

Ozonloch

## Der Komplize des Ozon-Killers FCKW: Krypton-85 aus atomaren Wiederaufarbeitungsanlagen

Die Atomindustrie bohrt im Ozonloch. Das radioaktive Gas Krypton-85, in großen Mengen bei Atombombentests, Reaktorunfällen und in immer größerem Ausmaß bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen freigesetzt, steigt auf in die Stratosphäre, fördert dort die Bildung vieler kleinster Eiskristalle und schafft so das Klima für die Zerstörung des Ozons durch Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKWs). Diese These vertritt der US-amerikanische frühere Reaktorbauer und heutige Atomkritiker und Querdenker Professor Dr. Ernest J. Sternglass. Ihm fiel auf, daß die Ozonkonzentration in den höheren Schichten der Erdatmosphäre speziell immer dann abnahm, wenn besonders viel künstlich erzeugtes Krypton-85 freigesetzt worden war.

Der Journalist und Publizist Wieland Giebel stellt jetzt im Strahlentelex erstmals die Krypton-These zum Ozonloch öffentlich zur Diskussion.

Bisheriges Fazit: Die Fachleute äußern sich zurückhaltend und in sich widersprüchlich, erklären ihr Unwissen und wollen sich nicht gern mit der Atomwirtschaft anlegen. Es ist an der Zeit, daß sich das ändert.

Das kennen wir aus dem Krimi: der Kommissar hat den Täter entlarvt, ihn in die Ecke gedrängt und kennt auch seine Hintermänner - aber er übersieht den Komplizen, der ihm ständig über den Weg gelaufen ist und ohne den die Tat nicht ausgeführt werden konnte. Wenn es ein guter Psychokrimi ist, hat der etwas betriebsblinde Kommissar so eine Ahnung, daß noch etwas läuft, aber er kommt nicht drauf. Dann erscheint der Privatdetektiv auf der Bildfläche und stellt die Zusammenhänge her.

Beim Ozonloch läuft das so: Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKWs) sind dabei, die Ozonschicht zu zerstören. Wie die Geschichte ausgeht, weiß man noch nicht genau. Es gibt einen Mittäter, den die Wissenschafts-Kommissare immer wieder gesehen haben, ohne ihn zu identifizieren. Dann kommt der Privatgelehrte...

Nun sind FCKWs nicht die falsche Fährte. Tatsächlich zerstören die Stoffe aus der Spraydose und dem Kühlschrank die vor ultravioletter Sonnenstrahlung schützende Ozonschicht. Wie im richtigen Krimi war man dem Täter schon früh auf der Spur, verwarf aber den Verdacht schnell, weil Computer-Simulationen zu beweisen schienen, daß FCKW gar nicht die Kraft hat, Ozon in der Geschwindigkeit zu zerstören, wie es beobachtet wird. Was der Computer nicht konnte: das Umfeld kontrollieren. Menschen kombinieren besser. Eine einfache Beobachtung führte dann auf die richtige Spur: immer wenn Ozon zerstört wurde, waren stratosphärische Wolken mit im

Spiel. Also hängten sich die Wissenschaftler an die Spur dieser Wolken.

Die Stratosphäre ist die Atmosphärenschicht, die sich über der erdnahen Troposphäre in einer Höhe von etwa 10 bis 50 Kilometern erstreckt. In ihrem unteren Teil, etwa zwischen 15 und 25 Kilometern, liegt die Ozonschicht.

### FCKWs brauchen Eiskristalle

Erst als amerikanische, schwedische und deutsche Forscher zeitgleich weiter auf der nächsten Seite

#### Ansichten

##### Das Zitat

*„Beim gegenwärtigen Stand der Erkenntnis bedeutet eine ansteigende Freisetzung von Krypton-85 ein globales Großexperiment mit der Atmosphäre. Sein Ausgang ist nicht bekannt.“*

Die Diplom-Physiker Roland Kollert und Martin Butzin vom Forschungsbüro Kollert&Donderer, Bremen, in ihrer Studie „Klimaaspekte radioaktiver Spurengase, insbesondere von Krypton-85“ im Auftrage des Deutschen Bundestages, Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“, Oktober 1989. ●

#### Aus dem Inhalt:

##### Giebel/Sternglass:

**Die Atomindustrie ist Mitverursacher des Ozonlochs -**

**FCKWs haben bei der Zerstörung des Ozons einen Komplizen:**

**Krypton-85 aus Wiederaufbereitungsanlagen**

Ist die bisherige Theorie der Zerstörung des Ozons ausreichend?	Nein
Gibt es Krypton-85 aus Wiederaufarbeitungsanlagen in der Stratosphäre?	Ja
Verteilt sich Krypton-85 genau dort, wo auch die FCKWs sind?	Ja
Bildet Krypton-85 Eispartikel, an denen die FCKWs Ozon zerstören?	Ja
Ändert Krypton-85 den Gefrierpunkt und bewirkt Eisbildung?	Ja
Gab es schon Einbrüche in die Ozonschicht während der Atombombentests, bei denen Krypton-85 freigesetzt wurde?	Ja
Gab es also ein Ozonloch, bevor FCKWs in großem Umfang produziert wurden?	Ja
Wurde die Ozonschicht am stärksten nach Tschernobyl geschädigt?	Ja
Wurde im Labor nachgewiesen, daß Krypton-85 und solare UV-Strahlung synergistisch besonders viele Kondensationskerne für Eiskristalle bilden?	Ja
Können auch relativ geringe Mengen Krypton-85 großes Unheil anrichten, ähnlich wie radioaktive Niedrigdosisstrahlung besonders gefährlich sein kann?	Ja
Trägt die verstärkte Eispartikelbildung in der Stratosphäre zum Treibhauseffekt bei?	Ja
Haben Ozonwissenschaftler die Wirkung von Krypton-85 untersucht?	Nein

herausfanden, daß FCKWs nur an der Oberfläche von Eiskristallen stratosphärischer Wolken richtig aktiv werden können, war man mit der Aufklärung einen Schritt weiter. Aber nicht weit genug. „Es stellen sich mehr Fragen, als es Antworten gibt. Unser derzeitiges Verständnis ist unzureichend“, muß Professor Dr. Reinhard Zellner zugeben, der Koordinator des deutschen Ozonforschungsprogramms.

Immer noch ist der Komplize im Spiel, der den Zerstörungsprozeß beschleunigt. Dabei sind die Indizien eindeutig. Die Lösung liegt auf der Hand: Es gibt mehr Eiskristalle in der Stratosphäre, an denen FCKWs Ozon zerstören, als die Wissenschaftler vermuten. Woher kommen sie?

Krypton-85, ein Gas, das beim Aufschneiden der Atombrennstäbe in Wiederaufarbeitungsanlagen in unvorstellbarer Menge freigesetzt wird, erscheint harmlos und für Menschen kaum gefährlich. Aber Krypton-85 vergrößert die Menge der Eiskristalle, verteilt sich ge-

nau dort, wo die FCKWs es brauchen und wirkt in der Stratosphäre gleich mehrfach:

### So arbeitet Krypton-85

Beispiel 1, das Prinzip Kaffeefilter: In den Kaffeefilter füllt man möglichst fein gemahlene Kaffeebohnen mit einer möglichst großen Oberfläche. Niemand würde auf die Idee kommen, zum Kaffee kochen ganze Bohnen zu verwenden. Krypton-85 bewirkt, daß sich in der Stratosphäre kleine Wassertropfen nicht zu großen zusammenziehen, koagulieren. Nur an der großen Oberfläche vieler kleinster Eiskristalle - in der Stratosphäre ist es frostig, etwa 80 Grad Celsius unter Null - können die chemischen Zerstörungsprozesse der FCKWs ablaufen.

Beispiel 2, freie Radikale wie Singles: Das kennen wir aus dem Vorstadium der Beziehungskiste: Singles sind immer auf der Suche. In der Chemie heißen Singles freie Radikale. Sie verhalten sich wie Singles auf Partnersuche. Erst wenn sie einen Partner gefunden haben, sind sie neutralisiert. Wo wenig Partner vorhanden sind, sind diese Singles besonders gefährlich, sie reißen auf, wo es nur geht. Wer sich nach Tschernobyl mit der besonders zerstörerischen Wirkung radioaktiver Niedrigstrahlung befaßt hat, kennt die Wirkung chemischer freier Radikale, die durch die ionisierende Wirkung strahlender Teilchen entstehen. Sie können Zellen beschädigen und die Reparaturmechanismen überfordern. Krebs und Immunschwäche können entstehen.

Krypton-85 ist in der Atmosphäre das mit Abstand häufigste und wirksamste künstliche Radionuklid, das freie Radikale erzeugt, Atome aufreißt und dadurch die Anzahl der Kondensationskerne vergrößert. An jedem nur irgendwie verfügbaren Kondensationskern bilden sich Eiskristalle. Man kann sich durchaus vorstellen, daß in der Stratosphäre strahlenchemische Kettenreaktionen ablaufen, die bei niedriger Dosisleistung entscheidend höher sind, als bei hoher Dichte von freien Radikalen, bei der die Reaktionskette schneller abgebrochen wird. Das heißt, selbst wenn die Menge des Krypton-85 in der Stratosphäre nicht sehr hoch ist, kann die Wirkung enorm sein.

Beispiel 3, die Schlittschuhbahn: Wenn es taut und die Schlittschuhbahn matschig wird, funktioniert das Schlitt-

schuhfahren nicht mehr. Erst wenn es friert und sich wieder ausreichend Eiskristalle bilden, kann der Spaß weitergehen.

Krypton-85 verändert über seine Auswirkungen auf die elektrische Feldstärke großräumig die Temperatur und den Gefrierpunkt in der Stratosphäre. Die arktischen Winter werden immer länger. Das könnte auch daran liegen, daß mit dem Ozon gerade der Luftbestandteil fehlt, der Sonnenlicht aufnimmt und die Stratosphäre erwärmt<sup>1</sup>. Eine verheerende Rückkopplung; Krypton-85 beeinflusst den Abkühlungsprozeß.

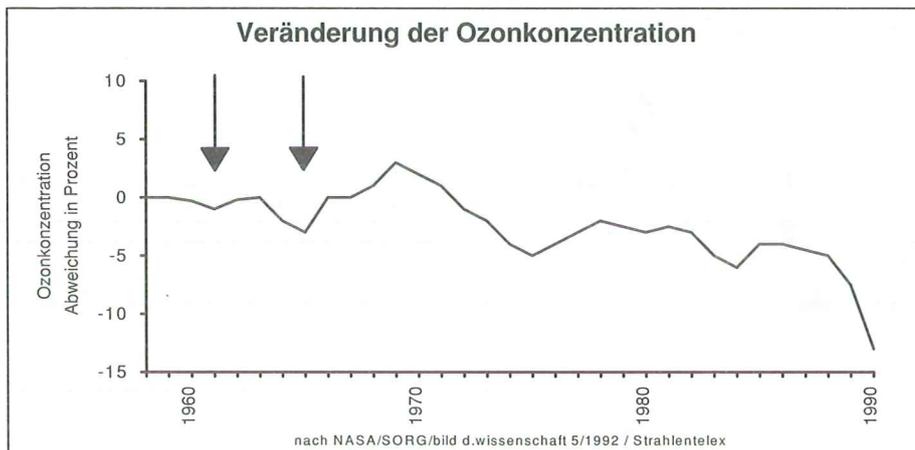
FCKWs und Krypton-85 wirken sozusagen Hand in Hand. Die Produktion beider Stoffe in großem Umfang durch die chemische Industrie und durch die Atomindustrie begann zufällig zum gleichen Zeitpunkt, Anfang der 70er Jahre. Die Höhenverteilung des Krypton-85 entspricht genau der des FCKW F11, selbst der Anstieg in südlicher Richtung ist gleich.

Krypton-85 wird in ungeheuren Mengen hergestellt und mit ständig steigender Tendenz freigesetzt, denn immer mehr Atombrennstäbe werden in Wiederaufarbeitungsanlagen aufgeschnitten. Würde man alles natürlicherweise in der Atmosphäre vorkommende Krypton-85-Gas in einen Würfel gießen, hätte er eine Kantenlänge von nur 2,1 Zentimetern. Das von der Atomindustrie erzeugte Krypton-85 dagegen benötigt einen Würfel mit einer Kantenlänge von 3,9 Metern. Das ist 10 Millionen mal mehr Krypton-85 aus militärischer und ziviler Nutzung der Atomenergie, als natürlicherweise vorhanden ist<sup>2,3</sup>. Zur Zeit wird weit mehr Krypton-85 mit einer Halbwertszeit von knapp 11 Jahren freigesetzt, als radioaktiv zerfällt.

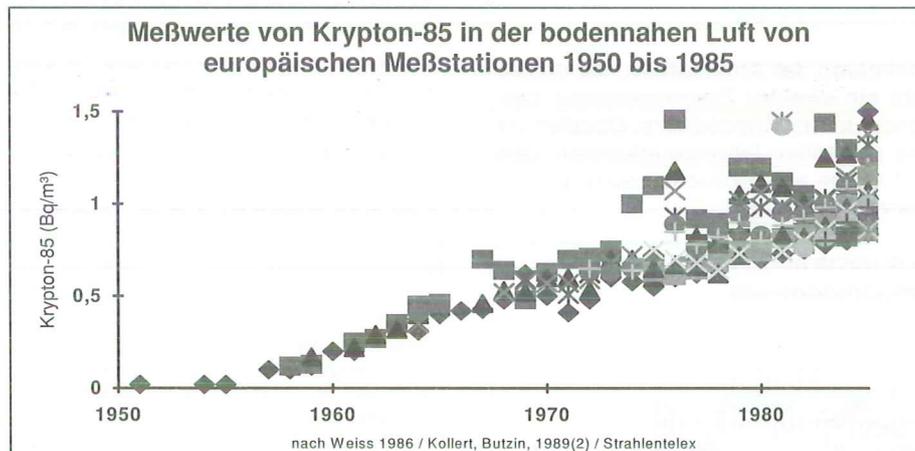
### Ungereimtheiten in der Indizienkette der Ozonforscher

Für die bisherigen Wissenschaftskommissare spielt Krypton-85 keine Rolle. Der Stoff kommt ja nicht aus der Spraydose oder aus dem Kühlschrank. Und die Jagd nach dem Täter konzentriert sich kurzzeitig ausschließlich auf einen Punkt. Das Dezernat FCKW hält den Forschungsetat und klammert sich daran fest. Andere Dezernate würden nur unliebsame Konkurrenz um den beschränkten Topf bringen.

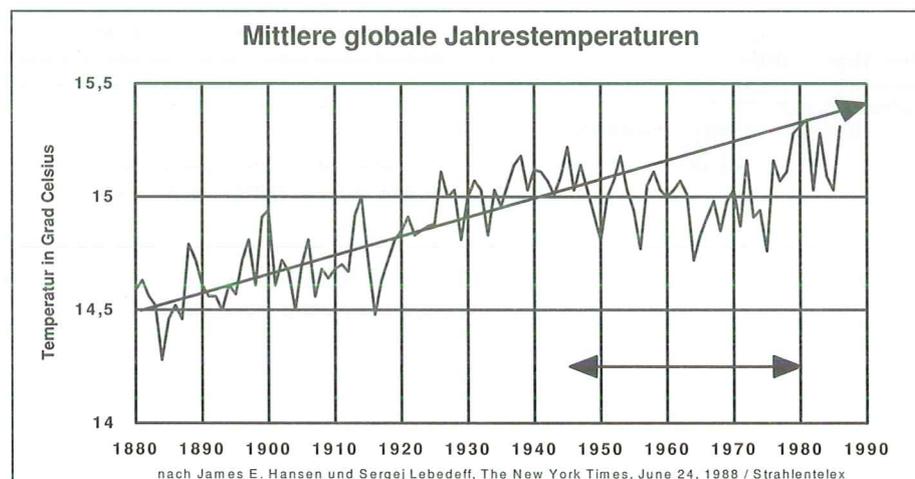
Vertieft man sich etwas in die Theorie, fällt bald auf, daß es eine Reihe

**Bild 1**

Die führenden Ozonwissenschaftler gehen davon aus, daß das Ozonloch seit 1977 ständig wächst. Richtig. Aber bereits vor 1970, also bevor FCKWs in industriellem Umfang hergestellt wurden, sind zwei Einbrüche in die Ozonschicht zu verzeichnen. In diese Zeit fallen die großen Atombombentestserien.

**Bild 2**

Die Menge des in der Atmosphäre vorhandenen Krypton-85 aus zivilen Wiederaufarbeitungsanlagen nimmt seit 1970 sprunghaft zu, zufällig zur gleichen Zeit wie die FCKW-Produktion. Nach dem Ende der atmosphärischen Atombombentests stagnierte die Krypton-85-Emission und gleichzeitig erholte sich die Ozonschicht.

**Bild 3**

Die globale Erwärmung stieg von 1883 bis 1945 relativ kontinuierlich an. Einbrüche sind erst zur Zeit der Großen atmosphärischen Atombombentestserien zu verzeichnen (ab 1945 und speziell Mitte der sechziger Jahre). Dabei wurden große Mengen Wasser in die Stratosphäre geschleudert, die zur Wolkenbildung führten.

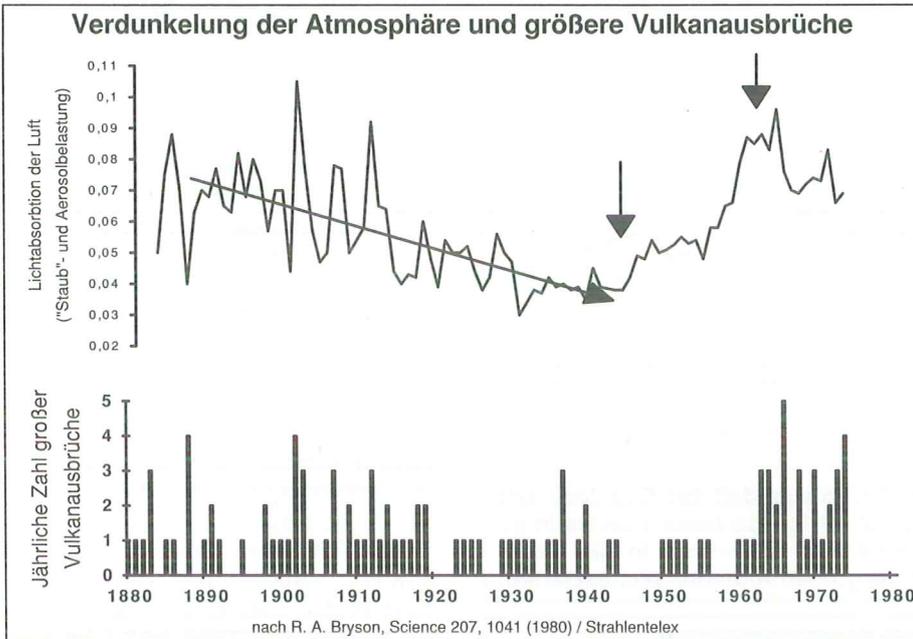
von Ungereimtheiten gibt, die die Indizienkette der Wissenschaftler brüchig machen. Der amerikanische Ozonpapst Brian Owen Toon geht in seinen Veröffentlichungen zum Beispiel in der Zeitschrift *Physics Today* davon aus, daß die Ozonschicht seit 1977 ständig dünner geworden ist. **Bild 1** belegt diese Entwicklung. Oder eigentlich doch nicht. Denn wenn man etwas genauer hinsieht, gibt es in den Jahren zwischen 1957 und 1968 auch einige Bewegung in der Kurve, nämlich zwei Einbrüche in die Ozonschicht. Das war zu einer Zeit, zu der die FCKW-Produktion noch nicht in großem Umfang betrieben wurde. Die Ozonzerstörung begann schon Jahre früher als vermutet. Da die Zerstörung der Ozonschicht aber wesentlich auf die FCKWs zurückgeführt wird, passen diese beiden Einbrüche nicht ins Bild. Sie werden von Toon und sämtlichen anderen Forschern ignoriert. In diese Zeit fallen die großen Atombombentests.

Ein zweiter Bruch in der Indizienkette: Nach den Atombombenversuchen in den frühen sechziger Jahren wuchs die Menge des gemessenen Krypton-85 zunächst nicht weiter. Die Ozonschicht erholte sich. Dazu liefern die Forscher keine Erklärung. Erst mit der Freisetzung von Krypton-85 aus der militärischen und vor allem zivilen Wiederaufarbeitung von Atombrennstäben stieg die Krypton-85-Menge in bisher ungekanntem Ausmaß an. **Bild 2** zeigt diese verblüffenden Meßwerte von Krypton-85 in der bodennahen Luft von europäischen Meßstationen zwischen 1950 und 1985 und veranschaulicht, daß die Produktion von Krypton-85 und FCKWs in großem Umfang gleichzeitig begann.

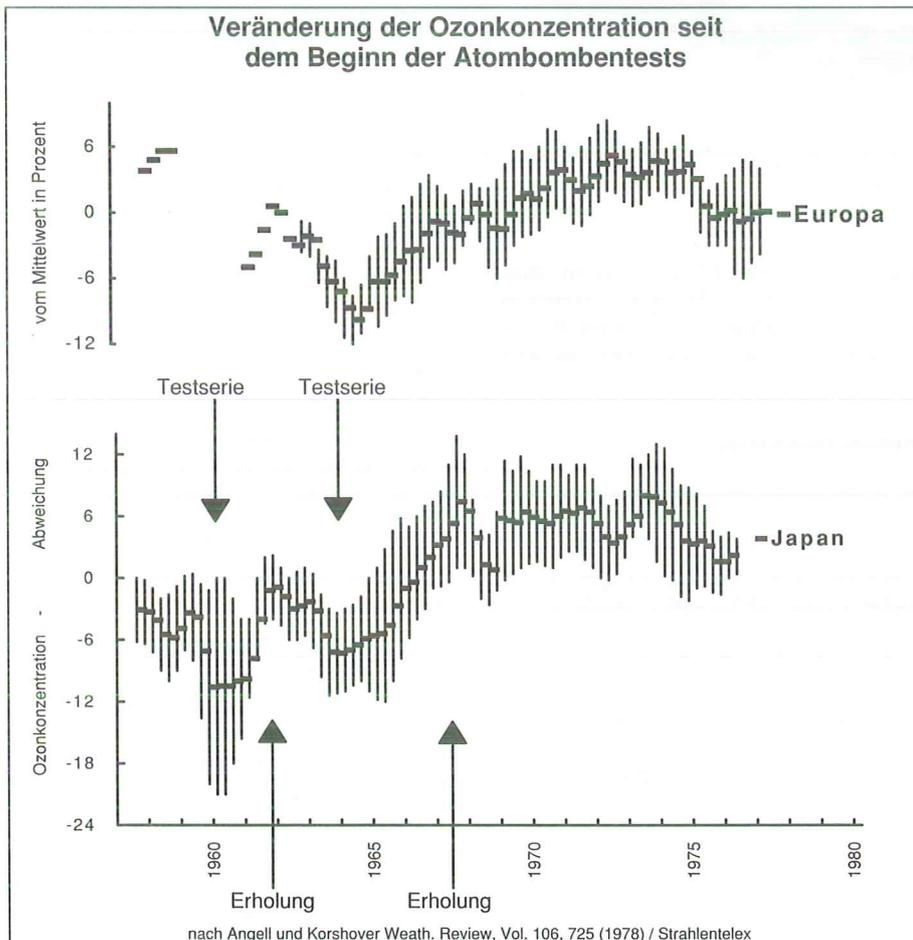
Bei der ersten großen Atomtestserie 1956 bis 1958 wurden 90 bis 250 Billionen ( $10^{15}$ ) Becquerel Krypton-85 freigesetzt und bei der zweiten großen Serie 1961 bis 1963 etwa 100 Billionen Becquerel. Zum Vergleich: die durch Wiederaufarbeitungsanlagen freigesetzte Menge wird 1990 auf 3.300 Billionen Becquerel geschätzt<sup>4</sup>.

Die zivile Atomindustrie in Frankreich, Großbritannien, Japan, der Ex-UdSSR, der USA und Deutschland ist die Hauptquelle von Krypton-85. In einem Jahr setzt die Industrie über dreißigmal mehr Krypton-85 frei, als bei der großen Atombombentestserie von 1961 bis 1963 in die Atmosphäre geblasen wurde. Heute beträgt der Anteil der Krypton-85-Emissionen aus zivilen Wiederaufarbeitungsanlagen 99 Prozent der Gesamtmenge.

Den Wissenschafts-Kommissaren läuft bei der Tatzeit etwas durcheinander, das ist Bruch drei der Indizienkette.



**Bild 4**  
Die obere Kurve des Bildes zeigt die Verdunkelung der Atmosphäre, die untere größere Vulkanausbrüche. Bis 1943 besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Vulkantätigkeit und Staub sowie Wasser in der Atmosphäre. Deutlich ist für die Zeit von Mitte der vierziger bis in die sechziger Jahre zu erkennen, daß die Verdunkelung zunimmt, obwohl keine Vulkane ausgebrochen sind. In dieser Zeit fanden die oberirdischen Atombombentests statt.



**Bild 5**  
Nach jeder großen Atombombentestserie ist die Ozonschicht geschrumpft (Anfang und Mitte der sechziger Jahre). Sie erholte sich nach dem Stop der atmosphärischen Atombombentests. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Testserie und Ozonloch.

Wie wir wissen, vergrößert sich das Ozonloch im Norden rhythmisch jedes Jahr im arktischen Frühling, zu der Zeit nämlich, wenn die ersten UV-Sonnenstrahlen die Energie liefern, die für den chemischen Zerstörungsprozeß notwendig ist. Die Theorie hört sich schlüssig an, ist es aber nicht. Das Ozonloch bildet sich nämlich über der Südhalbkugel auch mitten im antarktischen Winter, im August und September - die Zeit der jährlichen Katastrophenmeldungen. Dann ist es in der südpolaren Stratosphäre besonders kalt und besonders dunkel. Und selbst im arktischen Frühling im Norden ist die Intensität der UV-Sonnenstrahlen nicht so stark, daß der chemische Prozeß erklärt werden könnte. Ganz anders aber verhält sich unser Komplize Krypton-85. Er arbeitet mit der 56.000-fachen Energie eines Lichtquants und ist auch im arktischen Winter ständig anwesend. Pro Sekunde erzeugt er 7.200 Ionenpaare, an denen sich Eiskristalle bilden. Das ist eine einleuchtendere Erklärung für die Tatzeit, als die nicht vorhandene Sonne. Die Rolle, die in der bisherigen Theorie der Sonne zugedacht wurde, nimmt in Wirklichkeit Krypton-85 ein.

Krypton-85 ist (zu 99,59 Prozent) ein Betastrahler. Ein Beta-Zerfall - mit der 56.000-fachen Energie eines Lichtquants der solaren UV-Strahlung - erzeugt 7.800 zusätzliche Ionenpaare. Bei der gegenwärtigen Krypton-85-Kontamination der Atmosphäre von 1 Becquerel pro Kubikmeter heißt das, daß zusätzlich zur natürlichen Ionisation pro Sekunde in jedem Kubikmeter Luft 7.800 Ionenpaare erzeugt werden beziehungsweise in der Stratosphäre, wo im Verhältnis zur Erdoberfläche eine Konzentration des Krypton-85 von 92 Prozent besteht, rund 7.200 zusätzliche Ionenpaare. Die hochenergetische ionisierende Strahlung von Krypton-85 erzeugt luftchemisch neue Produkte und setzt bei gleicher Strahlungsintensität eine höhere Produktmenge um als das Sonnenlicht<sup>2</sup>. Das ist der mikroskopische Aspekt von Krypton-85.

Die Tatzeit stimmt nicht, weder in Bezug auf die Jahreszahlen noch auf die Jahreszeit. Jetzt fehlt nur noch, daß auch der Tatort nicht stimmt. Hier liegt das nächste Problem. Wenn die UV-Strahlung der Sonne wesentliche Beihilfe leistet, sollte man davon ausgehen, daß Ozon dort zerstört wird, wo die Kraft der Sonne hinreicht. Die energiereichen Sonnenstrahlen treffen auf die Oberfläche der Stratosphäre, in einer Höhe von 40 bis 50 Kilometern und lassen dort die Temperatur auf plus 50 Grad Celsius ansteigen. Tatsache ist aber, daß das meiste Ozon zwischen 12 und 30 Kilometern Höhe zerstört wird, nämlich dort, wo tiefe Temperaturen zur Entstehung von Eiskristallen führen, wo das meiste Ozon

ist - und, wie wir inzwischen wissen, auch Krypton-85.

## Indiz Atombombentests

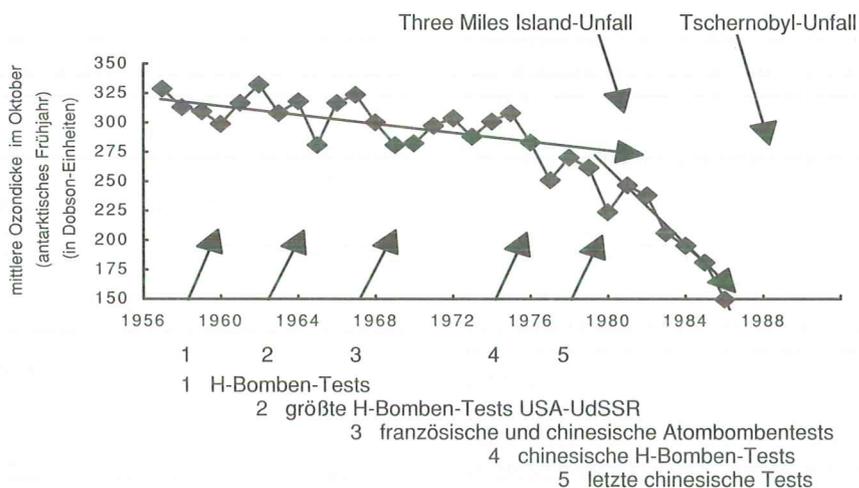
Die Indizienkette, die jetzt folgt, geht von einfachen Beobachtungen aus, die anhand von vier Schaubildern (Bild 3 bis 6) erläutert werden. Dabei wird sich zeigen, daß die Atombombentests und die Reaktorunfälle Three Miles Island und Tschernobyl in engem zeitlichen Zusammenhang mit dem Wachsen des Ozonlochs stehen. In allen Fällen wurden große Mengen Krypton-85 freigesetzt. Anschließend werden die chemischen und elektrischen Wirkungen von Krypton-85 an sieben Beispielen genauer dargestellt. So schließt sich die Indizienkette nach und nach mit zuletzt vier Berichten aus dem Labor, bis der Komplize des FCKW vollständig entlarvt ist.

1. Seit 1883 wird die globale Erwärmung systematisch aufgezeichnet. Zwischen diesem Zeitpunkt und 1945 verlief die Erwärmung relativ gleichmäßig. Erst dann sank sie rapide ab, wie Bild 3 zeigt. Nun kann bezweifelt werden, daß im Jahr 1945 weltweit gleichzeitig sämtliche Spraydosen in die Luft gesprüht wurden - zumal es sie damals noch nicht gab. Was also geschah in diesem und in den folgenden Jahren? 1945 fand der erste atmosphärische Atombombentest statt, der ungeheure Mengen Wasser direkt in die Stratosphäre schleuderte, was zur Wolken- bzw. Eiskristallbildung führte und das Sonnenlicht nicht durchdringen ließ. Mit jeder Megatonne Sprengkraft einer Atombombe werden zwischen 20 und 40 Millionen Megatonnen Wasserdampf in die Atmosphäre und in die Stratosphäre geschleudert - abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit, der Temperatur und davon, ob die Bombe über Land oder Wasser gezündet wurde<sup>6</sup>.

2. Die Verdunkelung der Atmosphäre hängt nicht wesentlich mit der Vulkantätigkeit zusammen. Bild 4 zeigt, daß die Verdunkelung bis 1963, dem Ende der atmosphärischen Atombombentests, stark anstieg, obwohl in dieser Zeit (1942 bis 1963) keine rege Vulkantätigkeit zu verzeichnen ist. Daß Vulkaneruptionen in keinem sehr engen Zusammenhang mit dem Ozonabbau stehen, belegte zuletzt die Eruption des Pinatubo im Juni 1991. Obwohl die Pinatubo-Schicht in der Stratosphäre schon ein Jahr nach der Eruption um ein Drittel

## Abnahme der Ozonschicht über der Antarktis (Halley Bay) seit 1956 nach Joseph C. Farman et al.

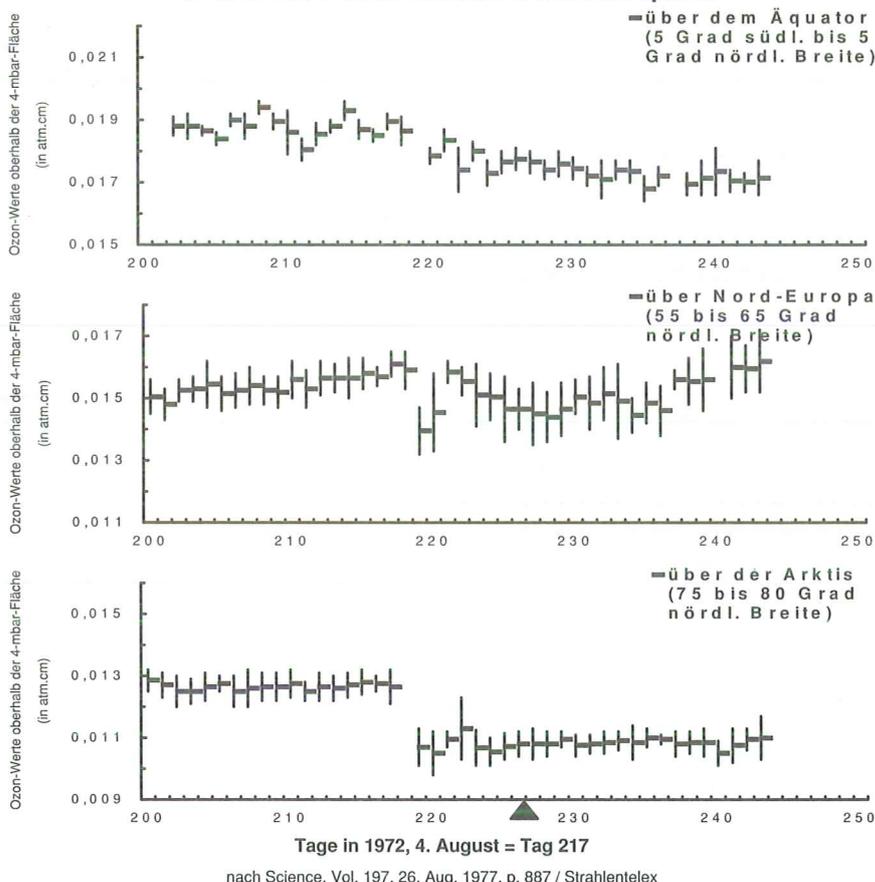
nach R. Stolarski, Sc. American 1988, Physics Today, Dec. 1991, p.37 / Strahlentelex



**Bild 6**

Noch genauer ist der Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Ozonloch zu erkennen, bezieht man neben den Atomtests (der USA und UdSSR bis Mitte der 60er Jahre, Frankreichs, und Chinas bis Ende der 70er Jahre) die großen Reaktorunfälle mit ein. Nach Three Miles Island (März 1979) und besonders nach Tschernobyl (April 1986) kam es zu den größten Einbrüchen in der Ozonschicht.

## Ozon-Werte im Juli und August 1972, vor und nach einer starken Sonneneruption



**Bild 7**

Durch eine starke Sonneneruption am 4. August 1972 (Tag 217), die die gleichen Wirkungen hat wie Krypton-85, wurde die Ozonschicht über der Arktis von einem Tag zum anderen erheblich geschädigt.

abgenommen hat, wächst das Ozonloch weiter<sup>7</sup>.

3. Dagegen schrumpft die Ozonschicht nach jeder großen Atombombentestserie deutlich und braucht zwei Jahre, bis sie sich wieder einigermaßen erholt hat. **Bild 5** läßt sehr deutlich den gleichmäßigen Rhythmus der Kurve zwischen Atombombentests, dem Test-stop-Moratorium und erneuten Tests erkennen.

4. Noch eindeutiger wird der Zusammenhang zwischen Krypton-85 und der Ozonzerstörung, wenn wir die Messungen der Ozonschicht über Halley Bay in der Antarktis zwischen 1957 und 1984 betrachten und uns wie auf **Bild 6** vergegenwärtigen, wann jeweils die großen Testserien und Reaktorunfälle stattgefunden haben<sup>8</sup>. Die Atombombentests stehen in direktem zeitlichen Zusammenhang mit dem Ozonabbau. Beim Reaktorunfall von Three-Miles-Island<sup>9</sup> kam es zu einer unmittelbaren Verringerung der Ozonschicht um 54 Dobson, der Maßeinheit für die Ozonschicht. Das war der bis dahin höchste jährliche Ozonabbau. Katastrophal wirkte sich Tschernobyl auf die Ozonschicht aus. Der Rekord-Ozonabbau von 65 Dobson in einem Jahr wurde bisher nicht wieder erreicht<sup>10</sup>.

Eine Dobson-Einheit entspricht einer Dicke der Ozonschicht von 0,01 Millimetern, bezogen auf Druckverhältnisse in Meereshöhe. Der Jahresmittelwert für Europa beträgt 300 Dobson, was 3 Millimetern entspricht.

## Radioaktivität und das Wetter

Ob es sich um Atombombentests, Reaktorunfälle oder Wiederaufarbeitungsanlagen handelt - überall ist Krypton-85 im Spiel und beeinflusst unmittelbar die Klimafaktoren. Die folgenden sieben Beispiele belegen den engen Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Wetter.

1. 1954 fiel die Reisernte in Japan äußerst spärlich aus. Sonst hing das häufig mit mangelnder Sonnenstrahlung wegen aktueller Vulkaneruptionen zusammen, aber in diesem Jahr nicht. Vorher war auf dem Bikini-Atoll die Wasserstoffbombe Bravo gezündet worden und die Sowjets hatten große Atombombentests durchgeführt. Die Wasserpartikel in der Stratosphäre filterten das Sonnenlicht weg. H. Arkawa berichtet 1955 darüber ausführlich in der in Tokyo erscheinenden Zeitschrift *Geographical Monthly*<sup>11</sup>.

## Krypton-85 und der Treibhauseffekt

Die Zahl der Eiskristalle in der Stratosphäre potenziert sich durch Krypton-85. In größerem Rahmen gesehen verdunkelt das Wachstum stratosphärischer Perlmutterwolken den Himmel. Beim Treibhauseffekt durchdringt das Sonnenlicht die Atmosphäre fast ungehindert, wird von der Erdoberfläche absorbiert, wobei die Lichtenergie in Wärmeenergie übergeht. Die längerwellige Wärmestrahlung kann jedoch nicht mehr voll ins Weltall abgestrahlt werden, weil sie durch Wasserdampf und Kohlendioxid absorbiert wird - der Treibhauseffekt.

Die Verdunkelung steigt in direkter Abhängigkeit zu Atombombentests und erreicht auch ihren Gipfel in direktem Zusammenhang mit großen Atombombentestserien. Krypton-85 wird in noch viel größerer Menge als durch Atomtests durch die zivilen Wiederaufarbeitungsanlagen freigesetzt.

Die rasanten klimatischen Veränderungen lassen sich nicht ausreichend durch die Kohlendioxid-Steigerungsrate erklären. Krypton-85 und der dadurch verursachte steigende Wassereintrag in Form von kleinsten Eisparkeln ist ein entscheidender Faktor des Treibhauseffekts. Das Eiskristallwachstum muß rasant sein: Die Krypton-85-Konzentration verdoppelt sich derzeit alle 10 bis 12 Jahre<sup>18</sup>. Damit ist dieser Anstieg rund zwanzigmal höher, als der derzeitige relative Anstieg von Kohlendioxid.

Krypton-85 ist das verbindende Glied zwischen Ozonloch und Treibhauseffekt.

2. Ein anderer Japaner, A. Huzita<sup>12</sup>, berichtete 1969 davon, daß im Bereich des Fallouts einer sowjetischen Wasserstoffbombe die Luftleitfähigkeit um das Doppelte anstieg. Krypton-85 verändert die Luftleitfähigkeit, was zu Auswirkungen auf die Temperatur führt.

3. In der Umgebung des Atomtestgeländes Nevada erhöhte sich die Luftleitfähigkeit um das Zehnfache, während sich die elektrische Feldstärke um das Sechsfache reduzierte. Das berichtete L. Machte 1955 in *Science*<sup>13</sup>.

4. Ein entsprechendes Phänomen beobachtete S. Israelsson im Gebiet des Tschernobyl-Fallouts in Schweden. Dort fand er am 29. April 1968 einen Anstieg der Luftleitfähigkeit um das Elffache und gleichzeitig einen Rückgang elektrischer Feldstärke auf ein Zehntel. Der

Bremer Wissenschaftler Roland Kollert, von dem diese Beispiele und viele Einzeldaten über Krypton-85 übernommen sind, kommentiert dieses Ergebnis als lokalen Kurzschluß des globalen Stromkreislaufs. Zwei Wochen später, nach nicht-kontaminierten Regenfällen, stabilisierte sich die Feldstärke auf vierzig Prozent von Normal.

5. Von der Umgebung der Versuchs-Wiederaufarbeitungsanlage in Karlsruhe berichtet W. Weiss<sup>14</sup>, daß die Luftleitfähigkeit das Mehrfache des natürlichen Wertes annimmt und Krypton-85 in der unmittelbaren Umgebung der Wiederaufarbeitungsanlage der wesentliche Ionisator der Luft ist. Die Ionisation erzeugt einerseits freie Radikale, andererseits Kondensationskerne.

6. Die Zunahme der Trockenperioden in Nordamerika steht in Zusammenhang mit der Verdoppelung der Kondensationskerne über dem Nordatlantik. Um die Kondensationskerne bilden sich kleinste Wassertropfen, was zu geringeren Niederschlägen führt<sup>15</sup>. Dieses Beispiel spielt sich in der Höhe ab, wo unser Wetter gemacht wird. Stellen wir uns das eine Etage höher in der Stratosphäre vor, geht es nicht darum, daß es nicht soviel regnet, wie für die Landwirtschaft gut wäre, sondern darum, daß Wasser bzw. Eis in der Stratosphäre gehalten wird.

7. Zur Vernichtung des Ozons ist Sonnenstrahlung oder Krypton-85 eine Voraussetzung. Bei beiden handelt es sich um hochenergetische ionisierende Strahlung. Schnelle nukleare Partikel können Ozon äußerst schnell in großem Umfang zerstören. Eine starke Sonnenexplosion, die die gleiche Wirkung wie Krypton-85 hervorruft, vernichtete im August 1972 von einem Tag auf den anderen einen großen Teil der Ozonschicht über der Arktis, wie **Bild 7** zeigt<sup>16</sup>.

Es ist keine Frage und völlig unbestritten, daß Krypton-85 im Hinblick auf die globale atmosphärische Wirkung von allen Radionukliden, die von der Atomindustrie erzeugt werden, der entscheidende Ionisator ist.

## Alles ist im Labor nachweisbar

Beobachtungen sind die eine Seite der Medaille, aber, sagen die Wissenschafts-Kommissare, wir sind ja exakte Wissenschaftler, das muß man alles auch im Labor nachweisen können. Kann man.

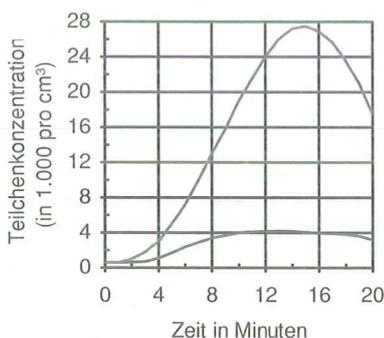
1. Es ist ein ganz alter Hut, daß die elektrische Feldstärke die Koagulation von Wassertropfchen beeinflusst. John W. Ryleigh hat dieses Phänomen 1880 beschrieben. Das steht in jedem Physikbuch.

2. Gut hundert Jahre später, 1984, experimentierte William L. Boeck von der Niagara Universität New York mit Krypton-85 und fand heraus, daß durch eine Abnahme der elektrischen Feldspannung das Tröpfchenwachstum gebremst wird. In der Stratosphäre hieß das, daß mehr kleinste Wasser- bzw. Eiskristalle vorhanden sind.

3. Zu einem synergistischen, also noch stärkerem Prozeß der Bildung von freien Radikalen, kommt es beim Zusammenwirken von Krypton-85 und UV-(Sonnen-)licht. Beide produzieren sowohl freie Radikale als auch Kondensationskerne. Das fanden Forscher im indischen Kernforschungsinstitut Bhaba<sup>17</sup> bei Experimenten heraus. **Bild 8** zeigt, daß die Partikelbildung schwefeldioxidhaltiger Luft unter dem Einfluß ionisierender Strahlung absolut hochschnell.

#### Smogkammerexperiment zur Partikelbildung in schwefeldioxidhaltiger Luft (0,02 ppm) unter dem Einfluß ionisierender Strahlung

obere Kurve: Teilchenkonzentration bei Gammabestrahlung mit 5 mR/h  
untere Kurve: Teilchenkonzentration bei natürlicher Ionisation



nach K.G. Vohra 1975, R. Kollert, M. Butzin 1989, S.70 / Strahlentelex

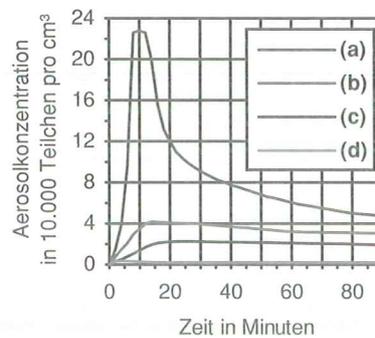
#### Bild 8

Das Laborexperiment zeigt, wie Radioaktivität in schwefeldioxidhaltiger Luft überproportional viele Kondensationskerne und zerstörerische freie Radikale erzeugt.

4. Im selben Labor wurden Schwefeldioxid, Ozon, der Kohlenwasserstoff Ethen und Radioaktivität zusammengebracht. Beim Blick auf **Bild 9** wird deutlich, daß Radioaktivität der entscheidende Faktor für die Partikelbildung ist.

#### Partikelbildung in einem Spurengasgemisch aus Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>, 0,2 ppm) und Ozon (0,16 ppm) in Luft mit und ohne Zugabe des Kohlenwasserstoffs Ethen (0,2 ppm) und ionisierender Strahlung (5 mR/h)

- (a): SO<sub>2</sub> + Ozon + Ethen + Radioaktivität  
(b): SO<sub>2</sub> + Ozon + Radioaktivität  
(c): SO<sub>2</sub> + Ozon + Ethen  
(d): SO<sub>2</sub> + Ozon (unterste Kurve, dicht bei der Zeitachse)



nach M. C. Subba Ramu 1981, R. Kollert, M. Butzin 1989, S.71 / Strahlentelex

#### Bild 9

Dieses Laborexperiment zeigt, wie Radioaktivität zusammen mit Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Ozon und Ethen überproportional viele Kondensationskerne bildet, an denen Eiskristalle entstehen und an deren Oberfläche wiederum FCKWs Ozon zerstören.

Die Schlußfolgerung: Sowohl bei Beobachtungen als auch bei den Laborversuchen spielt radioaktive Strahlung und als besonders wirksamer Stoff Krypton-85 die zentrale Rolle bei der Bildung kleinster Wassertropfchen bzw. Eiskristalle. Diese Zusammenhänge als reinen Zufall oder „Massen-Koinzidenz“ vom Tisch zu wischen, ist überheblich und unverantwortlich.

#### Niederschmetternde Kritik - die das Thema verfehlt

Ich habe diese Krypton-85-Theorie der Ozonzerstörung deutschen Wissenschaftlern vorgelegt, zum Beispiel Professor Dr. Hartmut Graßl vom Meteorologischen Institut der Universität Hamburg, der Chef der Bundestagskommission zum Schutz der Erdatmosphäre ist. Seine Hauptkritik war, daß die Höhenstrahlung in der Stratosphäre so stark sei, daß Krypton-85 dort keine Klimawirksamkeit erreichen könne. Das war niederschmetternd und ich habe mein Material mehrere Monate beiseite gelegt. Dann fiel mir auf, daß Graßl in seiner umfangreichen Krypton-85-Studie zwar jede Kleinigkeit belegt hat, diesen Punkt

aber nicht. Kann er auch nicht. Es gibt dazu gar kein Material. Im Gegenteil. Als einen von zwei Punkten, die Graßl für zukünftige Forschungsvorhaben vorschlägt, ist gerade die Wirkung von Krypton-85 auf das globale luftelektrische Feld genannt.

Die Gründe, aus denen die Wissenschafts-Kommissare heute den Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Ozonloch bezweifeln, sind die gleichen wie die, die angeführt wurden, als es um die katastrophalen Auswirkungen radioaktiver Niedrigdosisstrahlung ging: Es paßte nicht in die vorherrschende Theorie. Niedrigdosisstrahlung schade nicht, sie sei viel zu niedrig. Was nicht sein darf, kann nicht sein. Dennoch sind Krebs, Leukämie bei Kleinkindern, die Schwächung des Immunsystems und eine Konzentration von radioaktiven Strahlen in der Schilddrüse und im Knochenmark als Folge der Niedrigdosisstrahlung heute anerkannte Tatsachen.

Was ich mit meinem Beitrag erreichen will ist Folgendes: Unzweifelhaft ist Krypton-85 in der Stratosphäre, unzweifelhaft beeinflußt es die Eiskristallbildung, womöglich gar entscheidend, unzweifelhaft hat das noch niemand wirklich untersucht, außer dem amerikanischen Wissenschaftler Ernest J. Sternglass. Die Vergrößerung des Ozonlochs kann durch einen Produktionsstopp von Krypton-85, nämlich der Einstellung der Wiederaufarbeitung der Atombrennstäbe, aufgehalten werden. Derzeit rechnet man mit 40 bis 50 Jahren, die beim sofortigen Verzicht auf FCKWs vergehen, bis nur das weitere Wachsen des Ozonlochs aufhört. Ohne Krypton-85 ginge das viel schneller.

Die FCKW-produzierende Chemieindustrie kann den Schwarzen Peter aber nicht an die Atomindustrie weiterschieben. Beide sind Verursacher des Ozonlochs, beide die Täter.

Wieland Giebel

Wieland Giebel, Autor dieses Beitrags, geboren 1950, hat in den 70er Jahren ein Buch über Radioaktivität im militärischen Bereich geschrieben, nach Tschernobyl in der Gesellschaft für Strahlenmeßtechnik in Münster gearbeitet, war Mitglied der BUND Strahlenkommission, hat für mehrere Sender über die globalen Auswirkungen von Radioaktivität berichtet, als Entwicklungsexperte an einem Sonderenergieprogramm für Ostafrika mitgewirkt und als Referent des Europäischen Parlaments im Bereich Umwelt an Technikfolgenabschätzungen gearbeitet.

## Ernest J. Sternglass

Ernest J. Sternglass ist der einzige Wissenschaftler, der Wieland Giebel zu dieser Arbeit ermutigt hat und von dem vielfältiges Material und Ideen stammen. Giebel hat Sternglass auf der „First Global Radiation Victims Conference“ 1987 in New York kennengelernt, an deren Vorbereitung er mitgearbeitet hat.

Professor Dr. Ernest Sternglass (70) war Verfechter „sauberer“ Atomenergie. Er entwickelte 1952 bis 1967 für Westinghouse Reaktoren, stieg aus, und lehrte an der University of Pittsburgh. Er gilt aufgrund seiner epidemiologischen Studien als einer der Pioniere der Erforschung niedriger radioaktiver Strahlendosen. Der Einsatz im Krieg blieb ihm erspart, weil er nach Japan abkommandiert werden sollte, als gerade die Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki abgeworfen wurden. Seine Mutter war Gynäkologin in Berlin-Charlottenburg, sein Vater Radiologe. Bereits in der Zeit seiner Kinderstube wurde bei seinen Eltern über das Pro und Contra von Strahlung diskutiert.

### Referenzen:

- 1 Patrick Hamill and Owen Brian Toon, „Polar Stratospheric Clouds and the Ozone Hole“, Physics Today, Dec. 1991, p. 34ff, zit. als Toon 91 e. Owen Brian Toon und Richard P. Turco, „Polare Stratosphärenwolken und Ozonloch“, Spektrum der Wissenschaft 8/91 p. 43; zit.: Toon, SdW 91.
- 2 Roland Kollert, Martin Butzin, „Klimaaspekte radioaktiver Spurengase“, insbesondere von Krypton-85. Eine Studie im Auftrag des Deutschen Bundestages, Enquete-Kommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, Bremen, Okt. 1989, S. 24, zit. als Kollert 89.
- 3 Prof. Dr. Hartmut Graßl, Paper, „Krypton-85“, zit.: Graßl 89, p. 3: Von den etwa 50 m<sup>3</sup> Kr-85 sind

nur etwa 9 cm<sup>3</sup> natürlichen Ursprungs. Der große Würfel bei Graßl hätte eine Kantenlänge von 3,70m.

- 4 A. Sittkus, H. Stockburger, „Krypton-85 als Indikator des Kernbrennstoffverbrauchs“, Naturwissenschaften, Band 63, 1976, und K.J.P. Schröder, W. Roether, „Releases of Kr-85 and Tritium to the Environment ...“ in „Isotopes Ratios as Pollutant Sources And Behavior Indicators“, IAEA-SM-191/30 Vienna, 1979, nach Kollert 89, p. 12.
- 5 Richard S. Stolarski, „The Antarctic Ozone Hole“, Scientific American, 1988, p. 33ff, Toon, SdW 91.
- 6 N.Y.Times, 28.5.92.
- 7 Bild der Wissenschaft, 8/93 p. 98; Nature, 3.9.92.
- 8 Wieland Giebel, „Ablenkungsmanöver“ Abbrü-

stungsverhandlungen“, München 1979, p. 137ff.

9 57.000 Ci Kr-85 Emissionen aus TMI nach Graßl, p. 10, lt. FR vom 4.6.1980, das entspricht 2,1 Peta-Bq.

10 Cicerone, Science, July 3, 1987, ibid p. 330, Oct. 19, 1990;

Richard A. Kerr, „Another Antarctic Ozone Hole“, Science, Vol. 250, Oct.19., 1990.

11 Geographical Monthly, 16.12.1955.

12 A. Huzita, „Effects of Radioactive Fallout Upon the Electrical Conductivity of the Lower Atmosphere“, in S.C. Coroniti, J. Hughes, „Planetary Electrodynamics“, Gordon and Breach Sci. Publ., New York, 1969, nach Anm.2.

13 Science, Vol. 121, 1955.

14 nach Graßl 89, p. 34.

15 William L. Boeck, „Atmospheric Kr-85“, Niagara University, New York, Paper, 1984,

Kollert p. 82.; S.A. Changnon jr. „Secular Trends in Thunderstorm Frequencies“, in: H. Dolezalek, „Electrical Processes...“ Darmstadt, 1977, nach 2.

16 Science, Vol. 197, vom 26.8.1977, p. 886.

17 K.G. Vohra u.a. „An Experimental Study of the Role of Radon in the Conversion of Sulphur Dioxide into Aerosol Particles in the Atmosphere“, Atmospheric Environment, Vol. 18, No. 8, 1984, nach Kollert p. 73.

18 Die Anstiegsrate betrug in den 80er Jahren 3,5 % pro Jahr, Graßl 89, p. 35; so auch Schröder, Anm. 4. ●

**An das  
Strahlentelex  
Th. Dersee  
Rauxeler Weg 6  
D-13507 Berlin**

### Abonnementsbestellung

Ich/Wir bestelle/n zum fortlaufenden Bezug ein Jahresabonnement des **Strahlentelex** ab der Ausgabe Nr. \_\_\_\_\_ zum Preis von DM 86,- für 24 Nummern in 12 Doppelausgaben jährlich frei Haus. Ich/Wir bezahlen nach Erhalt der ersten Lieferung und der Rechnung, wenn das **Strahlentelex** weiter zugestellt werden soll. Im Falle einer Adressenänderung darf die Deutsche Bundespost - Postdienst meine/unsere neue Anschrift an den Verlag weiterleiten.  
Ort/Datum, Unterschrift:

**Vertrauensgarantie:** Ich/Wir habe/n davon Kenntnis genommen, daß ich/wir das Abonnement jederzeit und ohne Einhaltung irgendwelcher Fristen kündigen kann/können.  
Ort/Datum, Unterschrift:

**Einzugsermächtigung:** Ich gestatte hiermit, den Betrag für das Abonnement jährlich bei Fälligkeit abzubuchen und zwar von meinem Konto

Nr.: \_\_\_\_\_  
bei (Bank, Post): \_\_\_\_\_

Bankleitzahl: \_\_\_\_\_  
Ort/Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Ja, ich will/wir wollen für das Strahlentelex Abonnenten werden. Bitte schicken Sie mir/uns dazu \_\_\_\_\_ Stück kostenlose Probeexemplare.**

**Es handelt sich um ein Patenschafts-/Geschenkabonnement an folgende Adresse:**  
Vor- und Nachname: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer:

\_\_\_\_\_  
Postleitzahl, Ort:

\_\_\_\_\_  
**Absender/Rechnungsadresse:** Vor- und Nachname: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer:

\_\_\_\_\_  
Postleitzahl, Ort:

### Strahlentelex

Informationsdienst ●Th.Dersee, Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin, ☎ + Fax: 030 / 435 28 40.

**Herausgeber und Verlag:** Thomas Dersee, Strahlentelex.

**Redaktion:** Bettina Dannheim, Dipl.-Biol., Thomas Dersee, Dipl.-Ing. (verantw.).

**Wissenschaftlicher Beirat:** Dr.med. Helmut Becker, Berlin, Dr. Thomas Bigalke, Berlin, Dr. Ute Boikat, Hamburg, Prof. Dr.med. Karl Bonhoeffer, Dachau, Dipl.-Ing. Peter Diehl, Cambridge (UK), Prof. Dr. Friedhelm Diel, Fulda, Dr.med. Joachim Großhennig, Berlin, Dr.med. Ellis Huber, Berlin, Dipl.-Ing. Bernd Lehmann, Berlin, Dr.med. Klaus Lischka, Berlin, Prof. Dr. E. Randolph Lochmann, Berlin, Dipl.-Ing. Heiner Matthies, Berlin, Dr. Werner Neumann, Altenstadt, Dr. Peter Plieninger, Berlin, Dr. Ernst Rößler, Berlin, Prof. Dr. Jens Scheer, Bremen, Prof. Dr.med. Roland Scholz, Gauting, Priv.-Doz. Dr. Hilde Schramm, Berlin, Jannes Kazuomi Tashiro, Kiel, Prof. Dr.med. Michael Wiederholt, Berlin.

**Erscheinungsweise und Bezug:** Das Strahlentelex erscheint an jedem ersten Donnerstag im Monat als Doppelnummer. Bezug im Jahresabonnement DM 86,- für 12 Doppelnummern frei Haus. Einzelexemplare DM 8,-.

Vertrauensgarantie: Eine Kündigung ist jederzeit und ohne Einhaltung von Fristen möglich.

**Kontoverbindung:** Th. Dersee, Konto-Nr. 4229380007, Grundkreditbank eG Berlin (Bankleitzahl 101 901 00).

**Satz:** In Zusammenarbeit mit LPC GmbH, Prinzessinnenstr.19-20, 10969 Berlin.

**Druck:** Bloch & Co. GmbH, Prinzessinnenstraße 19-20, 10969 Berlin.

**Vertrieb:** Datenkontor, Ewald Feige, Körtestraße 10, 10967 Berlin.

Die im Strahlentelex gewählten Produktbezeichnungen sagen nichts über die Schutzrechte der Warenzeichen aus.

© Copyright 1994 bei Thomas Dersee, Strahlentelex. Alle Rechte vorbehalten.

ISSN 0931-4288