichttod“ (Wellmann). Zuvor stoppt sie ihr Wachstum und wirft verkrüppelte Blätter mit ruinierten Zellstrukturen ab. Doch die Lichtintensität, die zum Exitus führt, ist bei allen Pflanzenarten unterschiedlich.

Derzeit suchen Botaniker die unterschiedliche Strahlen-„Sensitivität“ von Nutzpflanzen zu ergründen – von 25 Sojabohnensorten etwa erwiesen sich 16 als besonders empfindlich.

Auch bei der Erforschung des Planktons gab es Überraschungen: Die UV-B-Strahlung, so wurde jetzt festgestellt, dringt sehr viel tiefer als erwartet unter die Wasseroberfläche; noch bis in zehn Meter Tiefe wurde zerstörerische Wirkung auf die Meeresflora festgestellt. In diesem Bereich aber lebt die



Erforschung der Meeresflora: „Das Leben kroch langsam ans Licht“

überwiegende Mehrheit der Meeresbewohner.

Erste Verluste sind in den antarktischen Gewässern bereits festzustellen: Seit 1987 ist dort der Bestand an sogenanntem Phytoplankton, dem ersten Glied der Nahrungskette im Meer, um sechs bis zwölf Prozent zurückgegangen.

„Verschwindet die Ozonschicht, verbrennt das Leben“ – auf diese Formel brachte es Christian Schütze, umweltengagierter Kommentator, in der *Süddeutschen Zeitung*. Über den Verursacher der sich nun anbahnenden Katastrophe, die mit der Zerstörung des Ozonschildes einhergeht, herrscht Klarheit: Es ist der Mensch mit seiner industriellen Zivilisation.

Seit nunmehr 60 Jahren nutzt er in jährlich steigender Menge jene

obwohl die Menge der neu in die Atmosphäre entlassenen FCKW langsam zurückgeht. Das ist eine Folge des Montrealer Protokolls, überall auf der Welt werden derzeit weniger FCKW verbraucht als noch 1988.

SPIEGEL: Reichen diese Einschränkungen?

ROWLAND: Nein, wir müssen auf Null zusteuern. Selbst dann wird es noch Jahre dauern, bis die Ozonhülle entlastet wird. Das Chlor aus den FCKW braucht etwa zehn Jahre, um in die Stratosphäre aufzusteigen.

SPIEGEL: Der demokratische US-Senator Albert Gore forderte unmittelbar nach dem Nasa-Alarm drastische Maßnahmen, um die Bush-Regierung zum Handeln zu zwingen.

ROWLAND: Das ist auch notwendig, als Reaktion auf die wachsenden Probleme in der Atmosphäre. Ende der siebziger Jahre agierte die US-Regierung weltweit an der Spitze der Umweltschützer, heute schlurft sie fußkrank am Ende der Kolonne. Sie suchen nach Ausflüchten, um ja nicht führen zu müssen.

SPIEGEL: Bei Naturkatastrophen wie Berggrutschen oder Vulkanausbrüchen und selbst nach Tankerunglücken hat sich gezeigt, daß die Natur in einem bestimmten Maße ohne menschliches Zutun schneller und besser damit fertig wird. Könnte dieses Prinzip auch für das Ozonproblem gelten?

ROWLAND: Die Natur wird überleben. Aber fraglich ist, welche Rolle der Mensch noch in der Natur spielen wird.

SPIEGEL: Kann die Spezies Mensch den Ozonschock überleben?

ROWLAND: Das genau ist die Frage. Wir müssen uns in acht nehmen, daß wir die Bedingungen, die unser Überleben garantieren, nicht überstrapazieren. Das ist um so wichtiger, als wir diese Bedingungen noch nicht einmal genau kennen. Welche Folgen haben beispielsweise die Veränderungen in der Atmosphäre, die wir gerade erforschen, auf das globale Klima? Auch wissen wir noch nicht genau genug über die Wirkungen der erhöhten UV-B-Strahlung auf den menschlichen Organismus Bescheid.

SPIEGEL: Sie selber haben Kinder, haben Enkel . . .

ROWLAND: . . . das eine ist schon klar: Wir hinterlassen unseren Nachkommen eine Erde, die in keinem guten Zustand ist.

SPIEGEL: In Australien und Neuseeland sind Empfehlungen an die Bürger, sich während der Ozongefahr im Schatten aufzuhalten, bereits Routine. Wann wird es in Miami Beach, in Rimini oder auch auf Sylt soweit sein?

ROWLAND: An den kalifornischen Stränden kann man es schon beobachten. Die Zahl der Sonnenschirme nimmt von Jahr zu Jahr zu. Die Warnungen der Wissenschaftler sind offenbar nicht ganz verhallt. Und sie sind nicht unbegründet.

chemischen Substanzen, die jahrzehntelang als wahre Wundergase und als die harmlosesten Substanzen auf der Welt angesehen wurden: die FCKW. Entdeckt wurden sie im Jahr 1930.

Damals hatte sich Thomas Midgley, Forscher und Erfinder bei General Motors, für einige Tage in sein Labor zurückgezogen. Danach präsentierte er der Weltöffentlichkeit das neue Gas: Er atmete es aus einem Glaskolben tief ein, blies anschließend eine Kerze damit aus und demonstrierte auf diese Weise, wie ungefährlich seine Entdeckung war.

Die Fluorchlorkohlenwasserstoffe erwiesen sich als ideal für viele technische Anwendungen: als Treibgas in Sprühdosen, zum Kühlen in Klimaanlage, zum Aufschäumen von Kunststoffen. Die FCKW sind farb- und geruchlos, nicht ätzend, nicht entflammbar, völlig ungiftig und zudem inert, das heißt, sie reagieren nicht mit anderen Stoffen. Nichts, so schien es, sprach gegen eine breite Anwendung dieser Gase.

Der amerikanische Klimaforscher Sherwood Rowland war gemeinsam mit seinem Landsmann und Fachkollegen Mario Molina 1974 der erste, der erkannte, daß es gerade diese Eigenschaften sind, die das scheinbar so harmlose Gas zum Feind allen irdischen Lebens machen: Gerade weil die FCKW so schwer mit anderen Stoffen reagieren, werden sie erst nach hundert oder mehr Jahren restlos abgebaut.

Viele Jahre lang irren sie chemisch unverändert durch die Atmosphäre, ehe sie schließlich in der äußersten Schicht



Greenpeace-Protest gegen FCKW-Produktion (vor dem Bonner Umweltministerium): „Ausstieg bis 1995 machbar“

der irdischen Lufthülle, in der Stratosphäre, ankommen und dort ihr Zerstörungswerk beginnen. Jedes einzelne Chloratom kann viele tausend Ozonmoleküle knacken (siehe Grafik Seite 205).

Den – anfangs noch vagen – Verdacht, FCKW könnten die schützende Lufthülle der Erde beschädigen, äußerte Rowland schon Anfang der siebziger Jahre. 1978 übernahm der umweltbewußte US-Präsident Jimmy Carter eine Vorreiterrolle: Er verbot, ohne daß ein wissenschaftlicher Beweis für deren Schädlichkeit vorlag, den Gebrauch von FCKW in Spraydosen in den USA.

Aber erst 1985, mehr als zehn Jahre nach Rowlands erster Warnung, gingen britische Forscher daran, den Datenwust zu durchforsten, den ihre Satelliten im Rahmen des Forschungsprogramms „British Antarctic Survey“ ausgespuckt hatten.

Sie machten eine Entdeckung, die die Welt aufschrecken ließ: Seit Jahren hatten Satelliten getreulich das Entstehen des Ozonlochs protokolliert. Doch beharrlich hatten die Wissenschaftler, im unerschütterlichen Glauben, daß nicht sein kann, was nicht sein darf, die Daten als Meßfehler interpretiert.

Jetzt gab es keinen Zweifel mehr: Das Unheil in der Stratosphäre hatte sich schon ausgebreitet.

Aber noch fehlte eine Erklärung für das stetig wachsende Loch in der Ozonschicht, das sich auf den Satellitenbildern abzeichnete.

Der Ursache kamen schließlich die Max-Planck-Forscher Paul Crutzen in Mainz und Frank Arnold in Heidelberg auf die Spur. Sie fanden sie in den gewaltigen Wolken, die sich während des antarktischen Winters bei Temperaturen von minus 80 Celsiusgraden und darunter über Tausende von Kilometern in der Stratosphäre ausdehnen.

Inzwischen haben Klimaforscher in aller Welt ihre Beobachtungen fortgesetzt und dabei den verwickelten Chemiekreislauf aufhellen können, der sich im Zyklus der Jahreszeiten alljährlich über den Polkappen abspielt.

Die irdische Lufthülle besteht zu 78 Prozent aus Stickstoff. Unter dem Ein-

fluß von Sonnenlicht bilden sich daraus in der Stratosphäre Stickoxide – normalerweise wirksame Gegenspieler der FCKW.

Solange sie in Bodennähe wabern, sind die FCKW ungefährlich. In großer Höhe aber, unter UV-Bestrahlung, setzen sie das gefährliche Chlormonoxid frei. Normalerweise wird dieses Chlormonoxid sogleich an die Stickoxide gebunden und damit unschädlich gemacht.

Das war das Argument, mit dem die Chemieindustrie ihre FCKW-Produktion jahrelang verteidigte: Auch wenn die Treibgase in der Stratosphäre Chlor freisetzen, könne trotzdem nichts passieren, denn die Stickoxide fräßen alles wieder weg.

Im antarktischen Winter, beginnend im April/Mai, bilden sich über dem Südpol die Stratosphärenwolken; in ihnen sind die vorher frei umherwandernden Stickoxid-Moleküle in kristalliner Form gefangen. Sie können also das Chlormonoxid nicht mehr wegputzen, so daß sich große Mengen davon ansammeln können.

Aber erst im antarktischen Frühjahr, im Oktober/November, wenn die Sonne wieder höher steigt, starten die Chlormonoxide ihr eigentliches Zerstörungswerk an der Ozonschicht.

Gleichzeitig beginnen, je wärmer es wird, auch die antarktischen Eiswolken sich wieder aufzulösen; damit werden wieder Stickoxide frei, um die gefährlichen Chloratome einzufangen. Es vollzieht sich eine Art Wetlauf zwischen Temperatur und Licht: Je mehr UV-Licht, desto größer das Loch in der Ozonschicht. Je mehr Frühlingswärme, desto weniger bedrohliches Chlor.

Am Südpol machte in den letzten Jahren jedesmal das zerstörerische



Atmosphäre-Forscher Crutzen
„Die nächsten Wochen werden spannend“

Licht das Rennen. Weil die kalte Luft über der Polkappe in einem stabilen Wirbel („Vortex“) gefangen bleibt, dauert auch die Winterkälte dort sehr lange an. Die Wolken lösen sich erst spät auf, wenn die Ozonzerstörung durch das Chlor schon fortgeschritten ist.

Bereits im antarktischen Frühling 1987 war auf diese Weise die Ozonhülle über dem Südpol auf die Hälfte ausgedünnt, inzwischen fehlen schon über 60 Prozent. Das ehemals größte Ozondepot der Welt, in Höhen zwischen 15 und 20 Kilometer über dem Südpol, wird jeden Winter aufs neue geplündert. Von Jahr zu Jahr frißt sich das Loch weiter über die südlichen Ozeane fort.



Sturmschäden in Norddeutschland: Unwetter-Katastrophen häufen sich

In der nördlichen Hemisphäre ist die Diagnose über den Ozonschwund schwieriger zu stellen – die Klimaverhältnisse sind andere als am Südpol.

Auch im Norden bildet sich im Winter ein Polwirbel. Doch gestört durch die Luftbewegung über dem amerikanischen und dem asiatischen Kontinent, taumelt er zwischen Kanada, Grönland und Skandinavien hin und her; gegenwärtig driftet er in Richtung Sibirien.

Bei diesen Bewegungen mischt sich wärmere Luft aus dem Süden in den Wirbel, er schwächt sich ab und löst sich meist schon im Februar auf. Die in Wolken kristallisierten Stickoxide werden dann frei und können sich mit dem Chlormonoxid zu ungefährlichen Substanzen verbinden.

Weil auf diese Weise das Chlormonoxid rechtzeitig aus der Stratosphäre entfernt wurde, kam es auf der Nord-

nien und Bergwerken düsten pro Jahr 350 Millionen Tonnen Methan. Ähnlich wie das Glas eines Treibhauses halten diese Gase die Wärmestrahlung auf der Erde zurück.

Die Folge, darin sind sich die Klimaforscher mittlerweile einig, wird eine weltweite Aufheizung der Atmosphäre sein: Der Meeresspiegel steigt, Vegetationszonen verschieben sich, Unwetter-Katastrophen häufen sich.

Gleichzeitig ist vor allem in den von Smog geplagten amerikanischen Großstädten das Ozon selbst in Verfall geraten. Das Gas entsteht unter dem Einfluß von UV-Licht nicht nur in der Stratosphäre, sondern auch bei fast allen Verbrennungsprozessen am Boden. Dort aber ist es so schädlich, wie es in der Stratosphäre lebensnot-

Gefangen im Teufelskreis

Wechselwirkungen von Treibhausklima und Ozon

Das energiereiche UV-Licht, das durch die ausgedünnte Ozonschicht auf die Erde strahlt, trifft dort auf eine ohnehin vom Menschen geschwächte Atmosphäre. Und die gefährlichen Effekte verstärken sich gegenseitig.

Alljährlich blasen Kraftwerke und Motoren rund 20 Milliarden Tonnen Kohlendioxid in die Luft; aus Reisfeldern, Rindermägen, Mülldepo-

wendig ist. Auf Lebewesen wirkt es ätzend. Es ruft Schmerzen in der Brust, Atemnot und Brennen in Augen und Nase hervor, und es schädigt die Pflanzen.

Während in der Stratosphäre Chlor an der schützenden Ozonschicht nagt, nebeln die Benzinmotoren der Autos die Großstädte mit Smog und daraus entstehendem Ozon ein: Der Mensch vernichtet Ozon, wo er es braucht, und erzeugt es dort, wo es schadet.

Die Situation verschlimmert sich noch, weil sich all diese menschlichen Eingriffe gegenseitig hochschaukeln können: So sind die ozonschädigenden FCKW gleichzeitig höchst wirksame Treibhausgase und beschleunigen damit die Aufheizung der Atmosphäre.

Außerdem könnte auch die Vernichtung von Plankton durch die energiereiche UV-Strahlung dazu führen, daß das Meer weniger Kohlendioxid bindet. Würde die Planktonmasse um zehn Prozent schrumpfen, so entwichen fünf Gigatonnen CO₂ zusätzlich gen Himmel – und würden den Treibhauseffekt weiter verstärken.

Das aber kurbelt wiederum die Zerstörung der Ozonschicht an: Da die Treibhausgase die Wärmestrahlung der Erde in den unteren Luftschichten festhalten, kühlt die darüberliegende Stratosphäre aus. Die Folge ist, daß sich mehr stratosphärische Wolken bilden, die ihrerseits den Ozonschwund vorantreiben.

Dabei scheint der Ozonabbau ohnehin schon in einem Teufelskreis gefangen: Normalerweise erwärmt sich die Stratosphäre, wenn UV-Licht in der Ozonschicht steckenbleibt. Je größer aber das Ozonloch, desto weniger UV-Licht wird in der polaren Stratosphäre absorbiert und desto kälter wird sie. Dies begünstigt die Wolkenbildung und beschleunigt die Ozonvernichtung.

Am Boden aber führt die Verstärkung der UV-Strahlung zur Bildung von giftigem Ozon, das schon heute jedes Jahr allein in den USA Ernten im Wert von zwei Milliarden Mark vernichtet.

Kein Wissenschaftler kann das komplizierte Geflecht aller Wechselwirkungen in der Atmosphäre voraussagen. Nur eines ist schon sicher: Der Mensch hat das natürliche Gleichgewicht zerstört.



Ausbruch des Pinatubo*: Die Temperaturen steigen, die Schwefelwolke bleibt

halbkugel in den letzten Jahren nicht zu einer so verheerenden Ozonvernichtung wie am Südpol.

Und selbst gegen die Schreckensmeldungen aus dem Süden stumpfte die Öffentlichkeit allmählich ab. Die Gleichförmigkeit des alljährlichen Klimazyklus in der Antarktis ließ das dramatische Geschehen fast zur Gewohnheit werden: Jedes Jahr im Oktober/November flimmerten die beunruhigenden Satellitenbilder über die Fernsehschirme – und nach einigen Monaten verschwand das Loch wieder.

Würde sich die Katastrophe auf die unbewohnte Antarktis begrenzen lassen? Vor allem in Amerika war die Bereitschaft groß, sich dieser Hoffnung zu überlassen.

So wurden viele der Warnsignale übersehen, die seit Jahren andeuteten, daß der Ozonschwund bald ein globales Problem sein würde:

- ▷ Die Pole wirken gleichsam als große Klimamaschinen, die im Polarherbst ozonhaltige Luft vom Äquator ansaugen und im Frühjahr ozonarme Luft wieder ausspeien. Die Zirkulation der

Stratosphäre verteilt diese ozonarme Luft anschließend über den ganzen Globus und sorgt so für eine weltweite Ozonverdünnung.

- ▷ Die Daten des Wettersatelliten Nimbus 7 zeigten schon im letzten Jahr auch über dem Nordpol einen Ozonschwund von etwa zehn Prozent. Das war zwar weitaus weniger dramatisch als am Südpol, der Ozonabbau dehnte sich jedoch auf der Nordhalbkugel sehr weit nach Süden aus – bis in die Breiten von Madrid und New York.
- ▷ Der Chlorgehalt der Stratosphäre wird immer noch weiter steigen. Selbst bei sofortigem totalen Produktionsstopp aller FCKW tritt die größte Gefahr erst um die Jahrhundertwende ein – erst dann erreichen die jetzt in die Luft entlassenen FCKW die Stratosphäre.
- ▷ Chlor hat den stabilen Schutzschild der Stratosphäre zerbrechlich gemacht. Auf jede Veränderung reagiert er empfindlich – zum Beispiel auf die globalen Nachwirkungen eines Vulkanausbruchs.

Postkartenfotografen, auf Sonnenuntergänge spezialisiert, finden in diesem

Winter ihre Motive schöner ausgebildet denn je: Die besonders prägnanten, zwischen Rot und Violett changierenden Abendstimmungen sind das optische Nachspiel einer gewaltigen Vulkaneruption auf den Philippinen.

Dort wurden, beim Ausbruch des Pinatubo am 15. Juni letzten Jahres, gewaltige Staubmassen in die Atmosphäre geschleudert, die jetzt bei tiefstehender Sonne zu den aparten Lichtstreuungen führen.

Bei dem Ausbruch wurden zudem rund 20 Millionen Tonnen Schwefelgase freigesetzt. Sie kondensierten in großen Höhen zu einer Art Nebel, der sich inzwischen um die Welt ausgebreitet hat.

Vor allem diese Schwefeltröpfchen beunruhigen nun die Ozonforscher. Denn diese sogenannten Aerosole können sich jahrelang in der Stratosphäre halten und damit die Ozongefahr über der Nordhalbkugel noch vermehren: Wenn im Frühjahr die Sonne über den Polarhorizont tritt, werden sich zwar die stratosphärischen Wolken auflösen, nicht aber die Schwefelaerosole – sie sind

auch bei höheren Temperaturen noch stabil. So könnten sie im Frühjahr die zerstörerische Rolle übernehmen, die am Südpol die Stickoxide in den Stratosphärenwolken spielen.

„Inzwischen ist klar, daß auch diese Schwefelaerosole die Chlorchemie in Gang setzen“, konstatiert der Mainzer Atmosphäre-Forscher Crutzen. Die erste Messungen des UARS-Satelliten (Upper Atmosphere Research Satellite) der Nasa zeigen bereits die Spur der Zerstörung, die die Schwefelwolke des Pinatubo in der Stratosphäre hinterlassen hat, während sie sich auf spiralförmiger Bahn in Richtung Norden ausdehnte.

Im Laufe des nächsten Monats wird sich entscheiden, ob der Ausbruch eines Vulkans ausreichte, das chloreschädigte Gleichgewicht der nördlichen Stratosphäre zu kippen. Wenn bis dahin das Chlormonoxid nicht verschwunden ist, wird auch über Nordamerika, Sibirien und Europa ein Ozonloch aufreißen. „Die nächsten Wochen“, so Crutzen, „werden spannend.“

„In wenigen Wochen werden wir mehr wissen“, sagt auch der Atmosphären-Chemiker Dieter Perner, der in Kiruna mit der umgebauten Transall-Ma-

* Im Juni letzten Jahres.

schine der Bundeswehr die Konzentration von Chlormonoxid mißt.

Perner gehört zu jenen Wissenschaftlern, die ihren Kollegen von der Nasa ankreiden, sie hätten in einer allzu spektakulären Aktion das Ozonproblem in der Nordhemisphäre übereilt „hochgekocht“, wie es Ernst Augstein vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut formulierte. Das Potential zur Ozonzerstörung in den nördlichen Breiten sei zwar vorhanden, aber „das heißt noch nicht, daß es auch passiert“.

Solche Differenzen in der Einschätzung der akuten Bedrohung nördlicher Breitengrade können nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Wissenschaftler inzwischen einhellig die FCKW als Versäcker der Ozonmisere ausgemacht haben. So klar war das nicht immer.

Mehr als ein Jahrzehnt nach Rowlands erster Warnung von 1974 verging damit, daß warnende Umweltschützer und die abwiegende Industrielobby einander feindselig gegenüberstanden – während die dramatischen Vorgänge in 15 Kilometer Höhe längst im Gang waren.

Im Vertrauen auf die Vergeßlichkeit von Menschen praktizierten die FCKW-Hersteller noch während der letzten Jahre ihre Vernebelungspolitik. Obwohl beispielsweise das britische Umweltministerium ausdrücklich auf die „seit 1984 bestehende Erkenntnis des kausalen Zusammenhangs zwischen

Ozonzerstörung und FCKW“ hingewiesen hatte, wiegelten die Herstellerfirmen immer wieder ab, nicht selten wider besseres Wissen. So hieß es

- ▷ im Januar 1987 beim britischen Chemiekonzern ICI: „Die FCKW-Auswirkungen hängen vor allem von dem gewählten Zuwachsmo­dell ab. Ohne eine Erhöhung der FCKW-Emissionen gibt es auch keine Ozonveränderungen“;
- ▷ im Mai 1987 beim US-Chemiegiganten DuPont: „Wir glauben derzeit an keine (Ozon-)Krise, die eine gesetzliche Regelung erfordern würde“;
- ▷ im März 1988 bei DuPont: „Wissenschaftliche Erkenntnisse erfordern derzeit keine dramatischen Einschränkungen der FCKW-Emissionen“;
- ▷ im September 1988 bei der britischen Chemiefirma ISC Chemicals UK: Die Aussage „Es gibt ein sich ausweitendes Ozonloch über der Antarktis“ sei reine Fiktion;
- ▷ noch im April 1990 bei ICI: „Die FCKW-Auswirkungen auf die Ozonschicht sind überhaupt nicht leicht zu verstehen. Auch ist der kausale Zusammenhang noch nicht ganz geklärt.“

Den Hintergrund dieser industriellen Beschwichtigungskampagne in Europa und den USA erhellt eine EPA-Studie, wonach allein die amerikanischen

FCKW-Hersteller in den neunziger Jahren mit ihren Produkten einen Gewinn von 5,7 Milliarden Dollar erzielen würden.

Bis heute hinken auch die politischen Entscheidungen hinter den wissenschaftlich längst erkannten Erfordernissen hinterher.

Nun, da „das Ozonloch über Mr. Bushs Kopf angelangt sei“, schrieb letzte Woche die *New York Times*, habe auch der amerikanische Präsident wohl endlich „einen zwingenden persönlichen Grund, die politische Initiative zu ergreifen“. Nach Carters Pioniertat, dem Spraydosen-Verbot von 1978, haben die Amerikaner alle Bemühungen, den FCKW-Ausstoß durch weltweite Abkommen zu reduzieren, im wesentlichen gebremst.

Im Jahre 1987 unterzeichneten 46 Industrienationen das sogenannte Montrealer Protokoll, das einen stufenweisen Abbau des FCKW-Gebrauchs vorsieht. Die damals der Industrie zugestandenen Produktionsquoten erwiesen sich jedoch als so hoch, daß die Ozonzerstörung auf Jahrzehnte hinaus nicht hätte gebremst werden können.

Ein 1990 in London beschlossenes Zusatzprotokoll verpflichtet die EG-Staaten, den Gebrauch von FCKW bis zum Jahre 1997 auf Null zurückzufahren. Bonns Umweltminister Klaus Töpfer verspricht bei vielen Gelegenheiten, so auch letzte Woche wieder, dieses Ziel



Sammelplatz für ausgemusterte Kühlschränke (in Hamburg): Ende einer phantastischen Erfindung



Ideen, Erfolge, Unternehmen Messereport zur Boot Düsseldorf '92

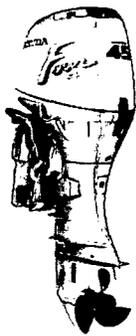
Eine Veröffentlichung der PR GRUPPE FRANKFURT Gieß u. Partner GmbH, Telefon (0 69) 4 05 86-0, Telex (0 69) 4 05 86-111, Telex 4 12 532 PRFFM D

Sauber: Honda Bootsmotoren

Mit einem eigenen Motorboot erfüllen sich viele Wassersportler ihre Wünsche. Um dabei der Umwelt Rechnung zu tragen, werden immer häufiger möglichst saubere Motoren gefordert – tatsächlich liegen auch bereits Abgasbestimmungen für Bootsmotoren als Gesetzentwurf vor.

Honda reagiert auf diese Entwicklung mit den neuen 4-Takt-Außenbordmotoren BF 35 und BF 45: HIGH TECHNOLOGY IM EINKLANG MIT DER NATUR.

Die Außenborder zeichnen sich durch ihre neu konzipierten schadstoffarmen Dreizylinder 4-Takt Motoren mit direkter Kühlung aus. Sie sind mit 35 und 45 PS (26,1/33,6 kW) leistungsstark, sehr leise, sparsam, vibrationsarm und unkompliziert zu handhaben. Honda Deutschland GmbH, Honda Marine, Sprendlinger Landstraße 166, W-6050 Offenbach, Tel: 0 69 - 83 09 - 2 54, Fax: 0 69 - 83 09 - 5 19



Schadstoffarm:
Honda 4-Takt-Bootsmotoren

Ein cooler Typ



Generator für anspruchsvolle Skipper

Mit dem evolution 4 setzte das Unternehmen Torsten Taube schon '91 Maßstäbe für Dieselstrom an Bord. Als starke Alternative wurde jetzt der evolution 6 entwickelt: Kleinste Abmessungen und hohe Laufruhe durch Vollkapselung gewähren höchsten Komfort. Wassergekühlte Synchrongeneratoren mit Ölkühlsystem sorgen für einen „cooler“ Motor auch bei maximaler Beanspruchung. Torsten Taube GmbH, Tel.: 0208-42 53 59, Fax: 02 08 - 42 34 02

Unternehmen an Deck!

Daß für Charter-Urlaube der Anspruch auf Luxus nicht über Bord geworfen werden muß, gewährleistet das Unternehmen „Captain Nikos“. Im Rahmen seiner weltweiten first class-Angebote – sei es von Segel – und Motoryachten zum Selbstchartern oder mit kompletter Besatzung – organisiert „Captain Nikos“ auch die neuer-

dings so gefragten Incentiv-Reisen für Unternehmen: Charter-Urlaube als Ausschreibung für verdiente Mitarbeiter oder für größere Tagungen bei frischem Wind – wenn die Luft sonst 'raus ist. Denn Motivation ist alles! Die Yachten bieten Komfort, Service und komplette Büro-Ausstattungen. Professionalität, Perfektion und persönliche Betreuung zeichnen die seit 15 Jahren in Familienhand betriebene Charter-Agentur aus. Captain Nikos, Berliner Str. 31, W-6200 Wiesbaden, Tel.: 06 11 - 30 90 76, Fax: 06 11 - 30 14 15

Willkommen im Paradies

Man nehme eine elegante Segelyacht, dazu tropische Sonne, kristallklares Wasser, eine sanfte Brise und exotische Inseln. Das Ergebnis ist ein Urlaub, der einfach alles übertrifft. Zu chartern ist er bei Internarin, einer der führenden Segelorganisationen der Welt. Internarin gehört zu den Pionieren der Charterflotten in der Karibik und im Mittelmeer, die Routen liegen weitab vom Touristenrummel.

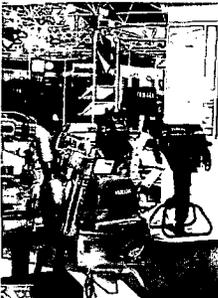
Das Angebot an reizvollen Gebieten ist weltweit so vielfältig, daß Internarin auf Anfrage individuelle Törns ausarbeitet. Fax genügt. Internarin Yacht Charter, Bergstraße 8, W-4370 Marl, Tel.: 0 23 65 - 4 40 13, Fax: 0 23 65 - 4 43 65

Tauchsport an der Ostsee

Skipper + Diver ist eines der führenden Fachgeschäfte für Yacht- und Tauchsportausrüstung in Hamburg. Hier kann der Wassersportler sämtliche hochwertige Ausrüstung für seine Motor- oder Segelyacht erwerben. Darüber hinaus bildet Skipper + Diver mit modernsten Mitteln Anfänger bis zum Tauchlehrerassistenten aus. Besonderes Interesse finden die organisierten Tauchausfahrten auf einem 18-m-Tauchkutter: Wracktauchen in der Ostsee! Skipper + Diver verkauft per Versand oder direkt bei: Skipper + Diver, Ost-West-Straße 69, W-2000 Hamburg 11, Tel: 0 40 - 36 29 56, Fax: 0 40 - 36 75 80

Mit Yamaha am Start

Besondere Resonanz bei Yamaha fanden die 3-Zylinder-Modelle von 60 bis 90, die mit YAMAHAs automatischem Startsystem ausgerüstet sind. Ein völlig neues Z-Antriebskonzept hat YAMAHA mit dem Hydra-Drive entwickelt. Yamaha, Mitsui Maschinen GmbH, Grünstraße 44, W-4005 Meerbusch 1, Tel.: 0 21 05 - 7 51 - 0, Fax: 0 21 05 - 7 09 82.



Yamaha auf der Boot '92

bereits zwei Jahre vorher erreichen zu wollen.

Unter dem Eindruck der jüngsten Meßdaten scheint nun auch die Regierung in Washington solchen Vorschlägen eher geneigt. Sie sah sich Mitte letzter Woche vom Senat zusätzlich unter Druck gesetzt. Einstimmig verabschiedeten die Senatoren eine Gesetzesnovelle zum Schutz der Erdatmosphäre. Danach soll die Bush-Administration „die FCKW-Produktion so schnell wie möglich“ stoppen lassen.

„Präsident Bush ist höchst besorgt“, teilte William Riley, Direktor der US-Umweltschutzbehörde, mit; es sei zu erwarten, daß die US-Regierung sich für einen „um drei, vier und in einigen Fällen fünf Jahre“ vorgezogenen Ausstieg aus der FCKW-Produktion einsetzt.

Der Verzicht auf die Produktion der vor allem noch in Kühl- und Reinigungsmitteln benutzten FCKW sowie der in den Feuerlöschern verwendeten Halone könnte in der Tat schneller als bisher angenommen durchgesetzt werden. Rascher als erwartet hat die Industrie Ersatzstoffe entwickelt. Schon im Jahre 1995, so ein gerade erschienener Report des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, sei der vollständige Verzicht auf FCKW und Halone „technisch machbar“.

Die US-Industrie besteht freilich noch auf einer fortdauernden FCKW-Mindestproduktion. Diese sei notwendig, um die 160 Millionen Kühlschränke, 130 Millionen Klimaanlage in Autos und Fenstergeräten sowie die 80 000 Großklimaanlagen in Hochhäusern und Werkshallen in den USA warten zu können. Der Wert dieser Anlagen wird auf rund 130 Milliarden Dollar geschätzt.

Das Gebirgsmassiv von allein in den USA aufgehäufter Technik im Dienste des Komforts veranschaulicht die Absurdität dieser Episode technischen Fortschritts, die vor 60 Jahren begann und jetzt mit einer Katastrophe endet.

Ein Erfinder, der Kerzen auspustet, eine Versammlung von Bewunderern, die der phantastischen Erfindung Beifall klatscht – mit einer schulfunkreifen Jubel-Szene war das Treib- und Kühlgas in die Welt gekommen. Auf dem Höhepunkt seiner Karriere, im Jahre 1987, wurden 800 000 Tonnen davon auf der Welt produziert.

Jetzt, kaum mehr als ein halbes Jahrhundert nach der Erfindung, ist mit dem Treibgas auch die Illusion zerstorben, es sei der Menschheit damit ein Dienst erwiesen worden.

Nun marschieren Heere von Wissenschaftlern auf, um die Gefahren abzuschätzen. Mediziner übernehmen den Schadensfall. Die Industrie verkauft mehr Sonnenbrillen und Hautschutzmittel. So wird ihr die Plage wieder zur Wohltat.

Was tun bei ARTHROSE?

Was kann man bei Arthrose tun? Wo kann man sich informieren? Auf diese häufigen Fragen will die Deutsche Arthrose-Hilfe e. V. mit Sitz in Frankfurt fundierte Antworten geben. Zusammen mit dem Förderkreis Arthrosenforschung gibt sie eine neue Informationszeitschrift mit Namen „Arthrose-Info“ heraus, deren zweiter Jahrgang jetzt vollständig vorliegt.

In den übersichtlichen Heften, die vierteljährlich erscheinen, werden praktische Tips und Empfehlungen zu allen Fragen der Arthrose gegeben. In leicht verständlichen und interes-

santen Darstellungen wie „Was ist Arthrose?“ oder „Praktische Tips bei Arthrose der Knie, der Hände, der Hüften... usw.“ werden gleichzeitig die Grundsätze dieser Gelenkveränderungen anschaulich erläutert. Auch die sogenannte Gelenkspiegelung, die heute immer häufiger ambulant in der Arztpraxis durchgeführt wird, wird ausführlich behandelt. Ein Exemplar kann kostenlos angefordert werden bei: Deutsche Arthrose-Hilfe e.V., Postfach 110551, 6000 Frankfurt/Main. (Bitte eine 1-DM-Briefmarke als Rückporto beifügen.)