

GESUNDHEIT oder ATOMKRAFT

Medizinische Argumente gegen
Atomkraftwerke – Versuch
einer verständlichen Darstellung



NACH TSCHERNOBYL

VORWORT

"Da die Informationen über die Gesundheitsgefährdung durch den Normalbetrieb von Atomkraftwerken schwer zugänglich und meist nur Fachleuten verständlich sind, wollen wir in dieser Broschüre eine verständliche Zusammenfassung des uns vorliegenden Materials geben. (...) In dieser Broschüre wollen wir die notwendigen Informationen zur Beurteilung des Gesundheitsrisikos durch den Normalbetrieb von Atomkraftwerken und Wiederaufbereitungsanlagen geben. Viele Aspekte einer möglichen Gefährdung durch kerntechnische Anlagen sind allerdings noch gar nicht erforscht, weil die Forschung - in Abhängigkeit von den Interessen derer, die die Forschungsaufträge vergeben und finanzieren - sich diesem Gebiet bisher kaum widmete. (Viele der bekannten Gefahren sind dementsprechend auch nur durch Zufall(!) entdeckt worden.) Aber bereits die vorliegenden Ergebnisse - ohne Berücksichtigung der noch unbekannten Gefahren - gebieten unseres Erachtens dringend einen Stop des Betriebes von Atomanlagen! Die vorliegende Broschüre beschränkt sich auf die medizinischen Aspekte des Atomkraftrisikos. Die Anwendung der Atomkraft bringt natürlich noch weitere Gefahren mit sich: Erwärmung der Flüsse, Klimaveränderungen, Unfall- und Sabotagegefahr, Einschränkung von Grundrechten, Weg rationalisierung von Arbeitsplätzen, wachsende Atomkriegsgefahr usw.. (...)"

Als Gruppe von Medizinstudenten/innen hatten wir dieses Vorwort den ersten Auflagen unserer Broschüre zwischen 1977 und 1979 vorangestellt. Inzwischen sind wir alle als Ärztinnen und Ärzte berufstätig.

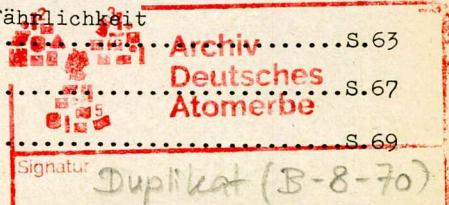
Anlässlich der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl haben wir uns wieder zusammengefunden, um unsere Broschüre zu aktualisieren. Denn ebenso wie über den Normalbetrieb von Atomanlagen wird die Bevölkerung über die Folgen dieses Unfalles nur unzureichend und/oder falsch informiert. Wir werden mit einer Flut von Zahlen überschüttet, unter denen sich kaum jemand etwas vorstellen kann.

Da wir die Broschüre möglichst schnell herausgeben wollen, haben wir den Großteil unverändert gelassen und einiges gestrichen. Neu sind die Kapitel: "Wie hoch ist das Krebsrisiko nach Tschernobyl?", "Katastrophen- und Zivilschutz - eine mögliche Hilfe?" und "Wer ist die Strahlenschutzkommission?"

Mögliche Überschüsse aus dem Verkauf dieser Broschüre wollen wir dafür verwenden, einer ehemaligen Mitautorin, die seit über einem Jahr als Anästhesistin in Nicaragua arbeitet, eine von ihr dringend benötigte Narkoseausrüstung für Kinder zu kaufen.

INHALT

1.	Einleitung . Natürliche und künstliche Strahlung	S. 2
	- Warum interessiert uns der scheinbar geringe Anteil der AKWs an der Strahlenbelastung ?	S. 3
	- Vergleich : AKWs - medizinischer Strahlengebrauch	S. 5
2.	Radioaktivitätsabgaben und Anreicherung	S. 7
2.1	Radioaktive Abgaben im Normalbetrieb	S. 7
2.2	Anreicherung radioaktiver Stoffe	S.12
2.2.1	Anreicherung in der Nahrung - Nahrungsketten	S.13
2.2.2	Anreicherung in Organen	S.17
2.3	Synergismen	S.20
3.	Wirkung radioaktiver Strahlung auf die lebende Zelle	S.22
4.	Schäden im Niedrigdosisbereich	S.26
4.1	Jede noch so kleine Menge Radioaktivität ist schädlich ..	S.26
4.2	Vorzeitiges Altern durch geringe Radioaktivität	S.29
4.3	Krebserzeugende Wirkung der Radioaktivität	S.30
4.4	Belege für den Anstieg der Krebshäufigkeit nach radioaktiver Bestrahlung	S.32
4.5	Mißbildungen durch radioaktive Strahlung	S.34
4.6	Belege für den Anstieg der Mißbildungen durch radioaktive Strahlung	S.36
4.7	Erbschäden durch radioaktive Strahlung	S.37
4.8	Belege für das Ansteigen von Erbschäden in der Umgebung von Atomkraftwerken	S.39
5.	Schäden, die bei Unfällen in Atomanlagen auftreten können ..	S.42
5.1	Zur Sicherheit von Atomkraftwerken	S.43
6.	Wie hoch ist das Krebsrisiko nach Tschernobyl?	S.47
7.	Strahlenschutz	S.51
7.1	Das Krebsrisiko der AKW-Arbeiter	S.51
7.2	Die Entwicklung der Höchstwerte	S.53
7.3	Der Schutz der Bevölkerung	S.53
7.4	Behördliche Überwachung von Grenzwerten	S.56
7.5	Wer ist die Strahlenschutzkommission?	S.58
8.	Katastrophen- und Zivilschutz - eine mögliche Hilfe?	S.61
9.	Warum die Bundesärztekammer die Gefährlichkeit radioaktiver Strahlung verleugnet	S.63
Nachwort	S.67
Anhang - Physikalische Grundlagen	S.69



1. EINLEITUNG

NATÜRLICHE+KÜNSTLICHE STRAHLUNG

Nach einer kurzen Klarstellung der Begriffe soll die natürliche mit der künstlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung in ihrer Bedeutung verglichen werden. Dabei scheinen auf den ersten Blick die Atomanlagen nur einen zu vernachlässigenden Anteil an der Strahlenbelastung zu haben. Diese von den AKW-Befürwortern häufig vorgebrachte Behauptung wollen wir deshalb gleich zu Anfang durch eine Zusammenfassung unserer Argumente widerlegen. Dadurch wird die Bedeutung der einzelnen Kapitel, in denen eben diese Argumente ausführlicher erklärt sind, für den Leser deutlich, und er kann sich an Hand der Kapitelverweise und Seitenzahlen nach eigenem Interesse und in beliebiger Reihenfolge mit ihnen beschäftigen. Am Schluß dieser Einleitung stehen einige kurze Anmerkungen zur Unvergleichbarkeit von Atomanlagen und medizinischem Strahlengebrauch. Die verwendeten physikalischen Begriffe und Einheiten sind im Anhang erklärt und können dort nachgelesen werden. Dabei gibt es erfahrungsgemäß Schwierigkeiten, deshalb sollte man zunächst versuchen, ohne den Anhang auszukommen. Die Hauptgedanken sind auch ohne physikalische Kenntnisse zu verstehen.

Sowohl natürlich vorkommende als auch künstlich erzeugte Radiumnuklide und Röntgengeräte senden die gleiche Strahlung aus, nämlich überwiegend α - , β - oder γ - bzw. Röntgenstrahlung. Deshalb ist es ungenau von natürlicher oder künstlicher Strahlung zu sprechen. Der Unterschied besteht zunächst nur im Entstehen der Strahlung, der Strahlenquelle. Darüber hinaus hat man aber festgestellt, daß die strahlenden Teilchen, die in Atomanlagen künstlich erzeugt werden und in der Natur bisher nicht vorkamen, für den Menschen gefährlicher sind, weil sie sich in besonders strahlenempfindlichen Organen anreichern. Auf diesen wichtigen Aspekt wird ausführlich auf Seite eingegangen.

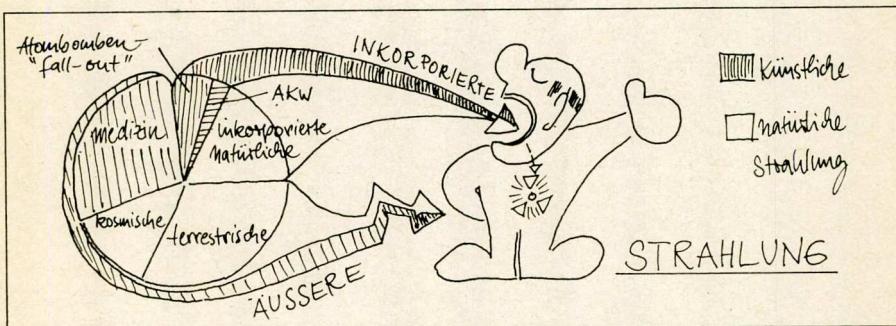
Zu den natürlichen Strahlquellen rechnet man terrestrische und kosmische Strahlung.

Die kosmische Strahlung (Höhenstrahlung) geht von Radionukliden aus, die auf Grund des Strahlenbeschusses aus dem Weltall in den höheren Luftsichten der Erdatmosphäre gebildet werden und sich dann über die Erde verteilen.

Die terrestrische (aus der Erde kommende) Strahlung ist auf Radionuklide zurückzuführen, die sich im Laufe der Erdgeschichte gebildet haben und nun noch im Boden und im Gestein (und damit auch in Baumaterialien) vorkommen.

Alle diese natürlichen Radionuklide bestrahlen den Menschen zum einen von außen, nämlich aus der Luft, dem Boden und den Wänden. Zum andern werden sie aber auch vom Wasser, den Pflanzen und Tieren aufgenommen und gelangen über die Nahrung in den menschlichen Körper (Inkorporierung) und bestrahlen den Menschen von innen.

In der Bundesrepublik ist der einzelne im Durchschnitt einer natürlichen Strahlenbelastung von ca. 110 mrem pro Jahr ausgesetzt. (Vgl. Tabelle Seite 4).



Die künstlichen Strahlenquellen liegen im Bereich des Militärs, (Atomwaffen, Satelliten), der Medizin (Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie), der Industrie und der Atomenergiewirtschaft.

Nach Angaben der Bundesregierung von 1975 war der einzelne durchschnittlich einer künstlichen Strahlenbelastung von ca. 60 mrem pro Jahr ausgesetzt. Dabei entfällt auf die Röntgenuntersuchungen der Löwenanteil von 50 mrem pro Jahr, während der Anteil der Kerntechnischen Anlagen weniger als 1 mrem betragen soll.

Warum interessiert uns der scheinbar geringe Anteil der AKWs an der Strahlenbelastung?

1. Jede noch so kleine Menge Radioaktivität ist schädlich. (Siehe Seite 26 und Seite 27)
2. Wie schon erwähnt sind die aus Atomanlagen abgegebenen radioaktiven Stoffe gefährlicher als natürliche Radionuklide, weil sie sich in besonders strahlenempfindlichen Organen anreichern. (S. 17)

Offizielle Strahlenbelastung in der BRD

Deutscher Bundestag — 8. Wahlperiode

Drucksache 8/311

Tabelle 1

Genetisch signifikante Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland 1975

(Stand Juli 1976)

1	Natürliche Strahlenexposition	ca. 110 mrem/a
1.1	durch kosmische Strahlung in Meereshöhe	ca. 30 mrem/a
1.2	durch terrestrische Strahlung von außen .. ca. 50 mrem/a bei Aufenthalt im Freien	ca. 43 mrem/a
	bei dauerndem Aufenthalt in Häusern ..	ca. 57 mrem/a
1.3	durch inkorporierte radioaktive Stoffe ..	ca. 30 mrem/a
2	Künstliche Strahlenexposition	ca. 60 mrem/a
2.1	durch kerntechnische Anlagen	< 1 mrem/a *)
2.2	durch Verwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlen in Forschung und Technik	< 2 mrem/a
2.2.1	durch technische Strahlenquellen ..	< 1 mrem/a
2.2.2	durch Industrieprodukte	< 1 mrem/a
2.2.3	durch Strahltherapie	< 1 mrem/a
2.3	beruflich strahlenexponierte Personen (Beitrag zur mittleren Strahlen- exposition des Menschen)	< 1 mrem/a
2.4	durch Anwendung ionisierender Strahlen und radioaktiver Stoffe in der Medizin	ca. 50 mrem/a
2.4.1	Röntgendiagnostik	ca. 50 mrem/a
2.4.2	Strahlentherapie	< 1 mrem/a
2.4.3	Nuklearmedizin	ca. 2 mrem/a
2.5	Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse	0
2.6	durch Fall-out von Kernwaffen- versuchen	< 8 mrem/a
2.6.1	von außen im Freien — unabgeschirmt	< 8 mrem/a
2.6.2	durch inkorporierte radioaktive Stoffe	< 1 mrem/a

*) Das Zeichen < bedeutet „kleiner als“.

3. Der Anteil der Kernenergie steigt mit ihrem Ausbau an (Vgl. Brennstoffkreislauf Seite 9). Die Strahlenschutzverordnung erlaubt es der Kernindustrie, die Bevölkerung sogar jedes Jahr mit 60 mrem zu bestrahlen. (Siehe Kapitel 7 Strahlenschutz, Seite 55)
4. Die jährlich von den Atomanlagen abgegebenen langlebigen radioaktiven Stoffe addieren sich zu denen der vorigen Jahre, sodaß die Gesamtbelastung jedes Jahr ansteigt. (Vgl. Anreicherung des Kryptons in der Atmosphäre, Seite 12)
5. Die Angabe der Bundesregierung gründet sich auf ungenügende Meßmethoden und manipulierte Werte. (s.S. 57)
6. Die angegebene Menge der natürlichen Strahlenbelastung für den einzelnen ist wahrscheinlich zu hoch angesetzt, sodaß sich der relative Anteil der Atomanlagen an der Strahlenbelastung erhöht. (s.S. 54)
7. Die Radioaktivität betrifft ganze Gebiete. Besonders empfindliche Personengruppen wie Kinder und schwangere Frauen (diese dürfen aus gutem Grund nicht geröntgt werden) können nicht geschützt werden. (Vgl. Seite 55)
8. Menschen, die in der Nähe von AKWs wohnen, sind einer viel höheren Belastung ausgesetzt, als der Durchschnittswert für die Gesamtbevölkerung vortäuscht.
9. Zur Beurteilung der AKWs muß außerdem die Strahlenbelastung der AKW-Arbeiter und -Reiniger berücksichtigt werden. Sie werden einer zigfach höheren Strahlendosis ausgesetzt als die Bevölkerung. Die Gesundheitsgefährdung an diesen Arbeitsplätzen, besonders das Krebsrisiko, ist überdurchschnittlich hoch und nach internationaler Ansicht nicht zumutbar. (s.S. 54)

AKWs – Medizinischer Strahlengebrauch

Als Medizinstudenten wird uns oft vorgeworfen, die Strahlung aus AKWs sei verschwindend klein gegenüber der, die in der Medizin täglich anfällt. Natürlich werden auch durch den medizinischen Strahlengebrauch beim Menschen Schäden verursacht, aber:
– neben den oben genannten Argumenten gilt für die Medizin, daß Strahlen in der Regel im Interesse des Patienten gezielt angewandt werden, um nämlich ein größeres Übel für diesen Patienten zu vermeiden. Genau wie bei einer Operation muß der Arzt Nutzen und Risiko für den Patienten abwägen. Die Strahlung aus Atomanlagen dagegen trifft uns alle ungezielt und ungefragt, und belastet vor allem Kinder und Ungeborene im Mutterleib und die Erbanlagen.

- in der Medizin werden überwiegend Röntgenstrahlen angewandt, die nur von außen auf den menschlichen Körper wirken, solange das Röntgengerät eingeschaltet ist. Aus AKWs dagegen entweichen dauernd strahlende Teilchen, die unkontrolliert in den Körper eingebaut werden und dort weiterstrahlen. (Vgl. Anreicherung, Seite 17)
- in der Energieerzeugung könnte man auf solche belastende Verfahren verzichten, da man im Gegensatz zur Medizin alternative Technologien zur Verfügung hat (Windkraft, Sonnenenergie usw.)

Trotzdem ist es nötig, auch den medizinischen Strahlengebrauch kritisch zu betrachten.

Die Zahl der durchgeführten Röntgenuntersuchungen steigt jährlich um 10 Prozent. Als Folge davon betrug die Strahlenbelastung durch die Medizin in Hamburg 1974 pro Einwohner 60 - 70 mrem, während es 1959 noch ca. 20 mrem waren. Röntgenuntersuchungen sollten nur so wenig wie nötig angewandt und wenn möglich durch andere Verfahren ersetzt werden (z.B. Ultraschall). Die häufigen Mehrfachuntersuchungen sollten eingeschränkt werden durch Weitergabe der Röntgenaufnahmen zwischen den Verschiedenen behandelnden Ärzten (sie sind dazu übrigens vom Gesetzgeber verpflichtet). Nutzen und Risiko müssen wissenschaftlich erforscht und die Ergebnisse bekannt gemacht werden, vor allem bei Reihenuntersuchungen (z.B. Mammographie).

Der Strahlenschutz, besonders die Abdeckung der Hoden und Eierstöcke muß beachtet werden. Der normal ausgebildete Arzt oder Röntgenassistent kann den Strahlenschutz jedoch nicht ernstnehmen, solange er in seiner Ausbildung über das Strahlenrisiko nichts genaues erfährt, bzw. die Strahlenfolgen unverantwortlicherweise verharmlost oder gar verleugnet werden (vgl. auch Stellungnahme der Bundesärztekammer zur Atomenergie)!

Nicht nur für Patienten, sondern auch für medizinisches Personal muß der Strahlenschutz verbessert werden, denn für das Personal gelten die gleichen überholten Höchstwerte wie für AKW-Arbeiter.

Wir beschäftigen uns z.Zt. etwas näher mit dem Thema Strahlenschutz in der Medizin und freuen uns über Anfragen und Hinweise.

2. RADIOAKTIVITÄTSABGABEN + ANREICHERUNG

2.1 Radioaktive Abgaben im Normalbetrieb

Für die Einschätzung medizinischer Folgen der Atomenergie müssen alle bei der Energieerzeugung entstehenden Abfälle berücksichtigt werden. Einen Überblick darüber bietet der von der Atomindustrie geplante Brennstoffkreislauf (siehe Grafik). Um diesen zu verwirklichen soll der aus den Leichtwasserreaktoren - den bisher gängigen Atomkraftwerkstypen - entstehende Atommüll wiederaufbereitet werden. Das dabei gewonnene Plutonium dient für den geplanten Plutonium-Kreislauf mit Wiederaufbereitungsanlage und Schnellen Brutreaktoren ("Schnellen Brütern"). Im Folgenden sollen die Abfälle, die aus Uranbergbau, Atomkraftwerken und Wiederaufbereitung entstehen, genauer betrachtet werden.

Beim uranbergbau wird das radioaktive Edelgas RADON-222 (Rn-222) frei. Zusammen mit dem auftretenden Uranstaub der Isotope URAN-235 und -238 kann es den Lungenkrebs der Uranbergleute verursachen (siehe Seite 20). Nur Uran-235 kann in den Leichtwasserreaktoren gespalten werden. In den großen Mengen des Abraums befinden sich weitere Zerfallsprodukte des Uran, besonders das gefährliche RADIUM-226 (Ra-226) mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren. Der Abraum muß also auch für Jahrhunderte von den Menschen ferngehalten werden.

Beim sogenannten Normalbetrieb eines Atomkraftwerks (AKW), der die vielen "kleineren" und möglichen großen "Störfälle" (= Unfälle) nicht berücksichtigt, werden radioaktive Stoffe durch den Schornstein und mit dem Kühlwasser an die Umwelt abgegeben (Emissionen), da die bei der Atomspaltung entstehenden Spaltprodukte nicht vollständig durch Filter zurückgehalten werden können.

Die wichtigsten künstlichen radioaktiven Elemente, die aus einem Atomkraftwerk freigegeben werden, sind :

- STRONTIUM-90 (Sr-90), das dem Calcium ähnlich ist,
- das kurzlebige JOD-131 (J-131) und das extrem langlebige Jod-129 (J-129), die sich beim Menschen in der Schilddrüse anreichern.
- Außerdem CÄSIUM-134 und -137 (Cs-134 + 137), das dem Kalium ähnelt.

Brennstoffkreislauf:

(wie geplant)

Stationen:

URANBERGBAU

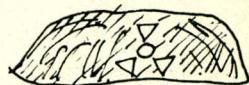
Uranerz wird abgebaut

AUFBEREITUNG

Uran-235 und -238 werden aufbereitet.

KONVERSION

Danach in gasförmiges Uranhexafluorid (UF_6) überführt.



500 Tonnen Abraum
pro Tonne gewonnenes Uran

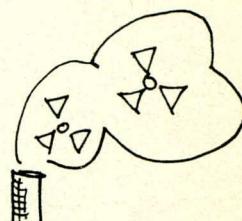
ANREICHIERUNG

mit physikalischen Verfahren wird unter hohem Energieverbrauch der Anteil des spaltbaren Uran-235 auf 4 % erhöht.

4% Uran-235
96% Uran-238

BRENNELEMENTHERSTELLUNG

Das spaltbare Material (Plutonium-239 oder Uran-235) wird zusammen mit Uran-238 in Brennstäbe aus Metall gefüllt und zu Brennelementen gebündelt.



Brennelemente mit
4% Uran-235

Plutonium-239
+ Uran-238

LEICHTWASSERREAKTOR

Energiegewinnung
durch Abbrand der
Brennelemente

SCHNELLER BRÜTER

Energiegewinnung
und "Erbrüten" von
Plutonium-239 aus
Uran-238

abgebrannte Brennelemente

Rest Uran-235
Uran-238
Plutonium
Spaltprodukte

Plutonium
Rest Uran-238
Spaltprodukte

gasförmige und
flüssige Emissionen
Reaktor und -teile



WIEDERAUFBEREITUNGSANLAGE

mechanische und chemische Extraktion
von Plutonium-239, Uran-235 und -238
aus den abgebrannten Brennelementen
und Freisetzung der Spaltprodukte.
nur notwendig für den geplanten
Betrieb von Schnellen Brütern!

Plutonium-239 und niedergeführtes Uran-238

Plutonium

gasförmige und
flüssige Emissionen

ATOMMÜLL
Spaltprodukte
Brennstäbe
chem. Lösungsmittel
radioaktives Wasser
WAA und -teile

rückgeführt Uran-235

- Weiterhin PLUTONIUM-239 (Pu-239), einem der giftigsten Stoffe, die überhaupt bekannt sind, das im Abwasser und mit der Abluft als Schwebeteilchen (Alpha-Aerosol) frei wird.
- Das Edelgas KRYPTON-85, das sich im menschlichen Fettgewebe löst, und der schwere Wasserstoff TRITIUM (H-3) können mit wirtschaftlichen Mitteln überhaupt nicht zurückgehalten werden. Von diesen beiden Radionukliden werden also besonders große Mengen an die Umwelt abgegeben.
- Im Abwasser findet man neben Tritium besonders die Metalle KOBALT-58 und -60 (Co-58 und -60). Metalle reichern sich besonders stark in Nahrungsketten an.
- Außerdem werden noch eine Vielzahl kurz- und langlebiger radioaktiver Substanzen an die Umwelt abgegeben, deren Wirkungen man zum Teil noch gar nicht genauer kennt.

Radioaktivitätsabgaben eines 1300 MegaWatt-Atomkraftwerks :

Als Beispiel dienen die Antragswerte für das AKW Brokdorf (2). Aufgezählt werden die wichtigsten Elemente.

Element	Strahlungsart	Aktivität in Curie Ci	Halbwertszeit
Tritium	Beta	700 Ci	Pro Jahr
Jod-131	"	2 Ci	8 Tage
Strontium-90	Beta	2 Ci	28 Jahre
Cäsium-137	"	2 Ci	30 Jahre
Krypton-85	"	60 000 Ci	10.7 Jahre

Für andere Elemente fehlen die Angaben in dieser Quelle. Für das AKW Esenshamm/Unterweser (1300 MW Druckwasserreaktor) erwartet man:

Plutonium-239	Alpha	0.5 MilliCi in der Abluft	24 000 Jahre
		+ 0.7 MilliCi im Abwasser	(3)

Die Antragswerte für das AKW Brokdorf basieren auf Erfahrungen.

Z.B. emittierte das kleine AKW Lingen/Ems (250 MW) 1975

1.3 Ci Jod-131 und 35 000 Ci Krypton-85. (4)

ES SEI NOCH EINMAL DARAUF HINGEWIESEN, DASS DIE AKTIVITÄT IN CURIE NICHTS ÜBER DAS MASS DER BIOLOGISCHEN SCHÄDLICHKEIT EINES STOFFES AUSSAGT! (siehe dazu Kap. Physikalische Grundlagen)

Von Wiederaufbereitungsanlagen (WAA) werden bedeutend mehr radioaktive Stoffe abgegeben als von Atomkraftwerken. Neben dem mittel- und hochaktiven Atommüll, dessen Transport und jahrtausendelange

"Endlagerung" noch ungeklärt ist, und der damit ein nicht abzuschätzendes Gefahrenpotential darstellt, entstehen gasförmige Emissionen, von einem Ausmaß, das um ein Vielfaches höher liegt, als die Abgaben der von der WAA "entsorgten" Atomkraftwerke zusammen.(vergl. Tabellen) Neben den Elementen der Atomspaltung (siehe oben), von denen besonders viel Krypton-85 und das ungeheuer langlebige Jod-129 (Halbwertszeit : 17 Millionen Jahre) emittiert werden, wird aus dem Kamin der Wiederaufbereitungsanlage auch radioaktiver KOHLENSTOFF-14 (C-14) mit einer Halbwertszeit von 5700 Jahren in großen Mengen abgegeben, der aus den organischen Lösungsmitteln des Uran- und Plutoniumreinigungsprozeß entsteht.

Die in der BRD geplante Wiederaufbereitungsanlage soll eine Kapazität von 1500 Tonnen Uran pro Jahr erhalten. Das bedeutet einen jährlichen Plutonium-Durchsatz von 15 Tonnen. (5) Ein 1300 Mega-Watt-Atomkraftwerk produziert pro Jahr 405 kg Plutonium. (3)

In einer geheimen Projektstudie der Atomindustrie (KEWA-Studie, 5) werden unter anderen folgende gasförmige Emissionen erwartet :

<u>Element</u>	<u>Aktivität in Curie Ci / Jahr</u>	
Tritium	250 000	Ci
Krypton-85	1 500 000 Ci	bei DF = 10 , siehe unten
Jod-129	1 Ci	Halbwertszeit : 17 Mill.Jah.
Alpha-Aerosole (Plutonium u.a.)	0.1 Ci	
Kohlenstoff-14	ca. 600 Ci	(nach Gillberg , 6)

— Anmerkung siehe unten

Für Krypton, Tritium und Jod lässt sich eine Strahlenbelastung (siehe Seite 73) für den Menschen in der Nähe der WAA berechnen. Zugrundegelegt werden dabei bestimmte Rückhaltefaktoren (DF). Je höher der DF, desto mehr Radioaktivität dieses Elements wird zurückgehalten und gelangt nicht in die Umwelt. (siehe Kasten S. 11)

Anmerkung :

Andere Studien errechnen eine von der KEWA-Studie verschiedene Radioaktivitätsabgabe: T.M.Belser (1971 zit. nach 7) erwartet die zehnfache Menge Kr-85 und die doppelte Menge an H-3. Außerdem gibt er für Sr-90 und Cs-137 jeweils 10 Ci/Jahr an. B.O.Gillberg (1975) errechnet auf der Basis einer Studie der schwedischen Behörden sogar 18 750 000 Ci jährliche Kr-85 Abgabe. Für J-129 wird das Drei-fache der KEWA-Studie erwartet. (6)

bei 400 m hohem Kamin

Krypton-85	DF = 1	20 mrem Hautdosis
Tritium	DF = 4	0.3 mrem Ganzkörperdosis
Jod-129	DF = 50	20 mrem Schilddrüsendosis

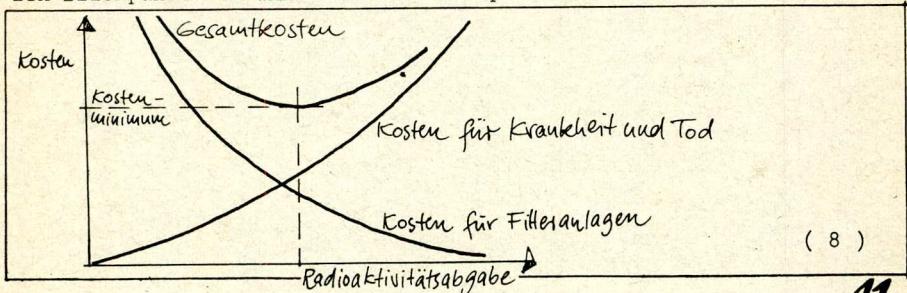
bei 200 m hohem Kamin

Krypton-85	DF = 10	10 mrem Hautdosis
Tritium	DF = 4	1.8 mrem Ganzkörperdosis
Jod-129	DF = 100	50 mrem Schilddrüsendosis

Bei der Interpretation dieser Zahlen ist es wichtig, den relativen Charakter der Dosisberechnung zu berücksichtigen. (siehe Seite 74) Die unterschiedlichen Höhenangaben für den Kamin bedeuten:

Gelingt es, bis zum Bau der WAA ein wirtschaftliches Verfahren zur Rückhaltung von Krypton-85 zu entwickeln (DF = 10), genügt eine Kaminhöhe von 200 m, die Spaltprodukte so fein zu verteilen, daß deren Radioaktivität den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung genügt. Allerdings muß dann auch das Jod-129 besser zurückgehalten werden (DF = 100). Ohne Rückhaltung von Krypton-85 (DF = 1) müßte der Kamin doppelt so hoch gebaut werden. Die gleiche Menge Radioaktivität würde dann rechnerisch eine kleinere Dosisbelastung für den einzelnen Menschen darstellen. Nach einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung bleibt jedoch die Anzahl der zu erwartenden Schäden gleich. (siehe Seite 27) Das bedeutet : die absolute Zahl der zu erwartenden Erkrankungen, Mißbildungen und Erbschäden bleibt gleich, sie verteilt sich lediglich auf eine größere Menschenmenge.

Es läßt sich der Verdacht nicht von der Hand weisen, daß es den WAA-Erbauern nicht um eine möglichst vollständige, sondern um eine möglichst ökonomische Zurückhaltung der radioaktiven Spaltprodukte geht. Die folgenden Kurven versuchen, den Zusammenhang zwischen Radioaktivitätsabgaben und entstehenden Kosten aus dem kommerziellen Blickpunkt der WAA-Betreiber exemplarisch darzustellen :



Die Belastung auf S. 11 oben ist nur für 3 Elemente berechnet, nicht auch für die übrigen. Ebenso unberücksichtigt bleibt die Gefahr radioaktiver Abgaben bei der Lagerung hochaktiver Elemente in der Wiederaufbereitungsanlage:

- Von den 198 Lagertanks zur Zwischenlagerung hochaktiver Abfälle, die seit 1944 in den USA gebaut wurden, hatten 20 Lagerbecken im Laufe der Zeit Leckagen!
- Vom 20.4. bis zum 8.6.1973 liefen aus einem Tank in Hanford (USA) ca. 435 000 Liter flüssiger Abfall aus. Diese Menge enthielt u.a. 40 000 Curie Cäsium-137, 14 000 Ci Strontium-90 und 3000 Ci Plutonium-239. (9)

Durch die ständige Abgabe mittel- und langlebiger Radionuklide durch atomtechnische Anlagen kommt es zu einer fortschreitenden Anreicherung in der Atmosphäre, die für Generationen nicht mehr rückgängig zu machen ist. Die Belastungen für die Menschen steigen dadurch ständig. Eine Studie des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft errechnet für das Jahr 2000 eine zusätzliche Belastung allein durch Anreicherung von Krypton-85 von 10 mrem/Jahr Hautdosis für jeden Bundesbürger und von 100 mrem/Jahr für Menschen in der Nähe einer Wiederaufbereitungsanlage. (10)

2.2 Anreicherung radioaktiver Stoffe

Die Bundesregierung behauptet in ihrem Strahlenschutzbericht (4, siehe Tabelle S. 4), aus den Emissionen der Atomkraftwerke im Normalbetrieb ergebe sich für die Bevölkerung der BRD eine Strahlenbelastung von weniger als 1 millirem. Diese Angabe ist irreführend, denn in der unmittelbaren Umgebung der AKWs ist die Strahlenbelastung wesentlich höher.

Im Prozess von Wyhl errechneten die von der Landesregierung bestellten Gutachter immerhin einen Wert von 30 mrem pro Einwohner im Jahr, das wäre die Hälfte des zulässigen Grenzwertes. Heidelberger Wissenschaftler nennen in einem Gegengutachten als künftige Ganzkörperbelastung 940 mrem pro Jahr durch radioaktive Abluft und 131 mrem durch radioaktive Abwässer! (Frankfurter Rundschau vom 10.7.78)

Von den bisherigen Gutachten wurde die Anreicherung radioaktiver Stoffe in der Nahrung des Menschen nur mangelhaft berücksichtigt. Dieser Mechanismus wird im nächsten Abschnitt erklärt.

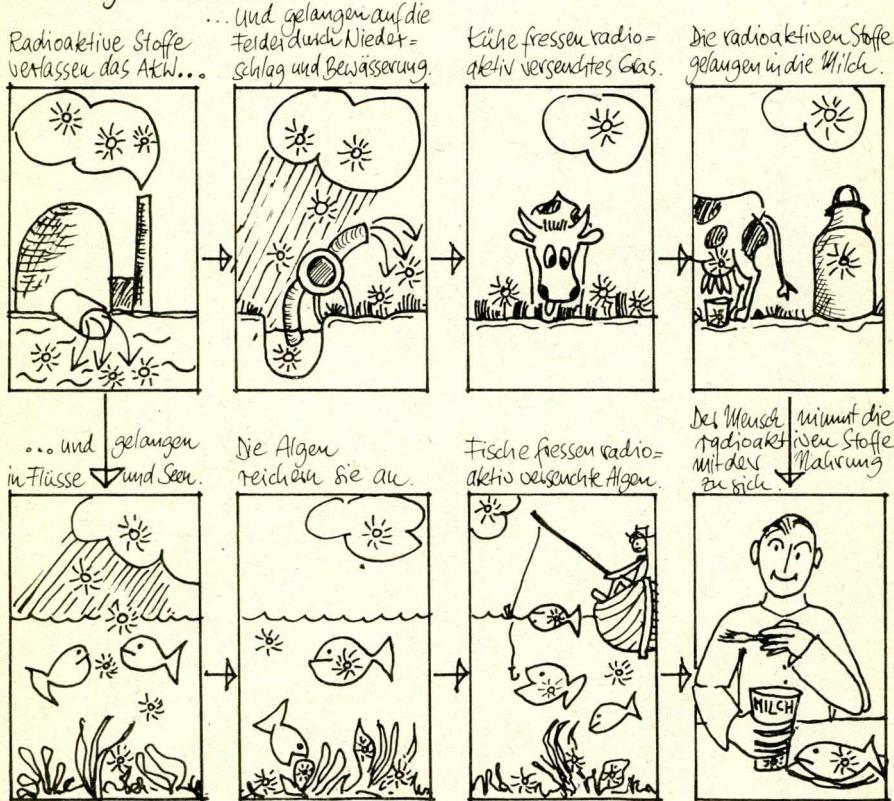
Alle Gutachten berechnen eine Ganzkörperbelastung. Unberücksichtigt bleibt die Anreicherung radioaktiver Substanzen in bestimmten Körperteilen des Menschen. Damit wird, wie wir auf Seite 18 zeigen, das wahre Strahlenrisiko unterschätzt.

Weiterhin bleibt unberücksichtigt, daß die Strahlenwirkung durch andere Umweltgifte verstärkt wird. (Synergismen S.20)

2.2.1 Anreicherung in der Nahrung - Nahrungsketten

Jede kerntechnische Anlage gibt im Normalbetrieb radioaktive Stoffe über Abluft und Abwasser an die Umgebung ab. (siehe Seite 9) Der Mensch nimmt diese zum einen über die Atmung und die Haut zum anderen über das Trinkwasser und die Nahrung auf. Die Nahrung verdient besondere Beachtung, da in ihr eine besonders hohe Konzentration an radioaktiven Stoffen beobachtet werden kann.

Nahrungsketten:

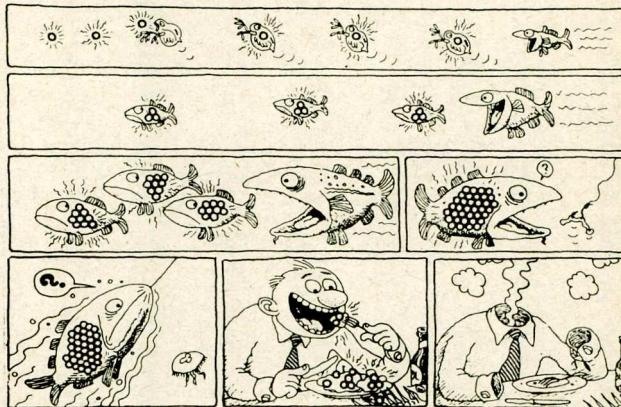


Beispiel : Im Red Lake (USA) wurde über mehrere Jahre im Wasser lediglich ein Zehntel der für Trinkwasser zulässigen Cäsium-Höchstkonzentration gemessen (0.02 MikroCurie pro Liter) - in den Speisefischen des Sees jedoch stellte man eine 2760fache Konzentration fest (55 μ Ci pro Liter). D.h. in einem kg Fisch war 2760mal soviel Radioaktivität wie in einem kg des umgebenden Wassers. Der Genuß von 8 kg Fisch pro Jahr (US-Durchschnittsverbrauch) führt im Mittel zu einer Cäsium-Radioaktivität im Körper, die 60mal so groß ist, wie der höchstzulässige Wert für die Bevölkerung in den USA. (Gustafson 1966 zit. nach 11 , Seite 111f.)

μ =
mikro

Wie sammeln sich Radionuklide so massiert in der Nahrung an?

Das Cäsium-137 ist dem Kalium sehr ähnlich, das in der Zelle vor kommt. Die Algen filtrieren nun große Mengen Wasser, um diesem u.a. Kalium zu entziehen und in den eigenen Körper einzubauen. Wegen seiner Ähnlichkeit wird auch das von den Atomkraftwerken abgegebene Cäsium-137 aufgenommen. Dadurch befindet sich in einem kg Algen viel mehr Cäsium als in einem kg des umgebenden Wassers. Algen bilden die Nahrung für Plankton, das wiederum von kleinen Krebsen gefressen wird. Diese Krebse dienen Fischen als Nahrung. Schließlich gelangt das Cäsium-137 durch den Verzehr dieser Fische in den menschlichen Körper.



Bei einer Nahrungskette dient immer das vorherige Glied der Kette als Nahrung für das nächste. Entscheidend ist, daß die radioaktiven Stoffe nicht nur von einer Stufe der Nahrungskette zur nächsten weitergegeben werden, sondern zusätzlich jeweils angereichert werden.

Beispiel : Columbia-Fluß im Staat Washington, USA. Obwohl die an den Fluß abgegebene Menge Radioaktivität unterhalb des dort betriebenen Reaktors relativ gering war und weit unter der zulässigen Höchstgrenze für Trinkwasser lag, war die Konzentration der Radioaktivität im Flußplankton 2000, bei den Enten 40 000, in den Jungvögeln (die sich von Insekten ernähren) 50 000 und im Eigelb der Wasservögel 1 000 000 mal so hoch wie im Flußwasser selber. (J.R.Riordan, zit. nach 7 , Seite 143)

Anreicherungsfaktoren einiger Nuklide (White-Oak-See und Columbia-Fluß , USA)

Radionuklid	Phytoplankton	Fadenalgen	Insekten, Fisch Larven	
Natrium-24	500	500	100	100
Kupfer-64	2 000	500	500	50
Seltene Erden	1 000	500	200	100
Eisen-39	200 000	100 000	100 000	10 000
Phosphor-22	200 000	100 000	100 000	100 000
Phosphor-32	150 000	850 000	100 000	30-70 000
Strontium-90/Yttrium	75 000	500 000	100 000	20-30 000

Konzentrationsfaktoren für Fleisch von Fischen, Krebstieren, Muscheltieren und eßbaren Algen

Radionuklid	Fisch	Krebstiere	Muscheltiere	Algen
Tritium	1	1	1	1
Kobalt-60	100	10 000	300	100
Zink-65	5 000	5 000	50 000	1 000
Jod-131	20	100	100	10 000
Cäsium-137	30	50	10	10
Technetium-99	10	100	-100	1 000 (12)

Bei einem Strahlenarbeiter der Hanford-Reaktoranlage (im Staat Washington, USA) wurde eine außergewöhnlich starke Verseuchung mit Zink-65 gemessen, die zunächst unerklärlich blieb. Als Ursache stellten sich Austern heraus, die der Arbeiter verzehrt hatte und die vom ca. 400 km entfernten Pazifischen Ozean auf den Markt gebracht worden waren. Sie hatten das aus Hanford stammende Zink-65 gegenüber dem Seewasser um den Faktor 200 000 angereichert; d.h. ein Gramm Austern enthielt 200 000 mal soviel Radioaktivität wie ein Gramm Wasser. Die Verseuchung wurde nur zufällig festgestellt, da dieser

Muschelesser als Strahlenarbeiter unter Kontrolle stand. Radioaktiv verseuchte Nahrungsmittel werden aber von vielen ahnungslos und unbemerkt verzehrt, denn es gibt in der BRD keine Höchstwerte für Radioaktivität in Lebensmitteln und auch keine Kontrolle. (11) So sind viele Menschen einer viel höheren Strahlenbelastung ausgesetzt, als die Bundesregierung glauben machen will.

Ein anderer Typ einer Nahrungskette ist der Weg :

Luft/Wasser - Regen/Bewässerung - Gras - Weidevieh - Fleisch/Milch - Mensch.

Ein Beispiel hierfür ist das radioaktive Jod, das der Körper nicht von natürlichem Jod unterscheiden kann. Es wird von Atomkraftwerken und Wiederaufbereitungsanlagen an die Luft abgegeben. Da es schwerer als Luft ist, sinkt es auf den Erdboden ab oder wird durch den Regen ausgewaschen. Das Gras baut das Jod in seine Verbindungen ein. Das Vieh nimmt es dann mit der Nahrung auf, wobei sich das Jod besonders in der Kuhmilch anreichert. Wird diese Milch nun von Menschen getrunken, sammelt es sich in der Schilddrüse an und wird in die Schilddrüsenhormone eingebaut.

Hierzu einige Zahlen :

Das Kernforschungszentrum Karlsruhe gibt an, daß sein Reaktor jährlich 0.4 Curie Jod-131 abgibt und daß dies bei einem Erwachsenen in einem der umliegenden Dörfer durch Einatmen des Jods zu einer Schilddrüsenbelastung von ca. 0.15 bis 0.18 mrem/Jahr führt. Weiter heißt es in dem betreffenden Jahresbericht lapidar:

Im Falle von Kleinkindern, die das Jod-131 über den Gras - Kuh - Milch - Pfad erhalten, liege die Schilddrüsendosis 700 mal höher als beim Erwachsenen.

Das heißt, daß aus Jahresdosen von 0.15 mrem "plötzlich" Jahresdosen von über 100 mrem für die besonders gefährdeten Kinder werden! (Jahresbericht 1973 in 14)
Damit ist der zulässige Grenzwert überschritten.

2.2.2 Anreicherung in Organen

Bei der in 2.2 zitierten Angabe der Bundesregierung handelt es sich um die sogenannte Ganzkörperdosis. Dabei wird angenommen, daß sich die Strahlung gleichmäßig auf den gesamten Körper verteilt und ihn überall gleich stark belastet. Diese Annahme gilt jedoch nur, solange die Bestrahlung von außen (z.B. aus der Luft, vom Boden, von den Wänden...) auf den Körper einwirkt. Werden radioaktive Stoffe aber in den Körper mit der Atmung oder mit der Nahrung aufgenommen, so verteilen sie sich meist nicht gleichmäßig über den ganzen Körper, sondern "suchen" bestimmte Organe und sammeln sich dort an. Diese Ansammlung radioaktiver Stoffe in bestimmten Organen wird als Anreicherung bezeichnet.

In welchen Organen die Anreicherung stattfindet, hängt von den biochemischen Eigenschaften des jeweiligen Stoffes ab. Die Radionuklide, die in der Natur in Spuren seit jeher vorhanden sind und einen nennenswerten Anteil an der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen haben, verteilen sich in unserem Körper relativ gleichmäßig.

(s. Tab.)

Strahlenexposition durch inkorporierte radioaktive Stoffe
natürlichen Ursprungs : (in mrem/Jahr) (13)

Radioaktiver Stoff	Gonaden	Weichteile	Knochenmark
Kalium-40	19 (17-21)	19	16
Kohlenstoff-14	0.7	0.8	1.6
Radium-226 und Folgeprodukte	0.08	0,08	1.7
Thorium-228 und Folgeprodukte	0.34	0.34	6
Polonium-210	0.3	0.3	3.6

Zum Teil erzeugen Atomanlagen auch solche Stoffe (z.B. sehr viel C-14 in Wiederaufbereitungsanlagen). Diese verhalten sich dann genauso wie die natürlichen Radionuklide.

Darüber hinaus erzeugen die AKWs aber noch eine Reihe anderer künstlicher Radionuklide, die in der Natur nicht vorkommen, z.B. Jod-129, Jod -131, Strontium-90 und viele andere. Diese Stoffe reichern sich in erheblichem Maße in bestimmten Organen an.

Wichtig ist, daß die betroffenen Organe zum Teil besonders strahlenempfindlich sind. Im Allgemeinen handelt es sich hierbei um Organe, in denen laufend viele neue Zellen gebildet werden. Reichern

sich Radionuklide in einem solchen besonders empfindlichen Organ an, ist die gleiche Strahlenmenge natürlich viel schädlicher für den Organismus, als wenn sie sich über den ganzen Körper verteilen würde.

Beispiel : Fast sämtliches Jod (95-98%), das in den Körper gelangt, wird in die Schilddrüse geleitet. Durch diese Anreicherung befindet sich in der Schilddrüse viel mehr Strahlung, als wenn sich das Jod gleichmäßig im ganzen Körper verteilen würde.

Deshalb ist die Angabe einer Ganzkörperdosis zur Beurteilung des Strahlenrisikos nicht ausreichend, ja sogar irreführend.

Denn wenn man die Strahlung eines Radionuklids in einem bestimmten Organ auf den ganzen Körper umrechnet, sieht es so aus, als würden alle Teile des Körpers relativ wenig bestrahlt, in Wirklichkeit aber erhalten die empfindlichen Organe ein Vielfaches der berechneten Ganzkörperdosis.

Rechenbeispiel:

Gewicht:

Schilddrüse → 0.02 kg = 20 g

Gesamt-Körper 80 kg

Für eine bestimmte Jodmenge errechnet man eine Ganz-Körperdosis von 1 mrem. Auf die Schilddrüse, in der sich jedoch fast alles Jod ansammelt, wirkt eine tatsächliche Dosis von 40 000 mrem !

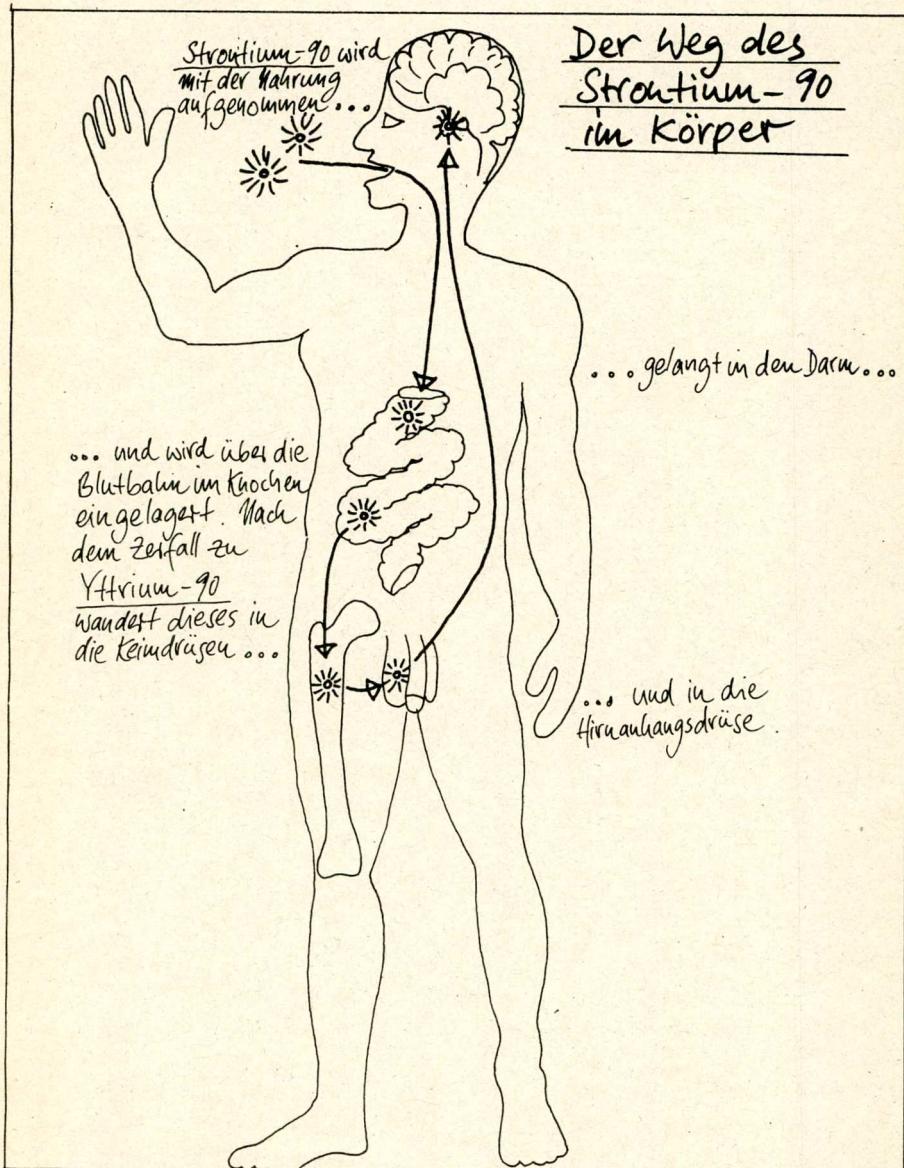
Denn die Schilddrüse ist der $\frac{0.02}{80}$ ste = $40\ 000$ ste Teil des Gesamtkörpers

Im folgenden soll das Strontium-90 stellvertretend für alle anderen Radionuklide den Vorgang der Anreicherung erläutern und auf die möglichen Folgen hinweisen.

Strontium-90 ist ein "Knochensucher". Es ist dem vor allem in Knochen und Zähnen vorkommenden Calcium sehr ähnlich. Der Körper kann beide Stoffe nicht voneinander unterscheiden. Deshalb reichert er das radioaktive Strontium wie Calcium in Knochen und Zähnen an; insbesondere auch in der Nähe der Blutbildungszentren im Knochenmark. Und

zwar um so mehr, je mehr Strontium und je weniger Calcium dem Körper angeboten wird. Bei Kalkmangel und zur Zeit des Wachstums, wenn der Körper viel Kalk braucht, wird also besonders viel radioaktives Strontium eingebaut.

Mögliche Folgen: Zahn- und Kieferschäden, sowie Knochenkrebs und Leukämie (s. Seite 30)



Strontium-90 zerfällt wie jedes radioaktive Element in Tochterprodukte. Fatalerweise entsteht dabei Yttrium-90, das nicht im Knochen bleibt, sondern durch den Körper zur Bauchspeicheldrüse, zu den Keimdrüsen und zur Hirnanhangsdrüse wandert.

Mögliche Folgen: In der Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) angereichertes Yttrium stört die normale Entwicklung des noch ungeborenen Kindes. Das Neugeborene hat noch unfertige Organe, wiegt zu wenig und ist gegenüber Krankheiten wesentlich anfälliger. Die Anreicherung des Yttrium in den Keimdrüsen kann einmal zu Krebs des Hodens bzw. der Eierstöcke, zum anderen zu Unfruchtbarkeit führen. Werden die Keimzellen weniger stark geschädigt, können Tod-, Fehl- oder Mißgeburten oder Kinder mit unheilbaren Krankheiten die Folge sein.

Es sei noch erwähnt, daß im Körper nicht nur radioaktive Stoffe angereichert werden, die körpereigenen Substanzen ähnlich sind, wie im Falle des Strontiums. Zum Beispiel Krypton-85, ein Edelgas, das kerntechnische Filteranlagen nicht zurückhalten (siehe Seite 9) und das deshalb in großen Mengen im Normalbetrieb freigesetzt wird, ist sehr gut fettlöslich und reichert sich deshalb im menschlichen Fettgewebe und in Nervenfasern an.

2.3 Synergismen

Synergismus: Die schädigende Wirkung der durch AKWs freigesetzten Radionuklide wird nicht nur durch Anreicherung in Nahrungsketten und Organen gesteigert, sondern auch durch ein Zusammenwirken von Strahlung und chemischen Schadstoffen. Dabei summieren sich nicht nur die Wirkungen radioaktiver Strahlung und chemischer Schadstoffe, sondern es kommt sogar zu einer gegenseitigen Verstärkung.
(Synergismus = wörtlich Zusammenwirken)

Beispiel: Früher wurde angenommen, daß die erhöhte Lungenkrebshäufigkeit bei rauchenden Uranbergleuten den Strahleneffekt überdecken würde. 1969 stellte sich bei einer Untersuchung von Uranbergleuten heraus, daß die Raucher weitaus häufiger an Krebs der Lunge oder der Atemwege starben, als angenommen werden konnte. Diese synergistische Wirkung der ionisierenden Strahlung und der chemischen Krebserzeuger wird besonders in Ballungsgebieten mit starker Luftver-

schmutzung durch die Industrie und der zusätzlichen Luftverschmutzung durch AKWs bis heute nicht berücksichtigt.

Wie in Stade und Brunsbüttel an der Elbe werden auch anderswo AKWs neben Industrieansiedlungen gebaut, um deren erhöhten Energiebedarf zu decken.

Krebskrankungen von Lunge und Atemwegen bei Uranbergleuten mit tödlichem Ausgang (bearbeitet nach Lundin u.a. 1969 zit. nach 11)

Gruppen (gleich groß)	Todesfälle durch Lungenkrebs unter Normalbedingungen	zusätzliche Todes- fälle durch Lungen- krebs (Ursache : Rn-222 im Bergwerk)	gesamte Todes- fälle durch Lungenkrebs
Nichtraucher	0.5	1.5	2
Raucher (er- wartete Zahl)	15.5	1.5	17
Raucher (tat- sächliche Zahl)	15.5	44.5	60

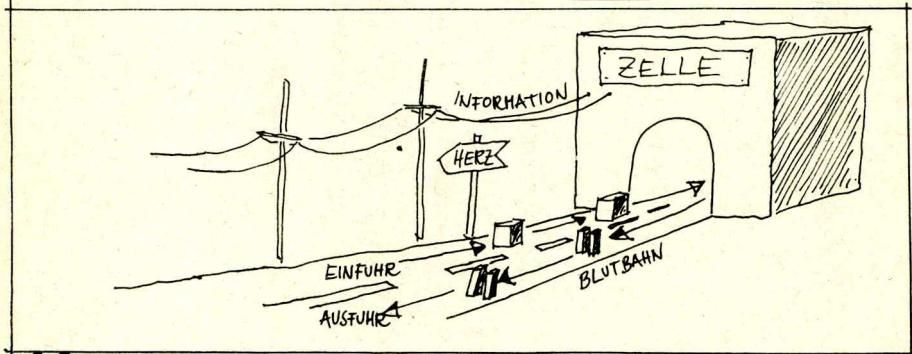
Literatur:

- (1) Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz an der Universität Heidelberg, Radioaktive Kontaminationen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, Heidelberg 1976
- (2) Frankfurter Rundschau vom 22.1.1977
- (3) Klagebegründung gegen das AKW Unterweser/Esenhamm, Bremen 1973
- (4) Bericht der Bundesregierung über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahre 1975
- (5) KEWA GmbH (Gesellschaft für Kernbrennstoff-Wiederaufbereitung) Konzept für eine industrielle Kernbrennstoffwiederaufbereitungsanlage, erstellt im Auftrage von BAYER AG, Gelsenberg AG, HOECHST AG, NUKEM GmbH, Frankfurt 1975
- (6) Gillberg, B.O., Emissionen und Auswirkungen von Radioaktivität bei WAAAs im Normalbetrieb, in: Wiederaufbereitung und Atommüll, Kongreß der BBU, Hannover 1976
- (7) Strohm, H., Friedlich in die Katastrophe, Hamburg 1973
- (8) BUU Hamburg (Hrsg.), Atomkraft? Nein Danke, Hamburg 1977
- (9) Science, Vol.181, 1973, Seite 728-730
- (10) Kasche, V., Strahlenbelastung der WAAAs, in: Wiederaufbereitung und Atommüll, siehe (6)
- (11) Weish und Gruber, Radioaktivität und Umwelt, Stuttgart 1975
- (12) Feldt, W., Gutachterliche Stellungnahme zur Errichtung eines 1 300 MeW Kernkraftwerks an der Unterweser, Hamburg
- (13) Stieve, F.E., Neue technologische Entwicklungen in Konkurrenz mit der Röntgendiagnostik um die zivilisatorische Strahlenbelastung des Menschen, RöFo, Bd.125 Heft 2, Stuttgart 1976
- (14) Jahresbericht 1973 des KFZ Karsruhe Abt. Strahlenschutz und Sicherheit, Seite 125-127

3. WIRKUNG RADIOAKTIVER STRAHLUNG AUF DIE LEBENDE ZELLE

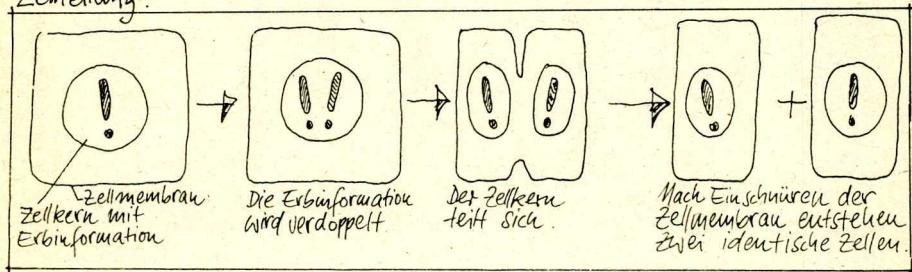
Die schädigende Wirkung von Strahlung auf den Körper ist die Folge der Schädigung der kleinsten allein lebensfähigen Bausteine des Körpers - den mikroskopisch kleinen Zellen. Der Körper ist aus Millionen von Zellen aufgebaut. Obwohl diese unterschiedliche Aufgaben und damit auch eine unterschiedliche Bedeutung für den Körper haben, zeigen sie im Prinzip den gleichen Aufbau und die gleiche Funktionsweise. Im Folgenden sollen die Prinzipien modellhaft erklärt werden, die nötig sind, um die Strahlenwirkung zu verstehen.

DAS ZELLMODELL Vereinfacht kann man sich eine Zelle, deren wesentlichen Bestandteile aus großen chemischen Verbindungen, sogenannten Makromolekülen bestehen, als eine Fabrik vorstellen. Die Zellmembran - das Fabrikgebäude - grenzt die Zelle gegen die Umwelt ab und bewirkt, daß die einzelnen Zellorganellen - die Produktionsstraßen- nicht wahllos im Gewebe - im Gelände - herumstehen. Die Zellmembran ist aus den Makromolekülen Fett und Eiweiß aufgebaut. Durch Membranöffnungen -die Fabriktore- werden Rohstoffe eingeschleust und die hergestellten Produkte an die Umgebung abgegeben. Außerdem erhält die Zelle von außen z.B. über Nerven oder Hormone Informationen darüber was und wieviel sie herstellen soll. Der Umbau der Rohstoffe zu den Produkten erfolgt in einer Reihe von Einzelschritten, chemischen Reaktionen. Die Zelle hat die Möglichkeit diese Vorgänge durch bestimmte Makromoleküle, die Enzyme zu beschleunigen.



- ZELLKERN = In jeder Zelle findet sich ein Steuerzentrum. Ein
 STEUER- durch eine innere Membran abgetrennter Teil der Zell-
 ZENTRUM kern. In diesem befinden sich Makromoleküle von der
 STEUER- Gestalt eines langen spiralförmigen Doppelfadens mit
 INFORMATION = chemischem Namen DNS (DesoxyriboNukleinSäure). Im
 CHROMOSOMEN = menschlichen Zellkern liegen 46 solcher Doppelfäden,
 ERBGUT die man auch als Chromosomen bezeichnet und die die
 ganze Erbinformation für den menschlichen Körper ent-
 halten. Man kann sich die Chromosomen vorstellen wie
 Lochstreifen die mit einer Bauanleitung zur Herstel-
 lung der Einzelteile der Zelle beschriftet sind. Bei
 Bedarf werden diese Bauanleitungen abgelesen und die
 entsprechenden Einzelteile erzeugt. Ein Abschnitt auf
 den Chromosomen der eine solche Bauanleitung enthält
 heißt Gen.
- ZELLTEILUNG= Ein besonders wichtiger Vorgang der noch erwähnt wer-
 ZELLERSATZ + den muß, ist der der Zellteilung. Dabei entstehen
 WACHSTUM durch Verdoppelung der Chromosomen zwei gleiche Zell-
 kerne. Jeder dieser Tochterkerne hat so die vollstän-
 dige Erbinformation zur Verfügung. Nach der Teilung
 des Kernes wird durch Einschnürung der Zellmembran je
 einer der Zellkerne auf eine der neu entstandenen
 Zellen verteilt. Durch Zellteilung ist der Körper in
 der Lage, zu wachsen und zugrundegegangene Zellen zu
 ersetzen.

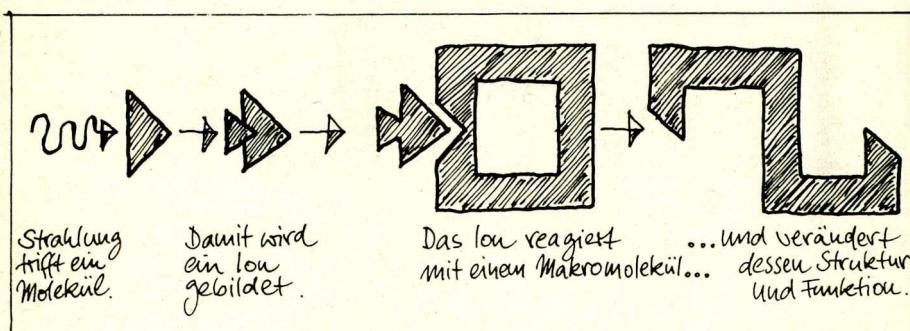
Zellteilung:



Wie auf S. 72 in dem Teil physikalische Grundlagen beschrieben, beruht die schädliche Wirkung radioaktiver Strahlung auf ihrer Fähigkeit Atome und Moleküle in Ionen zu überführen. Man kann sich die Abfolge der Prozesse folgendermaßen vorstellen :

1. Aufnahme der Strahlenenergie.

2. Ionisation von Wasser- oder anderen Molekülen zu reaktionsfähigen Teilchen
3. Reaktion der Wasserteilchen über Reaktionsketten mit Makromolekülen, wie Enzymen oder der DNS. Dies bewirkt deren chemische oder räumliche Veränderung
4. Durch diese Veränderung werden die Effekte der radioaktiven Strahlung beobachtbar : eine Fehlfunktion der Zelle oder ihr Absterben.



Der physikalische und chemische Teil der Strahlenwirkung laufen in wenigen Millionstel Sekunden ab (s.o. 1.-3.). Bis zu dem beobachtbaren biologischen Effekt können unter Umständen Jahre bis Jahrzehnte vergehen. (siehe Seite 31).

Eine Schädigung durch die Strahlung kann alle obigen Zellstrukturen und die Fähigkeit zur Zellteilung treffen. Ist die Zellteilung betroffen, werden nicht mehr genügend Zellen nachgebildet und es kommt zu Schrumpfungen im entsprechenden Gebiet (Atrophien).

Es ist sinnvoll die betroffenen Makromoleküle in 2 Gruppen zu unterteilen, die DNS und den Rest. Eine Schädigung der zweiten Gruppe ist nur dann relevant, wenn sie zum Zelltod führt, da sie ansonsten durch den Ersatz der geschädigten Makromoleküle behoben werden kann. Dies ist bei der DNS nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Die Änderung, Verminderung oder Vernichtung der Erbinformation einer Zelle (Mutation) wird an alle folgenden Zellgenerationen weitergegeben, die aus dieser entstehen. Die falsche Erbinformation bewirkt die Produktion "falscher" Zellbestandteile.

Schäden der DNS sind auch deshalb besonders bedeutungsvoll, da die DNS 10 bis 1000-mal strahlungsempfindlicher ist als andere Makromoleküle..

1. Ist eine Zelle betroffen, aus der Keimzellen (Ei- und Samenzellen) hervorgehen, werden Erbshäden auf alle Zellen der Nachkommenschaft übertragen. Unter Umständen ist die Frucht nicht entwicklungsfähig und es kommt zu einer frühen, deshalb meist unbemerkt Fehlgeburt.
2. Trifft die Strahlung das Erbgut in den Zellen eines Embryos, entstehen Kinder mit Erbkrankheiten oder Mißbildungen, sowie Kinder die nicht lange leben oder gleich tot geboren werden.
3. Die Veränderung der Erbinformation einer Zelle in einem erwachsenen Körper kann bedeuten, daß sie sich unabhängig von den Anforderungen des Gesamtorganismus verhält. Sie ist nicht mehr regulierbar und kann sich unregulierte vermehren. Es entsteht eine Zelle von der sich gut- und bösartige Geschwulste (Krebs) ausbreiten. Je stärker der Informationsgehalt einer Zelle geschädigt ist, desto schlechter ist ihre Rückkopplung und desto bösartiger die Geschwulst.

DAS UNTERSCHIEDLICHE AUSMASS, MIT DEM VERSCHIEDENE ZELLGRUPPEN (GEWEBE) DES KÖRPERS DURCH STRAHLEN GESCHÄDIGT WERDEN, IST ABHÄNGIG VON DER TEILUNGSAKTIVITÄT, ALSO DER ZAHL DER ZELLTEILUNGEN PRO ZEITEINHEIT DES JEWELIGEN GEWEBES!

Je schneller ein Gewebe wächst, bzw. je schneller seine Zellen durch neue ersetzt werden, desto anfälliger ist dies Gewebe gegenüber Strahlen.

Die Schädigung einer Zelle durch Strahlung ist ungezielt und zufällig. Man kann sich den Effekt von Strahlung auf die Zelle vorstellen, wie einen Blinden, der mit einem Maschinengewehr in die Fabrikhalle (Zelle) hineinballert. Hierbei ergeben sich Zufallstreffer unterschiedlicher Bedeutung. Einmal verschießt er vielleicht ein ganzes Magazin ohne Wirkung, ein anderes Mal hat bereits ein Schuß tödliche Folgen. Es ist daher nur möglich einen Mittelwert für das Maß der Schädigung anzugeben. So ist bekannt, daß bei einer Strahlenbelastung von 1 rem 8 bis 311 Menschen von 100 000 einen Krebs oder eine Mißbildung bekommen. (Die Zahlen sind berechnet nach den Angaben des BEIR-Reports bzw. Gofmans. (Näheres siehe Kapitel "Schäden im Niedrig-Dosisbereich" S. 28) Vor der Bestrahlung ist jedoch nicht zu sagen, welchen dieser 100 000 es trifft. Man ist heute geneigt, eine lineare Beziehung zwischen der Dosis und der Zahl der zu erwartenden Schäden anzunehmen.

4. SCHÄDEN IM NIEDRIG-DOSIS-BEREICH

4.1 Jede noch so kleine Menge Radioaktivität ist schädlich.

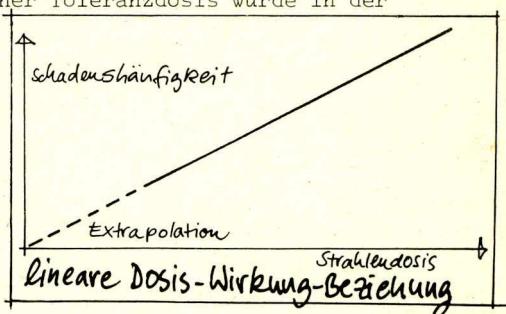
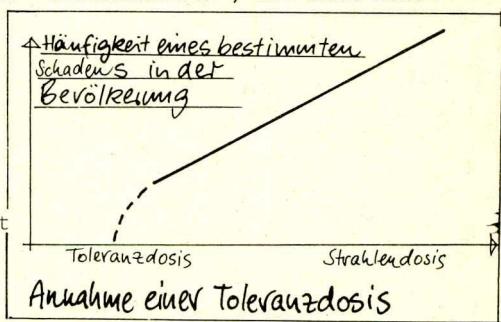
Der wissenschaftliche Ausschuß der Vereinten Nationen stellt fest:
"Selbst die kleinste Menge radioaktiver Strahlung kann schädliche genetische und vielleicht körperliche Wirkungen auslösen." (1, S. 2433)
Es gibt also keine Toleranzdosis, wie bei anderen Giften, die vom menschlichen Körper ohne jeden Schaden aufgenommen werden kann. So fanden z.B. Stokke und Mitarbeiter bereits 1968 eine Schädigung von Knochenmarkszellen bei einer Strahlendosis von nur 8 mrem. (2)

DIE AKW-BETREIBER UND DIE FIKTION VOM SCHWELLENWERT

Die Behauptung einer "Toleranzdosis", die auch heute immer noch von den Betreibern von AKW's aufgestellt wird, stützt sich auf Studien, bei denen mit sehr hohen Dosen bestrahlte wurde. Die dabei auftretenden Schäden wurden untersucht; es handelte sich dabei um akute Strahlenschäden (Strahlenkrankheit). (s.S. 46) Hierbei zeigte sich tatsächlich eine Dosis, bei der zunächst keine erkennbaren Schäden auftraten. Inzwischen weiß man, daß es bei niedrigen Dosen auch sehr heimtückische Schäden gibt (z.B. Krebs) - Schäden, die sich erst nach längerer beschwerdefreier Zeit entwickeln. Diese Langzeitschäden wurden bei der Schwel-lenwertberechnung nicht berücksichtigt.
Die Vorstellung einer Toleranzdosis wurde in der

DIE LINEARE DOSIS-WIRKUNGS-BEZIEHUNG

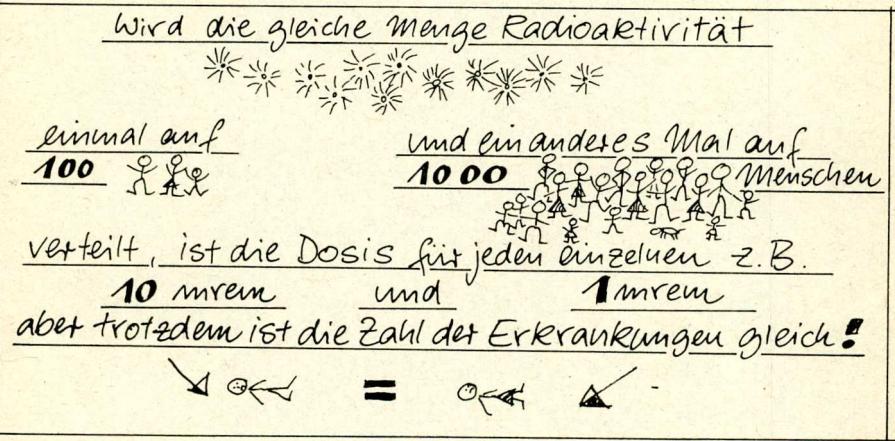
Strahlenbiologie bereits in den fünfziger Jahren abgelöst von der Vorstellung einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung. Dies wurde auch von der Interna-



tionalen Atom-Energie-Agentur (IAEA 1972) übernommen:
"Vom Gesichtspunkt des Strahlenschutzes wird vermutet,
daß jede Dosis das Risiko für biologische Schäden ent-
hält; ein Risiko, das in Proportion zu der aufgenom-
menen Dosis steigt." (10, S.12)

"VERDÜNNUNG"
NÜTZT NICHTS!

Daraus folgt, daß Verdünnung der radioaktiven aus AKWs
nichts nützt (z.B. durch einen höheren Schornstein,
der dafür sorgt, daß der Wind die Radionuklide auch in
die weitere Umgebung weht, s.S.11). Denn das bedeutet
nur, daß die Radioaktivität auf mehr Menschen verteilt
wird. Der einzelne, der in der Nähe des Akws wohnt,
wird dann zwar weniger bestrahlt und hat ein gerin-
geres Strahlenrisiko; da nun aber viele einzelne in
der weiteren Umgebung auch noch bestrahlt werden und
damit viele Menschen zusätzlich ein Erkrankungsrisiko
haben, bleibt das Gesamtrisiko der Bevölkerung - das
ist die Anzahl aller, die auf Grund dieser Emissionen
erkranken - gleich groß!



RISIKOAB-
SCHÄTZUNG

Aufgrund von Tierexperimenten und den traurigen Erfah-
rungen nach dem Atombombenabwurf über Hiroshima und
Nagasaki lassen sich Abschätzungen über die bei einer
bestimmten Strahlendosis zu erwartenden Strahlenschä-
den machen. Diese Risikoabschätzungen haben, auf die
BRD übertragen, bei einer zusätzlichen Strahlenbelast-

ung durch AKW's in Höhe von 60 mrem pro Jahr, das ist die nach der Strahlenschutzverordnung zulässige Dosis, folgende Ergebnisse:

Art der Schädigung	Fälle pro Jahr	Bemerkungen und Quelle
Erbschäden	40 - 700	1. Generation (3)
	200 - 5000	in zukünftigen Generationen (3)
Leukämie und andere Krebse	300 - 1000 2000 - 12000	BEIR-Report (3) Gofman u.a. (4)

Einige Untersuchungen der letzten Jahre zeigen nun aber, daß in niedrigen Dosisbereichen die Schädigungen überproportional sind (also nicht linear, sondern um ein Vielfaches mehr). Dies wird durch verschiedene Mechanismen erklärt:

- Bei hohen Strahlendosen wird der größte Teil der Zellen so stark geschädigt, daß sie absterben. Bei niedrigen Strahlendosen kommt es kaum zu totalen Schädigungen der Zellen. Praktisch alle unbemerkt geschädigten Zellen bleiben am Leben und können zu Krebsgeschwulsten führen oder Mutationen weitergeben.
- Bei hohen Dosen entstehen relativ viele reaktionsfähige chemische Teilchen, die sich aber überwiegend gegenseitig neutralisieren. Bei niedrigen Strahlendosen entstehen weniger solcher Teilchen und die Neutralisation ist nicht mehr möglich.
- Anreicherung von Radionukliden in kritischen Organen (siehe auch das Kapitel "Anreicherung radioaktiver Stoffe")
- Untersuchungen an der Zellmembran ähnlichen Strukturen haben gezeigt, daß eine Strahlendosis - auf einen langen Zeitraum verteilt - eine größere Bruchgefahr für die Zellmembran bedeutet, als wenn die gleiche Dosis nur kurze Zeit wirkt. (9, S.101)

Diese verhältnismäßig stärkere Wirkung der radioaktiven Strahlung im Niedrigstdosisbereich wird bei der Berechnung der gesundheitlichen Schäden für die Bevölkerung bei Normalbetrieb der AKW's nicht berücksichtigt.

Auch die folgenden Tatsachen werden in den offiziellen Risikoberechnungen vernachlässigt.

- VIELE, - Embryonen und Kinder sind sehr viel empfindlicher gegenüber der Radioaktivität als Erwachsene.
VIELE, - Es bestehen starke individuelle Unterschiede in der UNBERÜCKSICHT- Empfindlichkeit gegen Radioaktivität.
TIGTE - Die Umrechnung von Rad in rem ist ungenau und für RISIKEN den Niedrigstdosisbereich noch ungenauer, da alle Schätzungen auf Erfahrungen aus dem hohen Dosisbereich beruhen.

INSGESAMT ERGIBT SICH AUS DEN UNTERSUCHUNGEN IM NIEDRIGEN DOSISREICH, DASS DIE BISHERIGEN, VON EINER LINEAREN DOSIS-WIRKUNGSBEZIEHUNG AUSGEHENDEN RISIKOABSCHÄTZUNGEN IM FALLE KÖRPERLICHER SPÄTSCHÄDEN (KREBS, LEUKÄMIE) UM DEN FAKTOR 10 - 20 ZU OPTIMISTISCH WAREN.(7)

Die Schäden, die durch die natürliche Strahlung und abgegebenen radioaktiven Stoffen der AKW's im "Normalbetrieb" gesetzt werden, springen nicht sofort in das Auge. Ihr biologisches Erscheinungsbild ist sehr unauffällig und sie treten teilweise erst nach einer Zeit ohne Krankheitszeichen von Jahren bis Jahrzehnten auf.

4.2 Vorzeitiges Altern durch geringe Radioaktivität

Unter den körperlichen Spätschäden nach Bestrahlungen mit niedrigen Dosen ist an erster Stelle das vorzeitige Altern zu nennen und die verkürzte Lebensdauer. Beides ist begründet durch die verstärkte Anfälligkeit des Körpers gegenüber Krankheiten und die herabgesetzte Fähigkeit aller Zellen sich zu erneuern.

1 RÖNTGEN = Eine Bestrahlung von einem Röntgen erzeugt rund tausend Ionenpaare in einer Zelle und bewirkt nach Berechnungen von Dr. B. Jones, Professor der medizinischen Physik und Physiologie an der Universität Berkeley, Kalifornien, eine Lebensverkürzung von 5 - 10 TAGE
10 TAGE WENIGER LEBEN Tagen!

Amerik. Untersuchungen (1961) zeigen für Röntgenärzte, die ständig mit kleinsten Strahlendosen in Berührung kommen (aber innerhalb erlaubter Grenzen!) ein Durchschnittslebensalter von 60,5 Jahren gegenüber von 65,7 Jahren bei Ärzten ohne Strahlenkontakt. (5, S. 279)

VERSTÄRKTE ANFÄLLIGKEIT DES KÖRPERS Die Abwehr des Körpers ist z.B. geschwächt gegen Lungenerkrankungen, Grippe, Viruskrankheiten, wie sich an konkreten Anhaltspunkten belegen läßt:
- Affen, die mit geringen Dosen Radioaktivität bestrahlt wurden, erkrankten zu 80% an einem bestimmten Bazillus oder Virus, während unbestrahlte Tiere nur zu 5 - 10% erkrankten. (11, S.35)

4.3 Krebsverzerrungende Wirkung der Radioaktivität

Unter Krebs versteht man allgemein die ungesteuerte und ungehemmte Wucherung von Geweben. Hierdurch werden die Teile des Körpers um den Tumor (das Krebsgeschwulst) herum praktisch "erdrückt". Es kann durch Einwachsen des Krebses in Blutgefäße zu Blutungen kommen. Schließlich wird der ganze Organismus ausgezehrt.

Leukämie wurde in der Anfangszeit der Röntgen- und Isotopenforschung neben akuten Strahlenschäden am häufigsten beobachtet und wurde deshalb für lange Zeit als die einzige Strahlenspätfolge angesehen. Der Grund hierfür ist, daß Leukämie von allen Krebsarten als erstes auftritt, nämlich schon nach 5 - 10 Jahren.

LEUKÄMIE Leukämie ist vereinfacht ausgedrückt ein Blutkrebs. Dabei entarten die Zellen, die für die Bildung der roten und weißen Blutkörperchen und für die Bildung der Blutplättchen verantwortlich sind. Es kommt zur Blutarmut: man fühlt sich müde, schwach und leicht erschöpfbar; die Widerstandskraft gegen Krankheiten sinkt und kann völlig zusammenbrechen, so daß es zu Blutvergiftungen kommen kann; die herabgesetzte Gerinnungsfähigkeit des Blutes hat spontane Blutungen in die Schleimhäute und in die Haut zur Folge.

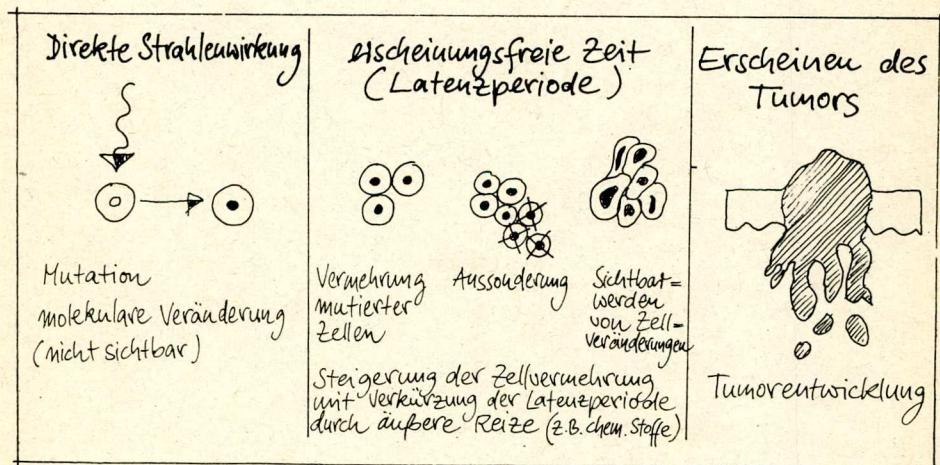
UND ANDERE KREBSE Aber radioaktive Strahlung kann wie gesagt nicht nur Leukämie, sondern alle Krebsarten verursachen.
Die wichtigsten Krebsarten nach der Leukämie sind:
Lungenkrebs : Zerstörung des Lungengewebes, Tod durch Ersticken
Magenkrebs : Zerstörung der Magenwand, Tod durch unstillbare Blutungen.
Knochenkrebs : Da Krebsgewebe im Knochen eine geringere Festigkeit als das normale Knochengewebe besitzt, kommt es häufig zu Brüchen selbst bei ganz geringer Belastung.

Schilddrüsengeschwulst: Von diesem Geschwulst siedeln Tumorzellen oft über den Blutstrom in Knochengewebe aus und rufen die oben beschriebenen Erscheinungen hervor.
Brustkrebs: Im Vordergrund steht auch hier der Befall anderer Körperorgane und -gewebe mit Tochtergeschwülsten.

SO ENTSTEHT DER KREBS

Man denkt sich die Krebsentstehung durch radioaktive Strahlung folgendermaßen: es findet eine Mutation in einer Körperzelle statt, also z.B. in einer Zelle des Knochenmarks oder in einer Lungenzelle für Leukämie bzw. Lungenkrebs. Verhindert diese Mutation eine Steuerung des Zellwachstums entsprechend den Bedürfnissen des Zellverbandes, so kann sich eine Krebsgeschwulst entwickeln.

Wichtig ist, daß die krebsauslösende Wirkung nicht rückgängig zu machen ist. Zwischen der Einwirkung der Strahlen und der eigentlichen Geschwulstentstehung liegt eine längere Zeit, die als Latenzperiode bezeichnet wird. Danach beginnt die Geschwulst erst zu wachsen, in das umliegende Gewebe einzudringen und sich über die Blutwege über den ganzen Körper auszubreiten. (6, S.259) Darum zählen die Krebse auch zu den sogenannten "Spätschäden" der radioaktiven Strahlung.



4.4 Belege für den Anstieg der Krebshäufigkeit nach radioaktiver Bestrahlung

Die Medizin ist "reich" an Erfahrungen mit der krebsauslösenden Wirkung radioaktiver Strahlung:

Zu Beginn des "Röntgenzeitalters" wurden ungenügende Schutzmittel durch Röntgenärzte angewandt und so erkrankten sie gehäuft an Hautkrebs.

Untersuchungen zeigten, daß eine Bestrahlung von Patienten aus therapeutischen oder diagnostischen Gründen die Wahrscheinlichkeit einer späteren Geschwulstentstehung um ein Vielfaches steigerte.

Weish und Gruber stellten in ihrem Artikel "Strahleninduzierte Karzinogenese und Toleranzfunktion" (7) folgende Tabelle für die durch radioaktive Strahlung ausgelöste Krebshäufigkeit beim Menschen auf.

1 Rad = Unter Verdoppelungsdosis versteht man dabei die Menge STEIGERUNG DER KREBS- ERKRANKUNGEN UM 2% (9) an radioaktiver Strahlung, die die schon jetzt vor kommenden Erkrankungsfälle verdoppeln wird.

Organ Krebsart	Verdoppelungs- dosis (Rad)	Häufigkeits- anstieg m^3 pro Rad %
Leukämie	30 - 60	1,6 - 3,3
Schilddrüsenkrebs Erwachsene	100	1,0
Jugendliche	5 - 10	10 - 20
Lungenkrebs	175	0,6
Brustkrebs	100	1,0
Magenkrebs	230	0,4
Bauchspeichel- drüsengekrebs	125	0,8
Knochenkrebs	40	2,5
Lymphe und andere blutbildende Organe	70	1,4
Übrige Krebsformen	60	1,7

Zum Vergleich folgen hier die Strahlenbelastungen in der Umgebung des Atomkraftwerks Obrigheim (2 km um das AKW herum) für die Jahre 1971 bis 1975. (8, S.6)

Jahr	Gemessene Jahresdosis (natürliche und künst- liche Strahlung zusam- men in Rad/Jahr)	Künstliche Strah- lenbelastung am Ort der Jahr-höch- sten-Dosis in der Umgebung des AWO* (in Rad/Jahr)
1971	0,07 - 0,15	0,06
1972	0,13 - 0,23	0,14
1973	0,18 - 0,34	0,25
1974	0,11 - 0,16	0,07
1975	0,11 - 0,14	0,05

* gemessene Jahresdosis minus Nullpegel von ca. 90 mrad/Jahr

Zum Zusammenhang zwischen den beiden oberen Tabellen:

Wäre die Bevölkerung vier Jahre lang einer jährlichen künstlichen Strahlenbelastung wie der von 1973 ausgesetzt, würde man nach entsprechender Latenzperiode einen Krebshäufigkeitsanstieg nach der ersten Tabelle erwarten können.

Auch bei der kreberzeugenden Wirkung konnte man eine mindestens lineare - wenn nicht höhere - Dosis-Wirkungsbeziehung nachweisen (7, S.2486). Man hat festgestellt, daß in großen bestrahlten Bevölkerungsgruppen (Atombombenüberlebende, durchleuchtete Patienten, AKW-Arbeiter) deutlich mehr Menschen an Krebs erkranken als in vergleichbaren nichtbestrahlten Gruppen. Die Bestrahlten waren unterschiedlichen Dosen ausgesetzt, und man hat herausgefunden, daß bei gleicher Personenzahl mit halber Dosis genau halbsoviele Menschen an Krebs erkranken, bei einer Vierteldosis ein viertelsoviele, u.s.w.. Diese Linearität ist beim Menschen bis zu Dosen von ca.200 mrem hinab bereits belegt. (Literatur siehe S.60,(1),(2),(3),(6),(8))

Wichtig ist, daß FRÜHE ENTWICKLUNGS- UND JUGENDSTADIEN ANFÄLLIGER GEGENÜBER EINER KREBSENTSTEHUNG SIND, ALS ERWACHSENE.

KINDER GIBT Bei der Leukämie ist die Empfindlichkeit der Kinder z.B. 10mal größer als die eines Durchschnittserwachsenen.(9, S.100)

STRÄHLEN- Bei Kindern, die während der Schwangerschaft im Mutter- SCHUTZBEHÖRDE leib bestrahlt worden sind, reichen 1,2 Rad aus, um NICHT die Krebs- und Leukämierate im ersten Lebensjahrzehnt zu verdoppeln. Durch die natürliche Strahlung werden wir mit ca. 100 mrem pro Jahr belastet. Die Untersu-

chung ergab, daß solche Kinder, die der Strahlung in den ersten Wochen der Schwangerschaft ausgesetzt waren, den gleichen Effekt bei bereits 0,1 Rad zeigen, also genau der Menge, die wir durch die natürliche Strahlung innerhalb eines Jahres erhalten.

Dieser Erkenntnis wird allerdings bei der Festlegung der Dosisrichtwerte in der Strahlenschutzverordnung nicht Rechnung getragen. Dosisrichtwerte beziehen sich auf Erwachsene! (Siehe Seite 53)

SYNER-GISTISCHE WIRKUNGEN WERDEN VERNACHLÄSSIGT

Ein wichtiger Faktor, der oft bei der Aufstellung der Krebsrisiken durch radioaktive Strahlung vernachlässigt wird ist die überproportionale Steigerung des Krebsrisikos durch synergistisch wirkende chemische Substanzen. (siehe auch das Kapitel "Synergismen", S. 20)

IN DER UMGEBUNG DES SHIPPINGPORTREAKTORS STEIGT DIE KREBSHÄUFIGKEIT
Einen konkreten Beleg für die These, daß auch im Normalbetrieb von AKW's die Krebsgefahr in der Umgebung steigt liefern die Lungenkrebsraten in Midland City, das knapp 2km vom Shippingportreaktor entfernt liegt:

Die Lungenkrebsraten in der kleinen Stadt Midland stiegen um 467%, nachdem sieben Jahre vorher der erste größere radioaktive Ausstoß auftrat. Sie stieg von 1,5 Fällen pro Jahr auf 7 Fälle.

Alle Krebsarten zusammen stiegen um 180%. (11)

Das sind die Folgen der sicheren, sauberen Kernenergie!

4.5 Mißbildungen durch radioaktive Strahlung

Schon vor Jahrzehnten machte man die Beobachtung, daß nach therapeutischer Bestrahlung schwangerer Frauen in der Beckenregion, die aus dieser Schwangerschaft hervorgegangenen Kinder verschiedenartige Störungen hatten: Mißbildungen verschiedener Art, gestörtes Wachstum, Augenschäden, verkleinerter Kopfumfang verbunden mit verlangsamter geistiger Entwicklung. Ähnliche Störungen traten - jedoch in wesentlich höherer Anzahl - bei Kindern auf, die während der Atombombenexplosionen in Hiroshima und Nagasaki in der Gebärmutter bestrahlt wurden.

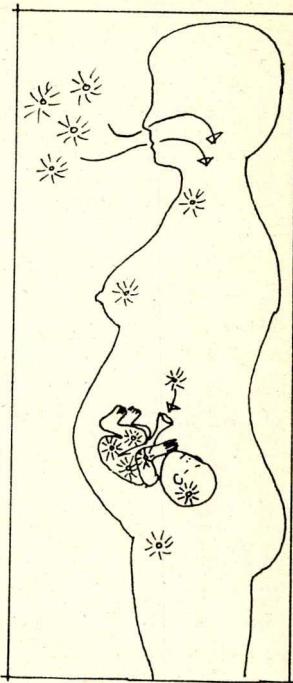
ENTSTEHUNG VON MISSBILDUNGEN

Mit der Nahrung aufgenommene Radionuklide, die sich in der Mutter auch schon vor der Schwangerschaft angesammelt und z.B. in den Knochen angereichert haben können, gelangen von der Mutter zum Kind (9). Sie sammeln sich bei einem wenige Wochen alten Embryo, der 1g wiegt, im Vergleich zur Mutter in 10 000-facher Konzentration an.(14). Die Zellen des Embryos teilen sich viel schneller als die der Mutter. Der Embryo braucht für dieses Wachstum verhältnismäßig (also pro Gramm Körpergewicht) mehr Zellbausteine als die Mutter. Gleichzeitig mit den normalen Bausteinen werden aber auch verhältnismäßig mehr Radionuklide verwendet. Deshalb reichern sich die Radionuklide so stark in Embryonen an.

Die Zellen des Embryos sind jedoch neben der hier stark erhöhten Strahlung aus zwei weiteren Gründen schädigungsgefährdet:

1. Wie jedes durch Zellteilung wachsende Gewebe sind die Embryoorgane besonders störungsanfällig.
2. Während dieser Zeit des schnellen Wachstums und der Entwicklung bilden die Zellen ihre späteren Funktionsfähigkeiten aus.

Jeder kleinste Fehler führt - wenn nicht zum Zelltod - zu ausgedehnten Mißbildungen und Koordinierungsfehlern des Gesamtorganismus. (11, S.35; 14).



Die Art der Mißbildung ist abhängig vom Zeitpunkt der ARDEN DER Schädigung während der Schwangerschaft:

- MISSBILDUNGEN - Bestrahlung am 1. - 18. Tag der Schwangerschaft führt zum Absterben des Keims oder zur Ausheilung mit oder ohne Defekt. Es handelt sich dabei um schwere Gewebsdefekte wie Doppelmißbildungen (z.B. siamesische Zwillinge).
- Bestrahlung vom 18. Tag bis zum 3. Monat der Schwangerschaft führt entweder ebenfalls zum Absterben des Embryos oder zur Heilung mit oder ohne Defekt. In dieser Phase werden Einzelmißbildungen hervorgerufen wie Klumpfuß, Herzfehler, Wasserkopf usw.

- Bestrahlung in der Zeit vom dritten Monat bis zur Geburt hat ein Absterben der Frucht zur Folge oder eine Schädigung des Entwicklungswachstums und der Organausbildung.

Es treten Mißbildungen auf, die zum Tod des Kindes während der Schwangerschaft, in der Kinder- oder Jugendzeit führen oder auch solche, die geistige oder körperliche Beeinträchtigung nach sich ziehen, so daß die Kinder später unterschiedlich stark geschädigt sind.

Statistisch werden diese erwiesenen Fehlentwicklungen jedoch nicht als Strahlenschäden berücksichtigt.

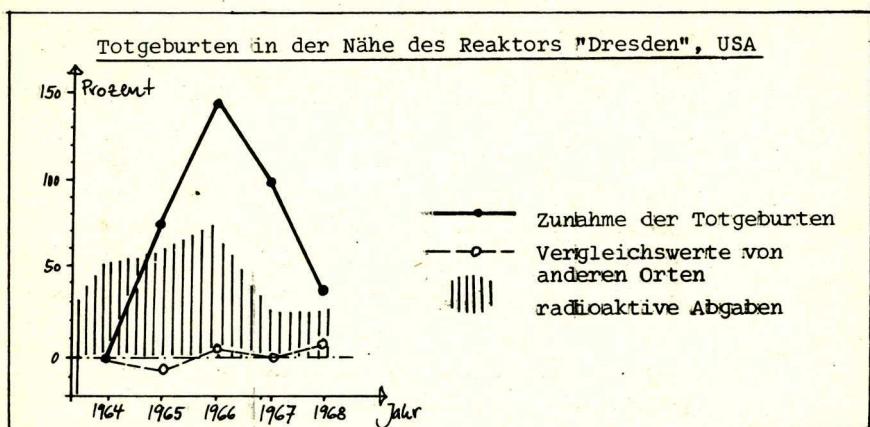
4.6 Belege für den Anstieg der Mißbildungen nach radioaktiver Strahlung

Auch bei der Entstehung von Mißbildungen, die durch ionisierende Strahlen ausgelöst werden, ist kein Schwellenwert festzustellen. In einer Untersuchung über Mißbildungen waren bereits bei 5 Röntgen - der niedrigsten untersuchten Dosis - die Zahl der an Mäusen beobachteten Mißbildungen am Skelettsystem deutlich erhöht. (11) Durch statistische Untersuchungen lassen sich die Mißbildungen an Neugeborenen, die auf Erbschäden beruhen (siehe auch das Kapitel "Erbschäden durch radioaktive Strahlen", S.37), von den hier beschriebenen Mißbildungen, die durch Bestrahlung der Kinder im Mutterleib entstehen nicht trennen. Es läßt sich aber eindeutig nachweisen:

DIE MISSBILDUNGSRATE IN DER UMGEBUNG VON KERNKRAFTWERKEN IST ERHÖHT!

Die folgende Aufzählung von Berichten könnte noch um viele Beispiele erweitert werden.

BEKANNTE WORDENE ERHÖHUNGEN DER MISSBILDUNGS-
RATE Als beim Atomkraftwerk "Dresden" in Illinois der radioaktive Ausstoß zwischen 1963 und 1965 um ein Vielfaches erhöht wurde, stieg in der näheren Umgebung des AKW's die Säuglingssterblichkeit um 140 %. Zuzüglich fielen auf jedes verstorbene Baby 3-4 weitere, die unter schweren Mißbildungen und Erbschäden zu leiden hatten.
(12, S.117)



In der Nähe der Wiederaufbereitungsanlage La Hague (Frankreich), der einzigen im großen Stil arbeitenden Anlage dieser Art, ist eine bestimmte Mißbildung nämlich Spina bifida (eine schwere Wirbelsäulenschädigung) 10 mal so häufig aufgetreten, wie im Durchschnitt der französischen Neugeborenen. (18)

4.7 Erbschäden durch radioaktive Strahlung

Wenn radioaktive Strahlung auf die Eierstöcke oder Hoden treffen, können all die Arten von Mutationen auftreten mit sämtlichen vererbablen Krankheiten, die auch von selbst auftreten. Die radioaktive Strahlung bringt also keine neuen Erbkrankheiten hervor, sondern erhöht die Anzahl der in der Gesamtbevölkerung vorkommenden Erbkrankheiten. Man muß annehmen, daß auch die kleinsten Strahlendosen und somit auch die natürliche Strahlenbelastung zu einem gewissen, jedoch nicht eindeutig bestimmbarer Anteil zu den Mutationen beitragen, die in jeder Generation neu auftreten.

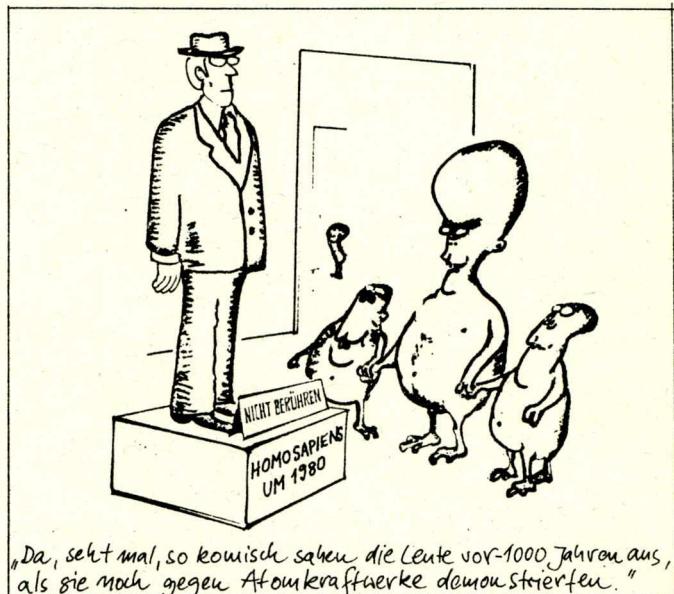
Muller (USA) hat schon 1926 bewiesen, daß die Bestrahlung von Pflanzen und Tieren ein der Strahlendosis entsprechendes Anwachsen der Zahl der Mutationen zur Folge hat.

Für die Möglichkeit der Erbschädigung genügt das Treffen eines Gens durch ein einziges Teilchen der korpuskulären Strahlung.

**ERB-
KATASTROPHE
NACH
JAHRZEHNTEN**

Mutationen mit beherrschendem (dominannten) Erbgang führen sofort zum Auftreten einer Mißbildung oder Erkrankung bei dem Kind, das aus der Vereinigung mit der geschädigten Keimzelle hervorgeht. Dies Kind wird seine Krankheit als Krankheit auch direkt an seine Kinder vererben.

Zum weitaus größten Teil werden jedoch strahlenbedingte Mutationen verdeckt (rezessiv) vererbt. Die Folgen der Mutationen wirken sich dann erst in späteren Generationen aus, nämlich dann, wenn sich zwei gleich geschädigte Gene vereinigen. Die Gefahr dieses Zusammentreffens ist und wird immer größer, je mehr Menschen



„Da, seht mal, so komisch sahen die Leute vor 1000 Jahren aus, als sie noch gegen Atomkraftwerke demonstrierten.“

mit ionisierenden Strahlen in Berührung kommen. DIE SICHTBARE UND ABZUSEHENDE WIRKUNG DER STRAHLUNG IM VERHÄLTNIS ZUM WIRKLICHEN AUSMASS DER GEFÄHRDUNG DES ERBGUTES KANN MIT EINEM EISBERG VERGLICHEN WERDEN! Der verdeckte Teil des Eisbergs ist bisher in keiner Weise zahlenmäßig abschätzbar. Es wird die Erbkatastrophe erst nach Jahrzehnten sichtbar werden. (vgl. 1)

Es ist theoretisch zwar auch denkbar, daß Mutationen zu positiven Veränderungen der Erbanlagen führen, aber

FOLGEN
DER
ERBSCHÄDEN

Mutationen sind um so häufiger negativ, je besser der jeweilige Organismus seiner Umwelt angepaßt ist. Beim Menschen kommen praktisch nur noch Mutationen mit negativen Effekten vor.

Schädigungen der Erbanlagen bedeuten für die Menschen, die bestrahlt wurden, eine Herabsetzung der Möglichkeit, Kinder zu bekommen, oder eine Verminderung der Lebensfähigkeit der mit diesen Keimzellen gezeugten Kinder. Die Vitalitätsverminderung kann ein weites Feld umfassen von einer kaum merkbaren Schädigung des Kindes bis zum Tod des Kindes schon während der Schwangerschaft.

DA ALLE FÜR DEN MENSCHEN NORMALEN KÖRPERLICHEN UND PSYCHISCHEN EIGENSCHAFTEN MEHR ODER WENIGER STARK VON ERBANLAGEN MITBESTIMMT SIND, SIND SIE ALLE AUCH DURCH ERBANLAGEN VERÄNDERBAR.

Es sind allein bisher über 100 Stoffwechselstörungen aufgrund von Genfehlern bekannt:

"Erkrankungen, die die Blutbildung, den Eiweißstoffwechsel, den Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel betreffen und zu Blutmangel, Schwachsinn, Epilepsie, Untergang der Hirngewebe, Ekzemen, Gelenkentzündungen, Hautkrebsen, Zwergwuchs, Erblindung, Verkalkung der Nieren, Nierensteinen, Krampfzuständen und fröhlem Tod, zum Teil noch im Kleinkindalter, führen. Andere erzeugen Leberschäden, Leberschrumpfungen oder -wucherungen, Muskelschwäche, Störungen der Knochenentwicklung, Rachitis, immer wieder mit Untergang von Hirngewebe und mit Schwachsinn verbunden.

Alle diese Krankheiten sind unheilbar, weil sie in der Erbmasse begründet sind." (1)

4.8 Belege für den Anstieg von Erbschäden in der Umgebung von Atomkraftwerken.

Man kann in statistischen Untersuchungen über die Häufigkeit von Säuglingssterblichkeit und Erbkrankheiten in der Umgebung von Kernkraftwerken zwar nicht unbedingt die Effekte trennen, die durch die Bestrahlung der Embryonen während der Schwangerschaft entstehen, von denen, die durch Mutationen der Erbanlagen ausgelöst worden sind. (siehe auch das Kapitel "Belege für den Anstieg der Mißbildungen

nach radioaktiver Bestrahlung" S.36)

Aber man kann auf jeden Fall feststellen, daß diese Häufigkeiten ange-
stiegen sind. Für die Jahre 1969 - 1971 bewies Prof. Sternglass (Di-
rektor der radiologischen, medizinisch-physikalischen Abteilung der
Universität Pittsburgh, USA), daß in der Umgebung von sieben verschie-
denen AKW's in den USA die Säuglingssterblichkeit, Frühgeburten, Un-
tergewicht bei Neugeborenen und Erbkrankheiten zunahmen. (15)

KOMMENTAR EINES AKW-BEFÜRWORTERS

Prof. Dr. Wachsmann, beschäftigt am Institut für Strahlenschutz der
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, Neuherberg, Mitglied
der Internationalen Strahlenschutzkommision ICRP, Befürworter der
Kernenergie und Ersteller von Gutachten über die Unbedenklichkeit von
Kernenergie, zieht folgendes Resümee aus den oben geschilderten Tat-
sachen:

"Berechnet man die Strahlentoten, die jährlich in der ganzen Welt auf-
treten würden, wenn jeder Mensch die Dosen an künstlicher Strahlung,
die die ICRP für zulässig hält, auch tatsächlich erhalten würde, so
ergeben sich bei gemäßigter, d.h. also nicht bei optimistischer und
auch nicht pessimistischer Rechnung jährlich etwa 200 000 Strahlen-
opfer. Hinzu kommen jährlich etwa 70 000 genetisch schwer geschädigte,
Zahlen hinzunehmen wäre ich - wenn es nicht anders möglich wäre -
in Anbetracht des Nutzens, den uns die ionisierenden Strahlen bieten,
bereit!" (16, S.4)

Literatur :

- (1) Ärztememorandum betreffend die Errichtung von Kernspaltungs-Kraftwerken, Österreichische Ärztezeitung, 25.Jg. Heft 20, Wien 1970
- (2) Stokke et al., Effects of small dosis of radioactive Strontium on the rat bone marrow, Acta Radiologica, Okt. 1968
- (3) National Academy of Sciences - National Research Council, The effects on population of Exposure to low level ionizing radiation, Report to the Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation, Division of Medical Sciences, NAS-NRC, Superintendant of Documents, US Government Printing Office, Washington DC, November 1972
- (4) Gofman, J.W. et al., Radiation as an environmental hazard, Proceedings of the 24th Annual Symposium on Fundamental Cancer Research, Environment and Cancer, M.D. Anderson Hospital, houston, Texas
- (5) Manstein, B., Im Würgegriff des Fortschritts, Europäische Verlagsanstalt, Frankfurt/Main 1961
- (6) Eder, M. und P. Gedigk, Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der Pathologischen Anatomie, Heidelberg 1974
- (7) Weish, P. und E. Gruber, Strahleninduzierte Karzinogenese und Toleranzfunktion, Österreichische Ärztezeitung, 25.Jg. Heft 20, Wien 1970
- (8) Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz an der Universität Heidelberg, Radioaktive Kontamination in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, Heidelberg 1976
- (9) Weish, P. und E. Gruber, Radioaktivität und Umwelt, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1975
- (10) IAEA in Co-Operation with WHO, Nuclear Power and the Environment, Wien 1972
- (11) Strohm, H.(Hrsg.), Biologische Schäden, Verlag Association, Hamburg
- (12) Strohm, H., Friedlich in die Katastrophe, Verlag Association, Hamburg 1976
- (13) AIPERIEI (französische Zeitung) vom 16.4.1976
- (14) Werner, H., Experimentelle Untersuchungen über Aufnahme und Verteilung von Radiostrontium bei Schweinen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Calciumgehalte des Futters und der Placenta Passage, Teil 2, Strahlentherapie , Urban und Schwarzenberg, München, Berlin, Wien, 141.Band Heft 2, S.232, 1971
- (15) Sternglass, E.J., Epidemiological study of health effects associated with radiation discharges from nuclear facilities
- (16) Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz, Radioaktivität und Gesundheit, Informationen zur Kernenergie Nr. K3

5. SCHÄDEN, DIE BEI UNFÄLLEN IN ATOMANLAGEN AUFTREten KÖNNEN

Die Schäden, die in dem Kapitel über Niedrigstdosen beschrieben wurden, treten schon beim Normalbetrieb der Atomkraftwerke auf.

Die in diesem Kapitel zu beschreibende "Strahlenkrankheit" tritt erst nach einer Ganzkörperdosis von ungefähr 100R auf. Dosen radioaktiver Strahlung von 100R und mehr können bei Unfällen von AKWs und Wiederaufbereitungsanlagen entstehen.

Je nach der Strahlendosis, der ein Mensch ausgesetzt war, lässt sich das Organsystem bestimmen, das vorwiegend betroffen ist:

es treten Schäden an den blutbildenden Organen (Knochenmark) und im Blut, im Magen-Darm-Trakt auf, der Hormonstoffwechsel und das vegetative Nervensystem werden gestört. (siehe auch Tabelle S.46)

DIE STRAHLEN-KRANKHEIT Einige Stunden nach der Bestrahlung sinkt das Wohlbefinden, es treten Schwindel, Kopfschmerz und Übelkeit auf (Störungen des vegetativen Nervensystems).

Diese Beschwerden können nach kurzer Zeit abklingen, bei niedrigen Dosen sogar ganz fehlen oder bei Dosen über 1000R zum akuten "Strahlentod" führen.

Tritt zu diesem Zeitpunkt der Tod noch nicht ein, so kann - je nach Höhe der Dosis - ein beschwerdefreier Zeitraum von einigen Tagen bis zu drei Wochen auftreten. Dann beginnen die Beschwerden wieder mit den gleichen Krankheitszeichen, wie für die erste Phase beschrieben. Dazu kommen aber jetzt: Fieber mit schweren Infektionen, Erbrechen und wäßrig-blutige Durchfälle und erhöhte Blutungsneigung mit teilweise massiven Blutverlusten. Hierauf tritt der Tod ein. Bei Dosen unter 500R ist aber auch eine Erholung möglich.

Nach Jahren kann es im Falle einer Erholung aus der letzten Phase zu Spätschäden kommen wie: fortschreitender Kräftezerfall, Geschwulstentstehung, Linsentrübung usw. (1 , S.1028).

Die folgende Beschreibung stammt vom "Englischen medizinischen Forschungsrat":

"Von der dritten Woche an entstehen kleine, zu Blutungen neigende Rißwunden auf der Haut und im Mund. Gleichzeitig treten Geschwüre im Mund und in den Gedärmen auf.

Die Nahrungsaufnahme durch den Mund wird unmöglich, und die Wunden entzünden sich immer mehr. Durch dauernden Durchfall, begleitet von hohem Fieber, wird der Patient vollkommen entkräftet. Die Haare fallen in Büscheln aus, und Delirien können folgen. Die Anzahl der roten Blutkörperchen geht zurück, und die der weißen hat ihren größten Tiefpunkt erreicht. In diesem Stadium sterben die meisten Patienten unmittelbar oder erholen sich noch kurzfristig und sterben dann einige Wochen später. Wenn der Tod nicht einsetzt, folgt etwas Schlimmeres: Weiterleben, verbunden mit laufender Gewichtsabnahme, Verkrüppelungen, maßlosen Schmerzen, Anfälligkeit gegen Krankheiten und Infektionen, Krebs und Leukämie, Verkürzung der Lebenserwartung, Beeinträchtigung der Geschlechtsorgane und Keimzellen, die, wenn überhaupt noch zeugungsfähig, nur Mißgeburten hervorbringen können."

(2 , S.145)

Man bedenke: Eine akute Ganzkörperbestrahlung von 800 rad ist auf jeden Fall tödlich. Diese Strahlendosis entspricht der Energiemenge in Form von Wärme (120-140 cal), die nötig ist um einen Kaffeelöffel Wasser von 5° auf 10°C bzw. den bestrahlten Organismus um höchstens $0,002^{\circ}\text{C}$ zu erwärmen!

Ärztliche Hilfe ist nach solchen Bestrahlungen aussichtslos. Der Arzt kann den beschriebenen Krankheitsverlauf nicht verhindern!

5.1 Zur Sicherheit von Atomkraftwerken

Die Atomkraftwerke werden von ihren Betreibern als "nach menschlichem Ermessen sicher" bezeichnet. Nimmt man an, daß sämtliche Sicherheitseinrichtungen des Kernkraftwerkes nicht funktioniert hätten - man spricht von dem sogenannten Super-GAU (GAU=Größter Anzunehmender Unfall) - dann wäre dies im Falle maximaler Auswirkungen mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:1Mrd pro Jahr passiert. Das bedeutet, daß die Vormenschenaffen im Alt-Tertiär vor 50 Millionen Jahren 20 Kernkraftwerke hätten bauen und seither betreiben müssen, dann hätte man einen solchen Unfall vielleicht einmal registrieren können", so die HEW und NWK in ihrer Broschüre "Zum besseren Verständnis der Kernenergie" (3 , S.25/26)

Mit einer solch geringen Wahrscheinlichkeit soll es also nach den AKW-Betreibern zu Strahlenkranken durch einen SuperGAU kommen.

FOLGEN Die US-Atomenergiekommission selber schätzt die möglichen Folgen eines Reaktorunglücks in der Nähe einer größeren Stadt bei einem 500 MW (MegaWatt = Mill.Watt) REAKTOR UNGLÜCKS -Reaktor wie folgt:

Getötet 3400 Personen, verletzt bzw. strahlenkrank (zum Teil unheilbar!) bis zu 43000 Personen, etwa 460000 Personen müssen evakuiert werden! Verseuchte Bodenkultur zwischen 10000 und 150 000 Quadratmeilen (ca. 26500-384000 km²). (4 , S.2440)

Zum Vergleich: Bei der Waldbrandkatastrophe 1975 in Niedersachsen wurden 80 km² Wald vernichtet - es waren 10000 Helfer im Einsatz.

Die BBU kommt in ihrer Interpretation der Studien des Instituts für Reaktorsicherheit über die Auswirkungen schwerer Unfälle in Wiederaufbereitungsanlagen und Atomkraftwerken zu dem Schluß, daß bei einem solchen Unfall bis zu 30,5 Mill. Bewohner der BRD umkommen würden. (5)

HEW Die Aussagen der Betreiber, die Wahrscheinlichkeit für MACHT einen Unfall dieser Größenordnung sei verschwindend AKWS klein, kommen zustande auf der Grundlage des SICHER- "Rasmussen-Reports" aus den USA, der bisher der umfassendste Versuch ist, das Risiko von Leichtwasser- DURCH reaktoren abzuschätzen, in dem aber stark vereinfacht DIE wurde und wichtige Bereiche nicht berücksichtigt VERNACH- wurden:

-Es wurde nicht das Gesamtrisiko für alle AKWs eines Landes oder der Welt berücksichtigt, sondern nur das Risiko eines einzigen Atomkraftwerks.

-Es gibt keine Experimente, bei denen Notkühlsysteme wie vorgesehen funktionieren.

-Das Risiko der Sabotage wurde ausgeklammert.

-Die Abschätzungen der Langzeitfolgen bei Unfällen von AKWs sind viel zu optimistisch.

-Es wird eine rechtzeitige Evakuierung der Bevölkerung vorausgesetzt.

-Die Methodik der Risikoabschätzung wurde nicht überprüft, indem man sie auf tatsächlich vorgekommene Reaktorunfälle anwendet. (Für den großen "Störfall" im Dresden-II-Reaktor in den USA am 5.6.70 errechnet

sich nach Rasmussen eine Wahrscheinlichkeit von
 $1 : 10^{38} = 1 : 100\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$
000 000 000 000 !)

-Im Wesen der Wahrscheinlichkeitsrechnung liegt es aber, daß der Zeitpunkt des Eintritts des betrachteten Ereignisses nicht bestimmt werden kann.

So trat am 18.6.1977 der "unmögliche" Fall ein, daß in der BRD die Lottozahlen gezogen wurden, die bereits eine Woche zuvor in den Niederlanden Gewinnzahlen waren - ein Ereignis mit der Wahrscheinlichkeit von 1:195 Billionen. Die Wahrscheinlichkeit hierfür war 200 000 mal geringer als die, die für einen SuperGAU von den HEW angegeben wird.

-Das Berstrisiko des Reaktordruckbehälters wird vernachlässigt.

Durch genaue Studien wird man zu sehr viel höheren Wahrscheinlichkeiten für einen Reaktorunfall kommen, als die HEW sie angibt. Da aber die Aussage "ein Reaktorunfall in 20 000 Jahren" bedeuten kann, daß der Unfall genausogut sofort wie auch erst in 20 000 Jahren auftreten kann, hat die Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Abschätzung des realen Risikos einer Katastrophe in dem Ausmaß von 30 Millionen Toten keine Bedeutung mehr.

Literatur

- (1) Gross, Schölmerich, Lehrbuch der Inneren Medizin, Stuttgart 1976
- (3) HEW, NWK (Hrsg), Zum besseren Verständnis der Kernenergie, 1976
- (2) Strohm, Friedlich in die Katastrophe, Hamburg 1976
- (4) Ärztememorandum betreffend die Errichtung von Kernspaltungs-Kraftwerken, Österreichische Ärztezeitung, 25.Jg., Heft 20, Wien 1970
- (5) Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz, Die Auswirkungen schwerer Unfälle in Wiederaufbereitungsanlagen und Atomkraftwerken, 1977
- (7) Schulz,E.H. , Vorkommisse und Strahlenunfälle in kerntechnischen Anlagen, 1977
- (8) Süddeutsche Zeitung vom 7.4.1977
- (9) Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V., Unfallrisiken von Kernkraftwerken, Informationen zur Kernenergie Nr.K5

DOSIS (Ganzkörper- bestrahlung)	ZEITDAUER	SCHADEN
über 1000 R	zwischen der Bestrahlung bis zum Eintritt von Symptomen	Auftreten der Symptome nach der zweiten Woche, Tod nach der vierten Woche - bei 400 R in jedem zweiten Fall.
500-1000 R	sofort; Tod nach 1-2 Tagen in allen Fällen	Starke Schädigung vor allem des Magen-Darmtraktes: Es tritt Übelkeit mit Erbrechen, wäßrig-blutigen Durchfällen auf. Die Infektabwehr sinkt rapide, es kommt zu schwersten Entzündungen in Mund und Rachen, Fieber, rascher Gewichtsabnahme und zum Tod.
300-500 R	Beginn der Symptome Mitte der dritten Woche - Erholung ist hier möglich.	Es wird hier vor allem das blutbildende System geschädigt. Beginnend mit Haarausfall folgen Appetitlosigkeit und Übelkeit. Damit treten schwere Entzündungen im Mund und Rachen auf, außerdem hohes Fieber. Weiter kommt es zu Blutungen in die Haut hervorgerufen durch eine Störung der Blutgerinnung, zu Durchfällen, rascher Gewichtsabnahme und schließlich zum Tod. Auch hier treten die gleichen Symptome wie oben auf: Haarausfall, Appetitlosigkeit, Allgemeine Übelkeit, Blässe, Blutungen in die Haut, Durchfall, mäßige Gewichtsabnahme.
bis 100 R	Zeitdauer bis zum Eintreten der Symptome wird umso kürzer je größer die Dosis ist.	Langdauernde Sterilität bei Mann und Frau, Trübung der Linse des Auges, Störungen des Hormonstoffwechsels, verminderter Infektabwehr.
1-10 R ab 0 R	sofort, keine Spätfolge Zeitdauer reicht von sofort bis zu Jahrzehnten. - Bei Schäden am Erbgut dauert es mehrere Generationen, bis die Krankheit auftritt.	Blutbildschäden(Veränderung der Blutzusammensetzung) Gehäuftes Auftreten von Geschwulsten, verfrühtes Altern, Steigerung der Zahl von Fehlgeburten, mißgebildeten Kindern, sowie der Zahl von Erbkrankheiten.

6. WIE HOCH IST DAS KREBSRISIKO NACH TSCHERNOBYL?

Anders als nach den oberirdischen Atombombentests Anfang der 60er Jahre ist jetzt nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl die Gefährdung durch Niedrigdosisradioaktivität vielen Menschen deutlicher geworden. Eß- und Lebensgewohnheiten wurden z. T. einschneidend geändert. Denn niemand kann heute noch ernsthaft bezweifeln, daß das Risiko für Krebserkrankungen, Mißbildungen und Erbkrankheiten durch den Fall-out erhöht wird, auch wenn die Herren Zimmermann, Riesenhuber und Oberhausen bisweilen Gegenteiliges behaupten.

Dennoch ist die Frage nach der Größenordnung der Gefährdung zum jetzigen Zeitpunkt (Ende Mai 1986) aus folgenden Gründen nicht zu beantworten:

1. Das Gesamtspektrum der radioaktiven Isotope schwankt je nach Zeit und Ort der Messung. Es gab nur stichprobenhafte Luft-, Regen- und Bodenmessungen.
2. Die Mengenverteilung der radioaktiven Isotope ist zum Teil noch unbekannt. Z. B. haben die Messungen von Strontium -90 in Hamburg erst am 26.5.1985 begonnen.
3. Es existieren kaum Vergleichsmesswerte aus der Zeit vor dem Unfall in Tschernobyl. Viele Meßstellen sind erst jetzt eingerichtet worden.
4. Die Anreicherungsmechanismen und -faktoren in den Nahrungsmitteln sind nur vereinzelt bekannt.
5. Die Anreicherungsfaktoren der radioaktiven Isotope in den menschlichen Organen sind nur zum Teil bekannt.
6. Die biologische Wirksamkeit der radioaktiven Isotope ist vom Alter des betroffenen Gewebes abhängig. Werte für die Sensibilität kindlichen Gewebes existieren nur teilweise, Werte für die Sensibilität fetalen Gewebes noch überhaupt nicht.

7. Die biologischen Bewertungsfaktoren (RBW) wurden zwar aufgestellt, sind aber nur grobe Annäherungen, mit Hilfe derer von der Anzahl der Zerfälle (bq) auf die biologisch wirksame Dosis (rem) zu schließen ist.
8. Der Schluß von der erhaltenen radioaktiven Strahlung auf das dadurch hervorgerufene Krebsrisiko fällt je nach Autor sehr unterschiedlich aus. Das Schwankungsrisiko für Schilddrüsenkrebs schwankt zum Beispiel je nach Autor um den Faktor 10 (1).

Trotz dieser Einschränkungen wollen wir im folgenden eine Risikoabschätzung vornehmen, und zwar beispielhaft, soweit es die vorliegenden Informationen erlauben:

Das Strahlenrisiko wird nach den bisherigen Daten vor allem von folgenden Isotopen ausgehen (Verteilungsmuster nach Untersuchungen der Universität Mainz vom 4.5.1986 - 2)

- Jod -131 Soll nur 31 % der radioaktiven Isotope ausmachen, HWZ von 8 Tagen. Da es über den Gras-Kuh-Milchpfad in der Nahrungskette und zu fast 100 % in der Schilddrüse angereichert wird, wird durch das radioaktive Jod trotz seiner kurzen Halbwertszeit die Schilddrüsenkrebsrate steigen.
- Cäsium -137 Soll 7 % der Isotope ausmachen, HWZ von 30 Jahren, verteilt sich, ähnlich wie Kalium, relativ gleichmäßig im Körper und trägt deshalb zur Gesamtkörperbelastung bei.
- Strontium -90 Ist nicht nachgewiesen, der Anteil bisher jedoch noch unbekannt, HWZ 28 Jahre. Messungen von Strontium -90 in Nahrungsmitteln waren bei dem Erscheinen dieser Broschüre noch nicht veröffentlicht. Strontium -90 reichert sich vor allem in Knochen an und trägt deshalb zur Erhöhung der Rate an Knochen- und Blutkrebs bei.

Die Halbwertszeiten von Cäsium -137 und Strontium -90 machen deutlich, daß die Erhöhung der Menge der radioaktiven Isotope in unserer Umwelt und Nahrung kein Problem von Wochen ist, wie von offiziellen Regierungsstellen, Politikern und Medien zur Zeit immer wieder behauptet wird, sondern ein Problem von Jahrzehnten sein wird.

Die Risikoabschätzung für zusätzliche Krebserkrankungen und Krebstote erfolgt ausgehend von Meßwerten für Jod -131 und Cäsium -137 in Hamburg am 22.5.1986 in Milch, Gemüse und Fleisch (3) (Werte für Strontium -90 wurden in Hamburg noch nicht ermittelt) unter der Voraussetzung, daß jede/r ein Jahr lang täglich 1/2 l Milch trinkt, 200 g Gemüse und 100 g Fleisch ißt (4). Je nach Abschätzung des Krebsrisikos der verschiedenen Autoren (Schmitz-Feuerhake -5, Wachsmann -6, BEIR-Report -7) würden in der BRD (60 Millionen Einwohner) hiernach zwischen 26 und 68 Menschen zusätzlich an Krebs sterben bzw. 61 bis 177 zusätzlich an Krebs erkranken. Von 1 Million so ernährter Kinder würden 4 bis 11 zusätzlich an Krebs sterben und 10 bis 26 zusätzlich an Krebs erkranken. (Zu Grunde gelegte Meßdaten vom 22.5.1986 Milch: 13,0 bq/kg Jod -131, 24 bq/kg Cäsium -137, Gemüse 25 bq/kg Jod -131, 20 bq/kg Cäsium -137, Fleisch 1,0 bq/kg Jod -131, kein Cäsium -137 gemessen).

Wie gesagt ist dies nur ein Beispiel. Neben den oben erwähnten Ungenauigkeiten kommt hinzu, daß nur die Nahrungsaufnahme über ein Jahr für zwei Isotope und drei verschiedene Nahrungsmittel mit Meßdaten eines Tages, die stichprobenhaft gewonnen wurden, berücksichtigt sind.

Sehr viel Genaueres kann der Strahlenschutzkommision zur Zeit jedoch auch nicht vorliegen. Trotzdem hält sie es nicht für notwendig, Grenzwerte für Fleisch, Eier, Getreideprodukte festzulegen. Die behördlichen Empfehlungen hinsichtlich der Ernährung von Erwachsenen und Kindern schwanken je nach politischer Herkunft, die Einwohner in CDU-regierten Ländern sind offensichtlich widerstandsfähiger gegenüber Krebsrisiken.

Unserer Meinung nach sollten bundesweit folgende Forderungen an die Behörden gestellt werden:

1. Messung und Offenlegung der Werte von radioaktiven Isotopen in Nahrungsmitteln wie Milch, Gemüse, Getreide, Fleisch, Eier und Fisch.
2. Deklarierung der Nahrungsmittel mit den gemessenen Werten.
3. Kein Mischen, z. B. der Milch.
4. Zurverfügungstellung von Sondernahrung, z. B. aus der südlichen Welthalbkugel, für schwangere und stillende Frauen und für Kinder.

Bei all diesen Forderungen ist jedoch zu bedenken, einen sicheren individuellen Schutz gibt es nicht!

Literatur:

1. I. Möller

Strahlenbelastung und Strahlenrisiko durch die craniale Computer-tomographie

Dissertation, Hamburg 1980

2. TAZ vom 10.5.1986

3. Verlautbarung der Gesundheitsbehörde vom 23.5.1986

4. RBW-Faktoren nach: Tabelle zur Bewertung radioaktiver Substanzen und Emissionen 1977, Bundesinnenministerium

5. Schmitz-Feuerhake u.a.

Abschätzung zum somatischen Strahlenrisiko im Bereich diagnostischer Dosis.

Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Band 13

Gasteiner Int. Symposium 1978

6. Wachsmann, F.

Betrachtungen über das Strahlenrisiko

Der Radiologe, 10. Jahrgang (9), S. 346 - 353, (1970)

7. National Academy of Sciences National Research Councils

The effects on populations of exposure to low levels of ionizing radiation. Report of the Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. Wash. 1972.



7. STRAHLENSCHUTZ

Von vornherein unterscheidet die Strahlenschutzverordnung zwischen Personen, die beruflich mit Strahlung in Berührung kommen, und der allgemeinen Bevölkerung.

Den AKW-Arbeitern und -Reinigern mutet die Strahlenschutzverordnung eine Jahressdosis von 5 rem zu - das ist das 80fache der erlaubten Jahressdosis für die Normalbevölkerung. Die Strahlenschutzverordnung rechtfertigt das so: Bei der Gesamtbevölkerung gilt es vor allem Erbschäden (= genetische Schäden) zu verhindern. Das genetische Risiko der kleinen (?) Gruppe der Strahlenarbeiter erhöht das genetische Risiko der Gesamtbevölkerung kaum. Die höchstzulässigen Dosen für Strahlenarbeiter schützen dagegen das Personal vor gesundheitlichen Schäden. Gerade dies wird aber in zunehmenden Maße bezweifelt.

7.1 Das Krebsrisiko der AKW-Arbeiter

Während z.B. Prof. Jacobi (Institut für Strahlenschutz, München) für einen Arbeiter, der in 40 Jahren jährlich 5 rem erhalten hat, ein zusätzliches Krebsrisiko von maximal 1% errechnet, erhält Frau Prof. Schmitz-Feuerhake (Universität Bremen), die sich auf die Daten des BEIR-Reports (Untersuchungsbericht der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften von 1972, 1) stützt, ein zusätzliches Krebsrisiko von maximal 20% (2). Berücksichtigt man noch das spontane Krebsrisiko von 19% (das ist das Risiko für einen normalen Menschen an Krebs zu sterben), so ergibt sich für die obige Person im schlimmsten Fall eine Wahrscheinlichkeit von 39% an Krebs zu erkranken. D.h. 4 von 10 erkranken an Krebs, während es im Bevölkerungsdurchschnitt nur zwei sind.

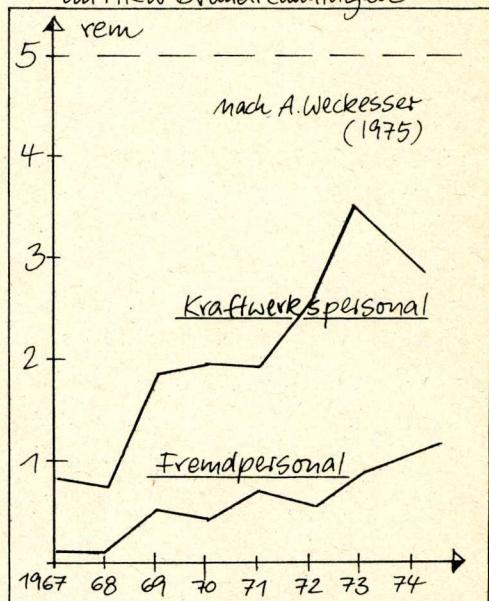
Zum Vergleich: Für gefährdete Berufsgruppen hält die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ein zusätzliches Risiko von maximal 0,2% während des Berufslebens (40 Jahre) für zumutbar.

Danach müßte der bisherige Grenzwert von 5 rem ungefähr um den Faktor 100 auf 50 mrem gesenkt werden! Diese Überlegungen werfen ein ganz besonderes Licht auf die Arbeitsplätze, die die Atomindustrie zu bieten hat.

Selbst wenn, wie oft eingewendet wird, die AKW-Arbeiter tatsächlich nicht die Höchstdosis abkriegen, so sind sie immer noch weit mehr gefährdet, als zumutbar wäre.

Erstmals bestätigt wird diese Annahme durch eine Studie von Mancuso, Stewart und Kneale (3). Sie fanden, daß die in den Jahren 1944 - 1972 gestorbenen Beschäftigten der Kernforschungsanlagen in Hanford (USA) selbst bei sehr geringer mittlerer Strahlenbelastung (unter 1 rem) vermehrt an Krebserkrankungen litten.

Strahlenbelastung der Beschäftigten in AKW Grundremmingen



Außerdem zeigen die Aufzeichnungen über die Strahlenbelastung der Beschäftigten des Kernkraftwerks Grundremmingen, daß die Belastung tatsächlich in der Nähe der Grenzwerte liegt (4).

Man sieht auch: Durch Materialermüdung steigen in Atomanlagen die Belastungen für die Strahlenarbeiter im Laufe der Zeit immer mehr an. Um die Facharbeiter vor unzulässigen Strahlendosen zu schützen, werden die besonders "heißen" (= strahlenbelastenden) Arbeiten immer mehr von unqualifizierteren, medizinisch schlechter oder garnicht überwachten "Leiharbeitern" durchgeführt, die z.B. nur für die Be seitigung einer Störfallfolge in das AKW kommen und in kurzer Zeit ihre zulässige Gesamtstrahlendosis erhalten. Die Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter und für die Sicherheit der Atomanlagen liegen auf der Hand.

Der Film "Verdammt zum Erfolg" über die franz. Wiederaufbereitungs anlage in La Hague macht die unmenschlichen Arbeitsbedingungen besonders deutlich! (Die Bremer BI hat eine Kopie)

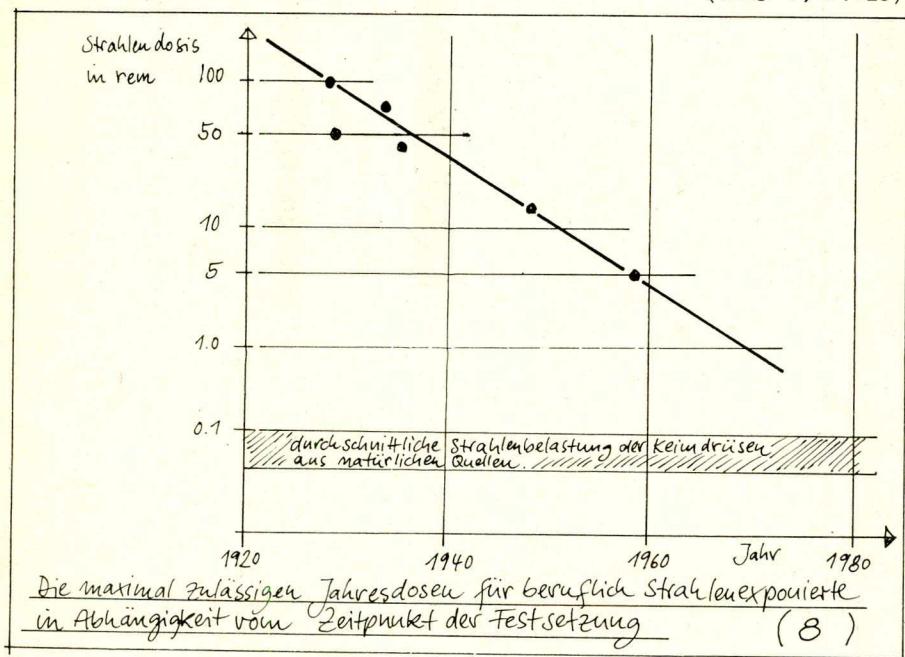
7.2 Die Entwicklung der Höchstwerte

Um die Jahrhundertwende hielt man - auf Grund mangelnder Kenntnisse - eine jährliche Gesamtkörperdosis von 50-100rem für tragbar. In der folgenden Zeit nahm diese Grenze drastisch ab. Seit 1958 beträgt sie 5rem, eine weitere Senkung wird gefordert (5, Seite 91, 6)

In der neuen Strahlenschutzverordnung vom 13.10.1976 hingegen wird noch von 5rem ausgegangen. (7, Anlage X)

Wie sich die Höhe der Toleranzgrenze für Strahlenarbeiter seit ihrer erstmaligen Festlegung 1925 wandelte, zeigt folgende Grafik

(aus 8, S.128)



7.3 Der Schutz der Bevölkerung

Für die Gesamtbevölkerung gelten niedrigere Grenzwerte. Siehe unten ↓
Wie aus den vorangegangenen Ausführungen klar geworden ist, kann der Begriff "Grenzwert" nicht bedeuten, daß diese Dosis unschädlich ist. Vielmehr will man ausdrücken, daß bis zu dieser Grenze

die Strahlung um eines bestimmten Ziels willen toleriert werden kann (5, Seite 92).

Die Internationale Strahlenschutzbehörde (ICRP) stellt im Zusammenhang mit den Problemen der zu hohen Grenzwerte und ihrer Folgen fest: "Die ICRP ist damit beauftragt worden, die Bürger vor radioaktiven Schäden zu bewahren. Es wird oft behauptet, daß man das Risiko von Strahlenschäden mit den gewaltigen Vorteilen abwägen müsse. Dazu kann nur festgestellt werden, daß dieses bei unseren heutigen ungenügenden Kenntnissen überhaupt nicht möglich ist." (5, Seite 97).

Wichtig für die Festlegung erschien die Annahme einer 100-200mrem/J. starken natürlichen Grundstrahlung, an deren "Ungefährlichkeit" man sich orientieren wollte. Dieser Wert wird im allgemeinen von Seiten der Regierungen angegeben, so auch von der USA. In einer 1972 veröffentlichten EPA-Studie (EPA = Environmental Protection Agency = Umweltschutzbehörde der USA) wird jedoch angegeben, daß für Durchschnittsamerikaner die Strahlenbelastung ca. 84mrem/Jahr beträgt. Somit wäre der Anteil der durch den Menschen erzeugten Radioaktivität im Vergleich zur Grundstrahlung sehr viel höher als angenommen (5, S.92)

Zu den schließlich festgelegten Werten schreibt die ICRP:

"Die Kommission ist der Ansicht, daß dieser Wert einen vernünftigen Spielraum für die Atomenergieprogramme der absehbaren Zukunft schafft. Es sollte hervorgehoben werden, daß dieser Wert möglicherweise wegen der Unsicherheiten in der Abschätzung der möglichen Schäden und der wahrscheinlichen Vorteile kein richtiges Gleichgewicht zwischen Schäden und Nutzen repräsentiert (ICRP 9:15, zitiert nach 8, S.129)."

Diese Dosisfestsetzung wurde also nicht primär mit dem Ziel vorgenommen, eine strahlenbedingte Schädigung der Volksgesundheit auszuschließen, sondern der Kerntechnik einen "vernünftigen" Spielraum zur Expansion zu schaffen!

Für die Gesamtbevölkerung gelten in den USA heute schon bedeutend niedrigere Werte als in der BRD. Die für die USA angegebenen Werte beziehen sich auf einen Umkreis von 50 Meilen um das Kraftwerk. Eine solche Einschränkung fehlt in der BRD.

Werte USA: Die Dosis auf ein einzelnes Organ und den ganzen Körper infolge flüssiger und gasförmiger Ableitungen darf jeweils 5mrem/Jahr nicht überschreiten. Ausnahme: Schilddrüse 15mrem/Jahr (9, S.100)

Werte BRD: Die Gesamtkörperbelastung infolge flüssiger und gasförmiger Ableitungen darf jeweils 30mrem/Jahr - im Ganzen also 60mrem/Jahr - nicht überschreiten. Schilddrüse 90mrem/Jahr (10.1., S.4)

In der BRD ist noch dazu die gesetzliche Regelung der zusätzlichen Konzentration von Radioaktivität in der Umwelt äußerst unbefriedigend.

Vor allem die Anreicherungseffekte und die höhere Strahlenempfindlichkeit von Kindern bleiben unberücksichtigt.

Um die Anreicherung in Nahrungsketten überwachen zu können, müßten Grenzwerte für die Konzentration radioaktiver Stoffe in Schlamm, Boden, Pflanzen und Tieren festgelegt werden, es gibt aber nur Grenzwerte für Luft und Wasser. Tatsache ist, daß bei Normalbetrieb eines AKWs die Konzentration radioaktiver Stoffe in Luft und Wasser zwar sehr gering ist, in Tieren und Pflanzen jedoch z.T. eine erhebliche Anreicherung von Radioaktivität gemessen wird (s.Seite 15). Die Forderung, Grenzwerte für die zulässige Konzentration radioaktiver Stoffe in organischen Materialien festzusetzen, wurde bei der Novellierung der Strahlenschutzverordnung von der Bundesregierung nicht erfüllt (10.2, Seite 9). Nicht allein Anreicherungseffekte, sondern auch unterschiedliche Strahlenempfindlichkeiten wurden vom Gesetzgeber ignoriert. So ist es bekannt, daß Lebewesen während ihres Embryonalstadiums zwischen 200 und 300mal so strahlenempfindlich sind wie Erwachsenen(10.2, S.9). Dennoch gelten die Konzentrationsgrenzwerte nur für Erwachsene. Die - bezeichnende - Reaktion der Bundesregierung auf die Forderung nach Berücksichtigung unterschiedlicher Strahlenempfindlichkeiten war die Streichung der Erklärung, daß sich die Grenzwerte nur auf Erwachsene beziehen. Die Werte blieben jedoch die gleichen (10.2, S.9)

Die Strahlenschutzverordnung findet Anwendung auf den Betrieb von kerntechnischen Anlagen und den Umgang mit radioaktiven Stoffen. Sie soll und kann aber nicht allgemein die Bevölkerung vor Bestrahlung schützen, der sie durch Unfälle wie in Tschernobyl ausgesetzt ist. Für solche Fälle, in denen die Belastung der Bevölkerung zwar noch im sogenannten Niedrigdosenbereich liegt, aber deutlich über der von der Strahlenschutzverordnung erlaubten, gibt es keine Be-

stimmungen. Deshalb gab es bis jetzt auch noch keine Grenzwerte für Nahrungsmittel. Es ist den einzelnen Gesundheitsämtern und anderen zuständigen Behörden überlassen, diese festzulegen und Empfehlungen zum Umgang mit verseuchten Lebensmitteln und zum Verhalten der Bevölkerung zu erlassen. Diese haben dann auch einen nicht zu verbindlichen Charakter, um die Behörden vor Schadensersatzforderungen z.B. der geschädigten Bauern zu schützen.

Die "Dosisrichtwerte für das Einleiten akuter Notfallmaßnahmen" liegen erst bei 25 - 100 rem Belastung bei kurzem Aufenthalt im Freien. Erst dann soll die Bevölkerung informiert werden, bei mehr als 100 rem soll evakuiert werden.

7.4 Behördliche Überwachung von Grenzwerten

Da der behördlichen Überwachung nunmehr allein die Luft-, Wasser- und Boden-aktivität unterliegt, würden wir erwarten, daß für diese Bereiche folgendes gewährleistet ist:

- A) Es werden optimale Kontrollvorrichtungen geschaffen (z.B. ausreichende Menge von Meßstationen; über die Güte der Einzelmesung bestehen fast nie unterschiedliche Ansichten)
- B) Die Überwachungsmessungen erfolgen regelmäßig in kurzen Zeitäbständen.
- C) Überschreitungen von Grenzwerten werden analysiert; Maßnahmen zur Wiederholungsvermeidung werden getroffen.

Die Ergebnisse einer Reihe von Berichten über amtliche Umgebungsüberwachungen bei AKW's zeigen jedoch, daß z.T. keiner dieser drei Punkte von den zuständigen Behörden ausreichend im Sinne eines vorschriftsmäßigen Strahlenschutzes erfüllt wird.

Im Gegenteil: Es wird im folgenden dargestellt, wie von der Überwachungsbehörde Grenzwerte falsch angegeben werden; im Falle einer Überschreitung der Grenzwerte diese Grenzwerte einfach durch Beschuß des Ministeriums erhöht werden; bei Feststellung erhöhter Radioaktivität die Meßprogramme so verändert werden, daß in Zukunft eine erhöhte Radioaktivität nicht mehr feststellbar sein wird.

Aufstellung der Unzulänglichkeiten und Verstöße:

Zu A)-Kontrollvorrichtungen im Umkreis von AKW's (sog. Dosimeter) sollen Meßwerte zur Berechnung der Ganzkörperstrahlenbelastung einer Bevölkerung liefern. Von der Gesamtbelastung messen die Dosimeter hingegen nur die äußere Strahlenbelastung. Die innere Strahlenbelastung durch die Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Luft, dem Trinkwasser und den Nahrungsmitteln werden nicht gemessen (10.3, Seite 7).

-Die Messungen im Jahresbericht 1975 zur Luftaktivität im Bereich des Kernforschungszentrum Karlsruhe (KFZ) wurden nur an einem Punkt durchgeführt. Dort ergaben sich die gemessenen Erhöhungen von Radioaktivität (über den entsprechenden Grenzwert) vermutlich nur dann, wenn der Wind vom Abluftkamin des Reaktors zu der Meßstelle wehte (10.4, Seite 21).

Zu B)-Meßproben von Wasserpflanzen wurden in angrenzenden Gewässern (dem Neckar am AKW Obrigheim) nur einmal im Jahr (Sept.1975) entnommen, noch dazu im Herbst, einer Zeit relativ geringer Vegetation. Bei den monatlichen Kontrollen in den Jahren 1972 bis 1974 wurde gefunden, daß die Anreicherung künstlicher Aktivität in den Wasserpflanzen von Monat zu Monat sehr stark schwankte. Dieser Umstand wies auf eine schubweise und nicht kontinuierliche Abgabe radioaktiver Abwässer aus dem KKW hin.

Dennoch wurde das Meßprogramm so verändert, daß ab 1.1.1975 nur noch halbjährlich gemessen werden sollte (10.5, Seite 14).

-Messungen am Einlauf der Abwasserleitung und im Altrhein in der Nähe des KFZ erfolgten 1975 nur vierteljährlich, stellten also jeweils nur Zufallsmessungen dar und geben keinen Aufschluß darüber, wieviel Aktivität nun tatsächlich abgegeben wurde.

-Der Jahresbericht 1975 für das KFZ gibt Überschreitungen der zulässigen Tritiumkonzentrationen (=radioaktiver Wasserstoff) im Regenwasser um den Faktor 2000 - , in den drei Luftproben um den Faktor 5000 - 100 000 an. Dies sei wiederholt gemessen worden; doch wann dies geschah (Zeitraumangabe) ist aus dem Bericht nicht zu entnehmen (10.6, Seite 26).

Zu C)-In den Jahresberichten 1972 - 1975 für das KFZ werden die Grenzwerte über Konzentrationen radioaktiver Stoffe in öffentlichen Gewässern um den Faktor 10 zu hoch, also falsch angegeben (10.7, Seite 27).

-Als im Jahre 1972 durch höhere Radioaktivitätsabgaben mit dem Abwasser aus dem KFZ im nächsten öffentlichen Gewässer erhöhte Aktivitätsabgaben festgestellt wurden, reagiert die Genehmi-

gungsbehörde in Baden-Württemberg mit einer Erhöhung der Grenzwerte anstatt mit einer Beschränkung der Radioaktivitätsabgaben. Sowohl die alte als auch die neue Strahlenschutzverordnung räumen der zuständigen Behörde diese Möglichkeit für den Einzelfall ein, obwohl in den Verordnungen jegliche Definition fehlt, ab wann bei einer Erhöhung der Grenzwerte mit einer Gefährdung einzelner oder der Allgemeinheit gerechnet werden muß (10.8, Seite 30).

-Einige Zwischenfälle wie z.B. die Kontamination des Erdreichs durch radioaktive Flüssigkeit oder das Freiwerden von sehr gefährlichen Jod-131 und Jod 133 im KFZ werden im Jahresbericht 1973 des Forschungszentrums gar nicht erwähnt (10.9, Seite 33)

7.5 Wer ist die Strahlenschutzkommission?

Seit 12 Jahren gibt sich die Atomgemeinde in der Strahlenschutz-Kommission (SSK) ihre eigenen Normen. Schon 3 Wochen nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl verkündeten die Experten in Bonn: Langzeitschäden aufgrund der unerwünschten Strahlenwolke aus der Ukraine sind nicht zu befürchten, zusätzliche Grenzwerte, etwa für Fleisch oder für andere radioaktive Substanzen als Jod 131 und Cäsium 134/137 sind nicht notwendig. Keine Gefahr also, so jedenfalls sehen es die 16 obersten Strahlenschützer der Republik, die sich und die von ihnen gebildete Strahlenschutz-Kommission damit gleichzeitig von ihrem kurzen, aber heftigen Auftritt auf der Bonner Bühne verabschiedeten, indem sie ihren vielen Entwarnungen noch eine letzte hinterherschoben.

Seit 1974 trifft sich der Kreis aus Nuklear-Medizinern, Strahlenbiologen und verwandten Fachdisziplinen regelmäßig, um, so die Satzung, "den Bundesminister des Innern in den Angelegenheiten des Schutzes vor den Gefahren ionisierender Strahlung zu beraten". Herauskommen "Empfehlungen", die im Bundesanzeiger veröffentlicht und in der Regel per Verordnung auch rechtskräftig werden. "Unabhängig und an Weisungen nicht gebunden" sollen sie sein, die Experten, auch das steht in der Satzung. Und eben das ist es, was viele Kritiker bezweifeln.

Stoff haben sie genügend. Nicht nur, daß es das Ministerium selbst ist, das die Mitglieder des Gremiums mit dem abschreckenden Kürzel "SSK" beruft, zudem, so monierten Atomkraft-Kritiker schon vor Jahren, ist die Mitgliedschaft auch an die positive Grundeinstellung zur Kernenergie gebunden. Automatisch, muß man hinzufügen, denn als Kapazitäten zählen vor allem die altgedienten Strahlenschützer der kerntechnischen

Forschungszentren der Republik. Und so liest sich die Liste der SSK-Professoren wie die einer Delegierten-Versammlung all jener Institute, deren ureigenster Zweck die Förderung der Atomstrom-Produktion ist: Kernforschungszentrum Karlsruhe, Kernforschungsanlage Jülich, Gesellschaft für Strahlenforschung Neuherberg, Hahn-Meitner-Institut Berlin, Physikalisch-Technische Bundesanstalt und TÜV Rheinland. Allein diese aus Steuergeldern finanzierten Hochburgen der bundesdeutschen Atom-Gemeinde stellen acht der 16 Kommissionsmitglieder. Ihnen zur Seite stehen acht Professoren aus dem universitären Bereich und dem Bundesgesundheitsamt. Also wenigstens eine halbe Unabhängigkeit? Wohl kaum, denn mindestens vier Experten dieser unabhängigen Kommissions-Hälfte haben sich ebenso wie ihre Kollegen der "friedlichen Nutzung der Kernenergie" verschrieben. Warum sonst hätten die Professoren Neider (Berlin), Aurand (Berlin), Feldt (Hamburg) und Oberhausen (Hamburg) im November 1975 eine Petition an den Bundestag richten sollen, in der sie - warnend vor der damals aufkommenden Anti-Atom-Bewegung - die Kernenergie als "notwendig und verantwortbar" bezeichneten?

All das wäre kein Problem, wäre nicht gerade die Einschätzung der Strahlengefahr ein wissenschaftliches Feld, das wie kaum ein anderes von Unsicherheiten, Wahrscheinlichkeiten und Hochrechnungen geprägt ist. Eindeutige Unschädlichkeitsgrenzen existieren nicht und können auch nicht per Expertenbeschuß dekretiert werden.

Das aber weigern sich stets alle Freunde und Förderer der Kerntechnik wahrzunehmen, weil, so einer der wenigen in die Interna der Kommission eingeweihten Kritiker, dies auch ein "psychologisches Problem" sei. Gemeint ist die Bunker-Mentalität, die unter dem äußeren Druck der Anti-Atom-Bewegung über Jahre herangewachsen ist. Nicht umsonst hat sich der Begriff "Atomgemeinde" für all die Wissenschaftler und Techniker eingebürgert, für die eine friedliche Nutzung der Energie aus dem gespaltenen Atom einfach eine so grandiose Idee ist, daß sie durch bloße Risiko-Überlegungen nicht aufgehalten werden darf. Und liest man ihre Fachpresse, so lugt zwischen den Zeilen nur zu oft dieser quasi-religiöse Charakter der Atom-Idee hervor, nicht eben eine Garantie für Entscheidungen über Risiken, die des breiten Konsens bedürfen. Trotzdem aber setzen die verantwortlichen Minister seit zwölf Jahren auf immer den gleichen wissenschaftlichen Dunstkreis, um sich beraten zu lassen.

Als eben dieser vor drei Wochen begann, nicht mehr hinter den Kulissen, sondern auf offener Bühne zu agieren, wurde offenbar, daß derlei Einseitigkeit auch für Politiker gefährlich werden kann.

Wen, außer der zuständigen Kommission, so fragte Ministerin Süßmuth im Bundestag ihre Kritiker, hätte sie denn sonst fragen sollen, was angesichts drohender Strahlengefahr zu tun sei, und meinte, sich damit verteidigen zu können. Statt dessen erntete sie Gelächter und mußte sich damit abfinden, daß die Unglaubwürdigkeit der Kommission fortan auch für sie galt. Trotzdem widersetzte sie sich erst einmal der Forderung, die Berufungsmethoden der Kommission zu ändern. Ländervertreter oder gar, wie die Grünen forderten, Vertreter der Umweltverbände und Gewerkschaften will sie in dem Gremium nicht sehen.

Möglich, daß sie und ihr Kabinettskollege Zimmermann deshalb noch mehr Schwierigkeiten mit den Strahlenschützern bekommen werden. Diese planen schon seit längerem eine gründliche Reform der Strahlenschutz-Verordnung. Ziel: Die Veränderung der Berechnungsmethoden für die Belastung des Menschen durch Radioaktivität, die dann um bis zu 90 Prozent niedriger ausfällt als nach bisheriger Rechnung. Der Strahlenstreit wird weitergehen.

gekürzt nach: taz vom 23.5.86, H.Schumann

Literatur für Kapitel 6

- (1) BEIR-Report (siehe Seite (3))
- (2) I.Schmitz-Feuerhake, Gutachten über die gesundheitliche Gefährdung durch radioaktive Strahlung, Bremen 3.3.1977
- (3) Mancuso,T.F., Stewart,A., Kneale,G.: Radiation exposures of Hanford workers dying from cancer and other causes
Health Physics 33 (1977) 369
- (4) Weckesser,A., Institut für Reaktorsicherheit. IRS Fachgespräch:
Betriebserfahrungen in Kernkraftwerken. Köln 1975
- (5) Strohm,H., Friedlich in die Katastrophe, Hamburg 1976
- (6) Schmitz-Feuerhake und K. Bätjer, Universität Bremen, Zur 19.
Jahrestagung der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte.
Essen, 2./3. Juni 1978
- (7) Strahlenschutzverordnung vom 13.10.1976
- (8) Weish und Gruber, Radioaktivität und Umwelt, Stuttgart 1975
- (9) Autorengruppe des Projektes SAIU an der Universität Bremen,
Zum richtigen Verständnis der Kernenergie, Bremen 1975
- (10) Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz an der Universität Heidelberg,
Radioaktive Kontaminationen in der Umgebung kerntechnischer
Anlagen, Heidelberg 1976

8. KATASTROPHEN- UND ZIVILSCHUTZ

EINE MÖGLICHE HILFE ?

In der BRD wird der Katastrophenschutz auf Länderebene geregelt. Das Zivilschutzgesetz, das im Verteidigungs- (sprich: Kriegs-) Fall zur Anwendung kommen soll, baut mit seinen Richtlinien auf denen des Katastrophenschutzes auf und gilt bundesweit. Es wurde im November 1984 neu verabschiedet. Genaue Katastrophenschutzpläne für AKW-Unfälle sind bisher kaum veröffentlicht.

Kurz nach der Katastrophe von Tschernobyl forderte der Präsident der Ärztekammer, Karsten Vilmar, den weiteren Ausbau des Katastrophenschutzes und verstärkte Fortbildung der Ärzteschaft für den Katastrophenfall. Wie eng aber die Grenzen medizinischen Handelns in einem solchen Katastrophenfall sind, soll an folgenden Beispielen verdeutlicht werden:

1. Es gibt keine Pille gegen Radioaktivität. Galt noch vor kurzem die Einnahme von Jodtabletten als Schutz vor den Gefahren eines AKW-Unfalls, so wurden jetzt die Bürger von denselben Experten gewarnt. Jodtabletten müssen Stunden vor dem Eintreffen der radioaktiven Wolke eingenommen werden, können bei unsachgemäßer Einnahme große Nebenwirkungen haben, und sie helfen, wenn überhaupt, nur gegen die Einlagerung eines radioaktiven Spaltproduktes (Jod 131) in der Schilddrüse.
2. Einen breiten Raum nimmt in den Katastrophenschutzplänen die Dekontaminierung/Entseuchung ein. So empfiehlt Professor Graul vom Strahlenschutzinstitut an der Uni Marburg langanhaltendes Waschen und kräftiges Bürsten mit weichen Nylonbürsten zur Entseuchung der Haut. Aussichtsreich erscheine auch, "Heftpflaster oder Tesafilm auf die Haut zu kleben, um dann die einzelnen Hornschichten nach Art der Abrißmethode zu entfernen". Bei hochgradiger Verseuchung empfiehlt er, den verseuchten Bezirk total herauszuschneiden. Das im Katastrophenfall vorgesehene 3-Minuten-Duschbad kann also bestenfalls als Beruhigungsmittel dienen.
3. Noch schwieriger wird es mit dem Entseuchen inkorporierter (in den Körper gelangter) Radionuklide, die bekanntlich in bestimmten Organen angereichert werden (siehe Seite 17 ff). Zwar gibt es Mittel, die z. B. Strontium 90 im Darm binden, so daß es mit

dem Stuhl ausgeschieden wird, jedoch müßten diese unmittelbar nach Aufnahme der Nuklide verabreicht werden. Eine spätere Anwendung ist zwecklos, da dann das Strontium über die Blutbahn in die Knochen gelangt ist. Bei einer Verseuchung der Nahrungsmittel und somit täglichen Strontiumaufnahme wird deutlich, wie ineffektiv dieses Mittel ist. Ebenso sind die propagierten Mittel, die bereits in die Blutbahn gelangte Nuklide binden sollen, (sog. Chelatbildner: z. B. Diäthylentriaminpentaaacetat) in der breiten Anwendung ungeeignet, da die Nebenwirkungsrate sehr hoch ist. Es wird deutlich, eine Entseuchung ist nicht möglich.

4. Liegt die aufgenommene Strahlendosis über 200 rem, kommt es zur Strahlenkrankheit mit ihrem vorprogrammierten Verlauf (siehe Seite 46). Eine kausale Therapie gibt es nicht.

Katastrophenmediziner stellen die Knochenmarktransplantation (KM-T) als eine aussichtsreiche Therapie dar. Im Katastrophenfall ist diese jedoch wenig praktikabel, da die KM-T ein sehr aufwendiges und wenig erprobtes Verfahren ist. Geeignete Spender müssen zur Verfügung stehen, nicht nur die Blutgruppen müssen übereinstimmen, sondern auch gewebespezifische Faktoren müssen zwischen Spendern und Empfängern identisch sein. Selbst wenn dieses gegeben ist, tritt nicht selten eine Abstoßungsreaktion auf.

Die KM-T bleibt ein aufwendiger und verzweifelter Versuch, eine kleine Gruppe Strahlenkranker zu retten.

Eine effektive medizinische Hilfe kann es bei einem AKW-Unfall selbst unter optimalen Bedingungen nicht geben, sowohl bei der Entseuchung als auch bei der Behandlung der Strahlenkrankheit.

In dem vom Bundesminister des Inneren 1981 herausgegebenen Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall wird deutlich, daß die wesentliche Aufgabe der Mediziner in der Sichtung und Selektion der Schwerkranken liegen wird.

Tschernobyl hat alle Befürchtungen in tragischer Weise bestätigt. Entseuchung, Evakuierung, Knochenmarktransplantationen, all diese Maßnahmen sind kaum mehr als ein hilfloses Aufbäumen gegen eine schreckliche Katastrophe. Es gibt nur eine Hilfe: den Ausstieg aus der Atomenergie.

9. WARUM DIE BUNDESÄRZTEKAMMER DIE GEFAHRLICHKEIT RADIÖAKTIVER STRAHLUNG VERLEUGNET

Im Deutschen Ärzteblatt erschien im Oktober 1975 eine offizielle Stellungnahme der Bundesärztekammer (BÄK) zum Thema "Gefährdung durch Kernkraftwerke".

Verfaßt wurde sie - nach dreijähriger Arbeit - von einem Ausschuß des wissenschaftlichen Beirates der BÄK.

Abschließend stellte der Ausschuß fest:"daß die Strahlenbelastung der Bevölkerung bei dem Betrieb von Kernkraftwerken unter Normalbedingungen mit einem zu vernachlässigenden Risiko verbunden ist, so daß weder im Hinblick auf das Schicksal des Einzelnen noch vom sozialhygienischen Standpunkt aus von einer Gefährdung gesprochen werden kann."und:"Da Kernkraftwerke durch die Abgabe sehr geringer Mengen an radioaktiven Stoffen die Strahlenexposition in der Umgebung praktisch nicht erhöhen, andere negative Einflüsse auf die Umwelt nicht zu erkennen sind, gelten Kernkraftwerke heute als in hohem Maße umweltverträglich ..." (1)

Der Ausschuß setzte sich folgendermaßen zusammen:

5 Techniker, 4 Mediziner, 1 Naturwissenschaftler, 1 Jurist.

Prof.Dr.Dr.E.H.Graul -Leiter des Ausschusses (Radiologe)
Marburg

Prof.Dr.K.A.Spaand -Abt.Direktor am Bundesgesundheitsamt
Berlin

Dipl.Phys.F.L.Franzen -Leiter des Institutes für Reaktorsicherheit
der TÜVs in Köln

Dr.Ing.C.Lindackers -Direktor beim TÜV-Rheinland, Köln

Prof.Dr.O.Hug. -Leiter des Strahlenbiologischen Instituts
München

Dr.H.Krause -Chemiker der Abteilung Kernreaktorsicherheit
des Kernforschungszentrums (KFZ)
Karlsruhe

Dr.med.G.Möhrle -Leiter der strahlenmedizinischen Abt.am KFZ
inzwischen Werksarzt bei der Badenwerk AG
Karlsruhe

Prof.Dr.rer.nat.A.Schraub-Institut für Biophysik am Strahlenzentrum
der Uni Gießen

Dr.A.Spaang -Chemiker, Abteilungsbevollmächtigter bei
Siemens, inzwischen bei der KWU, Erlangen.

Dr. Stauber -Physiker, Abt. Sicherheitstechnik bei der AEG
inzwischen bei der KWU, Frankfurt

Dr. jur. K.J. Günther -Jurist, Marburg

Drei Ausschußmitglieder sind bei Unternehmen beschäftigt, die an der Kernenergie verdienen:

Spang/Schrauber -Kraftwerksunion (KWU) der größte Hersteller von Atomreaktoren in der BRD.

Möhrle -Badenwerk AG, Großerzeuger von Elektrizität, verhinderter Bauherr des AKW in Wyhl etc.

Zwei Ausschußmitglieder sind beim TÜV beschäftigt, Franzen/Lindackers

-Der TÜV ist bekanntlich ein privatrechtlicher Verein, dessen Vorstände zum größten Teil aus Vertretern der Großindustrie bestehen. Dazu einige Beispiele:

-Dr. Rudolf Meister ist Vorstandsmitglied des TÜV-Norddeutschland (1974 Vorstandsvorsitzender); außerdem ist er im Vorstand der Hamburgischen Elektrizitätswerke (HEW) und Aufsichtsratsvorsitzender der Atomkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel. Einen weiteren Posten als Aufsichtsratsvorsitzender hat er bei der TÜV eigenen Gesellschaft für Reaktorsicherheit.

-Der TÜV-Vorstand Erhard Keltsch ist im Vorstand der Nordwestdeutschen Kraftwerke AG und Aufsichtsratsvorsitzender des AKW Stade.

Andererseits: TÜV-Ingenieur Jens Pommerenke vom TÜV-Norddeutschland wurde mit der Begründung entlassen "seine Handlungsweise" - nämlich die Teilnahme an der Kundgebung gegen das AKW Brokdorf am 30.10.76 -"sei geeignet die Neutralität und Unabhängigkeit unserer Sachverständigen in Zweifel zu stellen." (2)

Weitere Ausschußmitglieder sind durch ihre berufliche Stellung mittelbar an dem Ausbau der Kernenergie interessiert. (Krause) Durch die intensive Beteiligung staatlicher Organe und die starken Kapitalbeteiligungen des Bundes und der Länder an Projekten der Kernenergie muß die Objektivität und Unvoreingenommenheit auch der Staatsvertreter und Uni-Professoren sehr angezweifelt werden (Aurand/Schraub).

Hierzu die Österreichische Ärztezeitung :

"...eine Bewertung durch Mediziner und Biologen, die bei industriebeherrschten Atomgremien hauptamtlich angestellt und somit von ihnen finanziell abhängig sind, kann nicht als unbeeinflußt objektiv angesehen werden." (3)

Spätestens an diesem Punkt ist es notwendig, daß wir die Frage der Glaubwürdigkeit oder Wissenschaftlichkeit anschneiden.

Durch Auswahl von günstigen Ergebnissen beziehungsweise verschwiegen weniger günstiger Erkenntnisse wird sowohl von Seiten der Industrie wie auch des Staates eine Halbinformation der Bevölkerung erreicht, die in ihrem Ergebnis von verlogener Propaganda nicht mehr zu unterscheiden ist. In Anbetracht der staatlichen (und auch gewerkschaftlichen) Verfilzung mit den Interessen der kerntechnologischen Industrie und unter Berücksichtigung der riesenhaften Geldbeträge, die bei diesen Projekten im Spiel sind, müssen sämtliche Informationen einer besonders kritischen Prüfung unterzogen werden.

Über die Experten des Ausschusses schreibt das Deutsche Ärzteblatt in der Einleitung zur Stellungnahme:

"Diese haben während der drei Jahre nicht nur zum Teil intensiv mit sogenannten Kernkraftwerksgegnern diskutiert, sondern auch bei international bekannten Experten Informationen zum Thema eingeholt und auch das einschlägige wissenschaftliche Schrifttum ausgewertet."

(1) (Hervorhebung durch den Verf.)

Bezeichnend für die erfolgte Auswertung des "einschlägigen wissenschaftlichen Schrifttums" ist, daß ungünstige Ergebnisse entweder völlig verschwiegen werden, oder angenommen wird, daß diesen Problemen von "zuständigen Stellen wie bisher Rechnung getragen wird." (1)

Völlig unerwähnt bleiben:

- daß die Schwellenwertannahme (die Annahme der Unschädlichkeit niedriger Dosen) unhaltbar geworden ist;
- daß strahlungsbedingte Krankheiten über lange Zeit verborgen bleiben und daher umfassende Untersuchungen noch nicht in der erforderlichen Zahl vorliegen;
- daß das Auftreten von Schäden auch auf die natürliche Strahlenbelastung zurückzuführen ist. Deshalb kann eine der natürlichen Strahlenbelastung entsprechende Menge künstlicher Strahlung nicht einfach als ungefährlich bezeichnet werden.

Unberücksichtigt bleiben ferner:

- daß sich künstliche Radionuklide über Nahrungsketten und in einzelnen Organen anreichern;
- daß die Strahlenempfindlichkeit von Kindern und Ungeborenen erheblich höher ist als die von Erwachsenen;
- daß genetische Schäden in größerem Umfang erst nach mehreren Generationen auftreten werden;

-daß die Erforschung von Synergismen (Kombinationswirkungen) von Radionukliden und "konventionellen" chemischen Schadstoffen noch in den Kinderschuhen steckt. (4)

Dagegen "weiß" der Ausschuß einiges, um das ihn Politiker und sogar die beteiligten Industrieunternehmen wahrscheinlich glühend be-neiden, nämlich:

"Der in Kernkraftwerken anfallende feste radioaktive Abfall kann bei Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen so transportiert und endgelagert werden, daß dadurch eine Strahlenexposition der Bevölkerung auszuschließen ist." (1)

Oder: "Der Ausschuß stellt ferner fest, daß die Behandlung radio-aktiver Abfälle, wie sie beim Betrieb von Kernkraftwerken anfallen, keine Strahlengefährdung der Bevölkerung darstellt." (1)

In der Stellungnahme des Ausschusses nimmt die Wahrscheinlichkeitsrechnung über den Eintritt des (Super-) GAU (Größter Anzunehmender Unfall) einen ziemlich breiten Raum ein, wobei er mit den Wahrscheinlichkeiten von Verkehrsunfällen, Erdbeben etc. verglichen wird. Dazu ist nur zu sagen, daß die zitierten Wahrscheinlichkeiten der Verkehrsunfälle anhand von tatsächlich erfolgten Unfällen festgestellt wurden, während wir - Gott sei Dank - mit dem SuperGAU noch keine Erfahrungen sammeln konnten und seine Eintrittswahrscheinlichkeit nach rein theoretischen Überlegungen bestimmt wurde.

Damit ist auch über den tatsächlichen Zeitpunkt des Eintritts der Katastrophe nichts ausgesagt.

Gerade weil 1975 noch nicht abzusehen war, wie stark der Protest gegen die Atomtechnologie zunehmen werde, kann die "wissenschaftliche Arbeit" des Ausschusses der BÄK nur als verantwortungsloser Versuch der Verharmlosung bezeichnet werden, wobei die Verantwortung der Ärzteschaft gegenüber der Bevölkerung mit Füßen getreten wird.

Die BÄK hat es bis heute nicht für nötig befunden ihre Aussagen zu überprüfen und richtigzustellen - und das trotz massiver Proteste von Seiten vieler Ärzte!

NACHWORT

In unserer Broschüre haben wir gezeigt:

Atomkraftwerke gefährden die Gesundheit von uns allen.

Sie geben radioaktive Stoffe und damit Strahlung ab,

- die Menschen früher altern lässt,

- die Krebs hervorruft,

- die Ursache für Totgeburten und mißgebildete Kinder ist

- und die in einem noch nicht zu übersehenden Ausmaß zu

Erbschäden führt.

Einen individuellen Schutz gegen radioaktive Strahlung gibt es nicht!

Dennoch geht der Marsch in den Atomstaat ungehemmt weiter. Von 1976 bis 1986 stieg der Anteil an Atomstrom von 1,6% auf 36%. Die Energiepolitik der Bundesregierung fördert auf Kosten aller anderen Energiearten die Atomenergie. Atomenergie ist künstlich verbilligte Energie, Milliarden von Steuergeldern finanzierten die Forschung und die unvorhergesehenen Folge- und Nebenkosten. Nutznießer dieser Politik sind die beiden größten bundesdeutschen Konzerne - Siemens/KWU, VEBA -, die größten Baukonzerne, die Banken, Chemiekonzerne sowie fast sämtliche staatlichen Energieversorgungsunternehmen (HEW, NWK, Preussag AG, VEW, ...) und deren Töchterunternehmen (DWK, ALKEM, NUKEM, ...).

100 Milliarden sind bislang investiert worden, jetzt wollen die Herren die Gewinne verbuchen, auf Kosten der Gesundheit der Bevölkerung in der BRD und in sogenannten "3-Welt-Ländern" wie Brasilien, Südafrika oder Pakistan.

Leider wiederholen auch viele Betriebsräte der Atomindustrie (vor allem der Aktionskreis Energie) nur die Argumente ihrer Vorstände. Sie starren auf "ihre" betrieblichen Arbeitsplätze und vergessen darüber, ähnlich wie viele Rüstungs- und Chemiebetriebsräte, mögliche alternative Investitionspläne. - Der DGB-Kongress im Mai 1986 in Hamburg offenbarte diese heftige Auseinandersetzung zwischen gewerkschaftlichen Befürwortern und Gegnern der Atomenergie. Unter dem Eindruck von Tschernobyl beschloß der Kongress eine Wende in der Energiepolitik: von der "Koexistenz aller Energieträger" (Beschluß von 1977) zur eindeutigen politischen Entscheidung für einen Ausstieg "so rasch wie möglich". Zudem sprachen sich die Delegierten "gegen die Inbetriebnahme des Schnellen Brüters in

Kalkar" und die "großindustrielle Wiederaufbereitung, wie Wackersdorf geplant," aus (taz vom 30.5.86).

Bis heute gibt es weder ein erprobtes Konzept für die "Endlagerung" noch eine funktionierende Wiederaufbereitungsanlage für abgebrannte Brennelemente aus AKW's, die mit angereichertem Uran arbeiten. D.h. die Atomkraftwerke produzieren immer mehr Müll, und keiner weiß, wohin damit. Die Projekte in Gorleben und Wackersdorf spielen deshalb eine Schlüsselrolle im Atomkonzept der Bundesregierung - der Plutoniumrückgewinnung und dem Eintritt ins "Zeitalter nationaler Unabhängigkeit" durch plutonium-betriebene Schnelle Brüter. Die geplante Wiederaufbereitung hat funktionell nichts zu tun mit der Atommüllbeseitigung. Der Müll aus AKW's, der bisher angefallen ist, kann wahrscheinlich eher "endgelagert" werden als wiederaufbereiteter Atommüll.

Auch wenn die Herren Kohl, Zimmermann, Riesenhuber sowie die Strahlenschutzkommission das Vertrauen in die staatlichen Verlautbarungen beschwören - angesagt ist unserer Meinung nach das GAM, das Größte Anzunehmende Mißtrauen gegenüber Äußerungen staatlicher Atomenergiebetreiber.

ALLEIN UNSERE AKTIVITÄT SCHÜTZT UNS VOR NOCH MEHR RADIOAKTIVITÄT !!

Literatur für Kapitel 9

- (1) Deutsches Ärzteblatt, Heft vom 9.10.1975 S.2821-2824
- (2) Hamburger Morgenpost vom 10.12.76
- (3) Österreichische Ärztezeitung, 1970, Heft 20, S.2430
- (4) Gefährdung durch Kernkraftwerke, Denkschrift der Ärztekammer:
Propaganda für wen ?
AG Medizinische Soziologie Münster , März 1976

ANHANG-PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN

Im folgenden Abschnitt sollen einige Grundbegriffe geklärt werden, die in der Diskussion um die Kernenergie immer wieder auftauchen und die zu ihrem Verständnis notwendig sind.

Um zu verstehen, was Radioaktivität eigentlich ist, müssen wir zunächst einen Einblick in den Aufbau der Atome gewinnen :

Auf der Erde gibt es Hunderttausende verschiedener Stoffe. Darunter gibt es etwa 100 Grundstoffe oder Elemente. Elemente sind z.B.

Kohlenstoff, Sauerstoff, Eisen. Die meisten Stoffe sind jedoch Verbindungen. Sie sind aus jeweils zwei oder mehreren Elementen zusammengesetzt. Zwei Beispiele : Verbinden sich die Elemente Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnis 1:2 miteinander, so entsteht ein neuer Stoff - Wasser. Oder: eine Verbindung aus den Elementen Chlor und Natrium ergibt Kochsalz.

So lassen sich also alle Stoffe auf der Erde auf eine begrenzte Anzahl von ca. 100 Elementen zurückführen.

Die Elemente wiederum sind aus winzigen Teilchen zusammengesetzt, die man Atome nennt. Aber auch das Atom ist noch nicht die kleinste vorstellbare Einheit. Es ist aus kleinen Bausteinen, den Elementarteilchen, zusammengesetzt. Die folgende Vorstellung vom Aufbau der Atome ist nur ein Modell, das den "wirklichen" Aufbau sehr stark vereinfacht wiedergibt. Dieses Modell genügt jedoch, um die für uns wichtigen Probleme zu erklären und zu verstehen.

Die drei Grundbausteine sind:

- 1.) das NEUTRON vorstellbar als winzige Kugel
- 2.) das PROTON eine elektrisch positiv geladene ebenso kleine Kugel von der Größe und dem Gewicht eines Neutrons
- 3.) das ELEKTRON ein elektrisch negativ geladenes Kügelchen, 2000 mal kleiner als das Neutron- oder Proton (Verhältnis etwa Fußball zu Kirschkern; obwohl es die gleiche Ladungsstärke wie das Proton hat, hat es praktisch kein Gewicht).

Geladen bedeutet, daß ein Teilchen auf ein Elektron eine abstoßende oder anziehende Kraft ausübt. Es gibt also zwei verschiedene Kräfte (Ladungen), die man als positive und negative Ladungen bezeichnet. Teilchen mit gleicher Ladung stoßen sich ab, bei entgegengesetzter Ladung ziehen sie sich an. Sind in einem "Topf" gleichviel positive und negative Ladungen, können die Ladungen nicht mehr nach außen wirken, sie haben sich neutralisiert.

Aus den drei genannten Teilen sind nun die Atome zusammengesetzt. Sie bestehen aus einem Haufen von Neutronen und Protonen, dem sogenannten Atomkern.

Um diesen Atomkern kreisen im großen Abstand Elektronen, die die sogenannte Atomhülle bilden.

Befinden sich in der Hülle genauso viele Elektronen wie Protonen im Kern, so ist das Atom nach außen hin neutral (s.o.), da ja zu jeweils einem Elektron ein Proton (= ein Paar) existiert. Sind zuviele Elektronen in der Hülle, so wirkt das Atom nach außen negativ, sind es zu wenige, so wirkt es positiv geladen.

Ein geladenes Atom wird Ion genannt.

Atome, die im Kern die gleiche Protonenzahl haben, besitzen auch gleiche chemische Eigenschaften (z.B. Geruch, Bindungsfähigkeit mit anderen Stoffen) und bekommen daher denselben Elementnamen.

z.B. Wasserstoff (H) Kohlenstoff (C) etc.

Die Elemente werden nach der Zahl der Protonen im Atomkern geordnet. Atome des selben Elements können eine unterschiedliche Anzahl Neutronen besitzen.

Atome mit gleicher Protonen- aber unterschiedlicher Neutronenzahl heißen Isotope eines Elements.

Um ein Isotop eindeutig zu kennzeichnen, ist es nötig, zum Elementnamen auch noch die Teilchenzahl anzugeben. Die Teilchenzahl setzt sich aus der Zahl der Protonen und Neutronen zusammen.

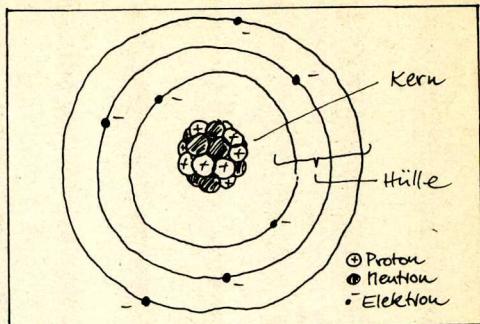
Diese Teilchenzahl wird auch Massenzahl genannt, da der Atomkern praktisch die Gesamtmasse (Gewicht) des Atoms darstellt und die Elektronen im Vergleich zu den Protonen und Neutronen kaum Masse besitzen ("nichts wiegen").

Als Beispiel die Isotope des Wasserstoffs (H):

H-3, der Kern besteht aus einem Proton und zwei Neutronen, er hat die Massenzahl 3. (Tritium)

H-2, der Kern besteht hingegen aus einem Proton und einem Neutron und hat die Massenzahl 2. (Deuterium)

H-1, der Kern besteht nur aus einem Proton



Nun sind zwar alle denkbaren Kombinationen von Neutronen und Protonen im Kern möglich, jedoch sind sie nicht alle in der Natur vorhanden, und es werden Isotope gefunden, die instabil sind, also im Laufe der Zeit zerfallen.

Hierzu stellt man sich vor, der Atomkern sei eine Diskussionsrunde mit mehreren Teilnehmern unterschiedlicher Meinung und es kommt zu harten Auseinandersetzungen. Der Kreis hat mehrere Möglichkeiten sein Problem zu lösen:

- 1.) Er lässt das heiße Thema fallen, das ihn so erregt.
- 2.) Er überzeugt den Hauptstörenfried und bekehrt ihn zu einer Meinung, ändert also dessen Position.
- 3.) Er trennt sich von dem "störenden" Teil.

Bei einem Atomkern ist das ähnlich. Was ihn bewegt - instabil macht - ist ein Zuviel an Energie; der Kern schwingt. Dementsprechend hat er vor allem drei Möglichkeiten, sein Problem zu lösen:

- 1.) Er trennt sich von einem Teil seiner Energie (dem Problem) und gibt diese in Form von γ -Strahlung ab. Diese ist mit den Lichtstrahlen vergleichbar, nur daß sie in einem unsichtbaren Bereich liegt und viel energiereicher ist. (Sie durchdringt z.B. Wände).

$\gamma =$
gamma

- 2.) Eines seiner störenden - schwingenden - Teilchen, ein Neutron, wandelt er in ein Proton und ein Elektron um und schmeißt das Elektron raus. (Er hat das Neutron sozusagen zu der Meinung der Protonen bekehrt.) Damit befindet sich jetzt aber ein Proton mehr in dem Kern. Es liegt ein anderes Element vor.

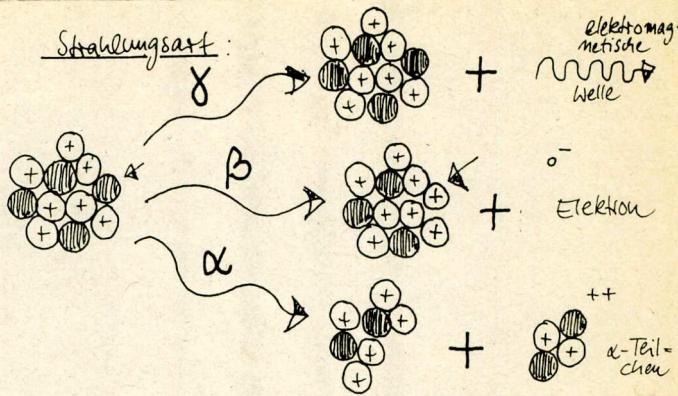
$\beta =$
beta

Das instabile Isotop hat sich umgewandelt und ein Elektron "ausgestrahlt". Man spricht hier von β -Strahlung.

- 3.) Der Kern trennt sich von einer ganzen andersdenkenden Gruppe, in diesem Fall 2 Neutronen und 2 Protonen. Eine solche Gruppe ist schon ein selbstständiger Atomkern und heißt α -Teilchen. Die Strahlung heißt entsprechend α -Strahlung. Das bedeutet, das alte Element ist in ein neues Element und Strahlung (abgestrahltes Teilchen) zerfallen.

$\alpha =$
alpha

- ⊕ Proton
- ⊗ Neutron
- Elektron
- γ = gamma
- β = beta
- α = alpha



Ein instabiles zerfallendes Isotop heißt Radionuklid.

Damit sind drei Arten von Strahlung eingeführt. Die in der Medizin angewandten Röntgenstrahlen verhalten sich wie γ -Strahlen. Wir kommen jetzt zu den Wirkungen von Strahlen.

Alle Dinge unserer Umwelt sind aus Atomen zusammengesetzt. Die Strahlung wirkt nun auf den Atomaufbau ein. Die abgestrahlten α - und β -Teilchen oder die γ -Strahlung treffen mit unvorstellbar hoher Geschwindigkeit auf andere Atome, sie stoßen mit ihnen zusammen.

Dabei kommt es zum Herausschlagen von Elektronen aus der Atomhülle der getroffenen Atome. Ionen werden gebildet. Deshalb heißt diese Strahlung auch ionisierende Strahlung. Diese Ionen können nun auf vielfältige Art mit benachbarten Atomen weiterreagieren, z.B. eine Verbindung eingehen. Diese Verbindungen haben aber in den meisten Fällen ganz andere Eigenschaften als der Ausgangsstoff. Damit sind Schädigungen erzeugt.

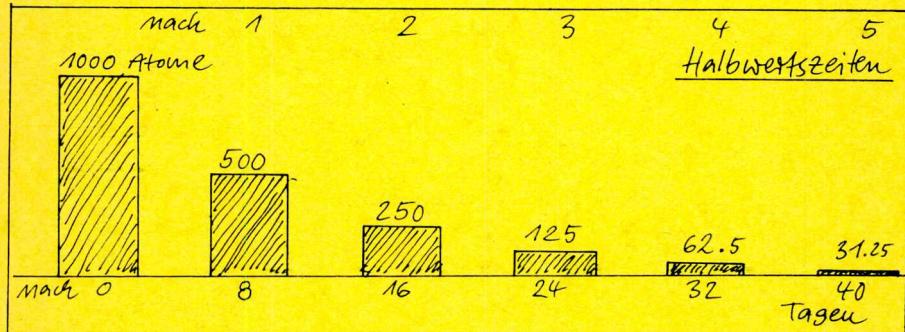
Wieviele Ionen eine solche Strahlung erzeugen kann, hängt von ihrer Art (α -, β -, γ -Strahlung) und ihrem Energieinhalt (das ist die Kraft, der "Schwung" oder Geschwindigkeit) ab. Je größer die Wucht war, mit der Teile aus dem Radionuklid hinausgeschmissen worden waren, umso mehr Ionen können sie bilden. Genauso wie ein Auto beim Aufprall mit 200 km/h mehr Schaden anrichtet als eines mit 20 km/h.

Der Energieinhalt einer Strahlung ist von dem jeweils zerfallenden Radionuklid abhängig. Da es aber auch hier Schwankungen gibt, lässt sich auch für einzelne Radionuklide nur ein Mittelwert angeben.. Deshalb hat man sich bemüht, Maßeinheiten zu finden, mit denen man die Strahlung und die strahlende Materie erfassen kann.

Dazu wurde der Begriff der Halbwertszeit eingeführt; und zwar

kann man feststellen, daß in jeweils gleichen Zeitabständen - eben der Halbwertszeit - die Hälfte einer gegebenen Menge eines Radionuklids zerfallen ist. Diese Halbwertszeit ist für jede Isotopenart unterschiedlich, aber für eine bestimmte Isotopenart immer gleich.

Beispiel: Jod-131 hat eine Halbwertszeit von 8 Tagen. Nehmen wir als Ausgangsmenge 1 000 Atome, so liegen nach 8 Tagen noch 500, nach 16 Tagen noch 250 Atome Jod-131 vor. (usw., usw.)



Die Aktivität gibt dagegen die Zahl der Zerfälle pro Sekunde in einer gemessenen Probe an. Sie wird in Becquerel (Bq) gemessen und auf eine bestimmte Menge, wie z.B. einen Kubikmeter Luft oder einen Liter Flüssigkeit, bezogen. Die frühere Einheit für die Aktivität war Curie 1 Curie (Ci) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq.

Die Aktivität sagt nichts darüber aus, wie schädlich eine Strahlung ist. Die Schädlichkeit ist u.a. davon abhängig, wieviel Ionen die Strahlung bilden kann. Dies gibt die Strahlendosis an. Zum einen kann man angeben, wie groß die Zahl der durch die Strahlung gebildeten Ionen ist - die Ionendosis - in der Einheit Röntgen (R). Eine Strahlendosis von einem Röntgen bildet in einem Kubikzentimeter Luft 2,1 Milliarden Ionen. Zum anderen gibt man an, wieviel Energie die Strahlung an 1 Gramm Materie abgeben kann. Die dazugehörige Einheit ist das Rad, auch Energiedosis genannt.*

Was uns aber letzten Endes interessiert, ist die Wirksamkeit bezogen auf uns, also auf Menschen und andere biologische Strukturen. Bei Untersuchungen stellte sich heraus, daß Strahlungen gleicher Energiedosis aber unterschiedlicher Strahlenart unterschiedliche biologische Wirkungen (Zellschäden) zeigen.

*Anmerkung

Nach den neuen internationalen Einheiten gilt: 1 Joule/kg = 100 Rad

Dies hängt unter anderem davon ab, in welchem Abstand zueinander von einer Strahlung Ionen erzeugt werden, der Ionisationsdichte. Dicht ionisierende Strahlen schädigen die Zelle stärker, da die von Ionen auf kleinsten Raum gesetzten Schäden schwerer zu reparieren sind als die auf einen weiten Raum verteilten.

Für jede Strahlungsart wurde daraufhin in Versuchen ihre biologische Wirksamkeit im Vergleich zu Röntgenstrahlen gleicher Energiedosis bestimmt. Die Maßgröße für die biologische Wirksamkeit ist die Aquivalentdosis mit der Einheit rem (englisch: roentgen-equivalent-man). Für die Röntgenstrahlen setzt man willkürlich fest, daß eine Energiedosis von 1rad eine biologische Wirkung von 1rem hat. Für α -Strahlen z.B. ergaben die Versuche, daß die Energiedosis mit einem Faktor von 15 zu multiplizieren ist, um die entsprechende Aquivalentdosis zu erhalten. Somit haben 2 Rad α -Strahlung eine Wirkung von $15 \times 2 = 30$ rem. Diesen Faktor nennt man die Relative Biologische Wirksamkeit (RBW). Der RBW-Faktor für die einzelnen Strahlenarten ist vorläufig und umstritten, weil er als Durchschnittswert für den Gesamtorganismus festgelegt wurde. Die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit einzelner Organe wird nicht genug berücksichtigt. (Siehe Seite 47)

IMPRESSUM

Arbeitsgemeinschaft Ärztinnen und Ärzte gegen Atomkraftwerke, Hamburg
Kontakt und V.i.S.d.P. Ingeborg Möller, Groß Flottbeker Straße 58f
2 Hamburg 52

Wir unterstützen Sie/Euch gerne mit Informationen über den Inhalt der Broschüre hinaus und im Rahmen unserer Möglichkeiten auch mit Beiträgen für Veranstaltungen u.s.w.

Sammelbestellungen: Christian Ottemeyer, Werkhof Ottensen
Gaußstraße 17 2000 Hamburg 50

Rabatte: ab 10 Exemplaren 2.-DM, ab 100 Ex. 1.50 DM

- | | | |
|---|------------------|--|
| 1. - 13. Tsd. 5 Aufl. 1977-80 | | |
| 14. - 23. Tsd. 6.Aufl. Nachdruck BBA | | |
| 24. - 26. Tsd. 7.Aufl. Nachdruck Berlin 1986 | | |
| 27. - 29. Tsd. 8.Aufl. v.d.Autoren aktualisierte Neuauflage Hamburg Juni 86 | Hamburg, Juli 86 | |
| 30. - 36. Tsd. 9.Aufl. Hamburg Juli 1986 | Eigendruck | |
| | Preis: 2.50 DM | |