

Die Katastrophe von Tschernobyl wird die Gesundheit der Bevölkerung beeinträchtigen. Entgegen taktisch beschönigender Äußerungen, wie sie von Behörden und Politikern zu hören waren, gibt diese Broschüre eine ungeschminkte und ärztlich begründete Bewertung der Folgen mit Ratschlägen zu ihrer Bewältigung.

Eine grundlegende und populäre Einführung in die Risiken der Atomenergie und Erklärungen der wichtigsten Begriffe und Maßeinheiten ergänzen den aktuellen Bericht.



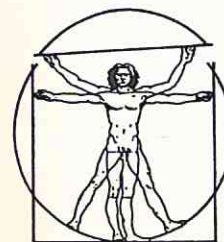
Tschernobyl

Eine Einschätzung der gesundheitlichen Schäden

Postanschrift:

Fraktion Gesundheit, Knesebeckstr.55, 1000 Berlin 15

Die Fraktion Gesundheit vertritt rund 40 Prozent der Berliner Ärztinnen und Ärzte in der Ärztekammer Berlin.



Fraktion *Gesundheit*

in der Ärztekammer Berlin

- GENTRY, J.T.; PARKHURST, E.; BULIN, G.U. Jr.: An Epidemiological Study of Congenital Malformations in New York State; in: American Journal of Public Health, Nr.49 (1959), S.497-513
- GOFMANN, J.W.; GOFMAN, J.D.; TAMPLIN, A.R.; KOVICH, E.: Radiation as an Environmental Hazard. Symp. Fundamental Cancer Research, Houston (1971)
- GRAUL, E.H.; HUNDESHAGEN, H.: Y-90-Organverteilungsstudien unter besonderer Berücksichtigung des autoradiographischen und papierelektrophoretischen Nachweisverfahrens; in: Strahlentherapie 106 (1958), S.405-417
- ICRP, Publikation 9, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Oxford (1965)
- JACOBSEN, L.: Low Dose x-Irradiation and Teratogenesis. Kopenhagen (1968)
- KAPLAN, R.W.: Die Gefährdung der Erbanlagen des Menschen durch Strahlen; in: Naturwissenschaften, Nr.44 (1957), S.433-438
- LAVE, L.B.; LEINHARDT, S.; KAYE, M.B.: Low-level Environmental Radiation and US-mortality, Carnegie Mellon University, WP 19-70-1, revidierte Fassung (1972)
- LILIENTHAL, A.M.: Epidemiological Studies of the Leukaemogenic Effects of Radiation; in: Yale Journal of Biological Medicine, Nr.39 (1966), S.143-164
- LINDACKERS, K.H.: Die Auswirkung sehr schwerer Schäden an Kraftwerken. Vortrag anlässlich der mündlichen Doktorprüfung, Technische Hochschule Aachen (1970)
- LUNDIN, F.E. Jr.; LLOYED, J.W.; SMITH, E.M.; ARCHER, V.E.; HOLADAY, D.A.: A Joint Publication: Mortality of Uranium Rock Mining and Cigarette Smoking 1950-1967; in: Health Physics, Nr.16 (1969), S.571-578
- MACMAHON, B.: Pre-natal x-ray Exposure and Childhood Cancers; in: Journal of National Cancer Institut Nr.28 (1962), S.1173-1191
- MOSKALEV, Y.I. et al.: Experimental Study of Radionuclide Transfer through the Placenta and their Action on the Fetus; in: Symp. Radiation Biological of the Fetal and Juvenile Mammal, Hanford (1969), S.153-166
- MÜLLER, W.A.: Gonad Dose in Male Mice after Incorporation of Strontium-90 in: Nature, Nr.214 (1967), S.931-933
- PETKAU, A.: Effect of Na-22 on a Phospholipid Membrane; in: Health Physics, Nr.22 (1972), S.239-244
- RAJEWSKI, B. et al.: Untersuchungen radioaktiver Partikel aus dem Jahr 1961; in: Atompraxis, Jg.8 (1962), S.237-257
- SCOTT, K.G.; STEWART, E.T.; PORTER, C.D.; SIRAFINEJAD, E.: Occupational x-ray Exposure; in: Archive of Environmental Health, Nr.26 (1973), S.64-66
- STEINITZ, R.: Pulmonary tuberculosis and carcinoma of the lung. A survey from two population based disease registers; in: American Review of Respiratory Disease, Nr.92 (1965), S.758-765
- STERNGLASS, E.J.: Low Level Radiation, Ballantine books (1972)
- STEWART, A.; KNEALE, G.W.: Radiation Dose Effects in Relation to Obstetric x-rays and Childhood Cancers; in: The Lancet, Nr.6 (1970), S.1185-1188
- STEWART, A.; WEBB, J.; HEWITT, D.: A Survey of Childhood Meligrancies; in: British Medical Journal, Nr.1 (1958), S.1495-1508
- STOKKE, T.; OPTEDALE, P.; PAPPAS, A.: Effects of Small Doses of Radioactive Strontium on the Rat Bone Marrow; in: Acta Radiologica, Nr.7 (1968), S.321-329
- TAMPLIN, A.R.; COCHRANT, T.B.: Radiation Standards for Hot Particles. A Report on the Inadequacy of Existing Radiation Protection Standards Related to Internal Exposure of Man to Insoluble of Plutonium and Other Alpha-emitting Hot Particles, Natural Ressources Defence Council Washington D.C. (1974)
- TAMPLIN, A.R.; GOFMAN, J.W.: "Population Control" through Nuclear Pollution, Chicago (1970)

Tschernobyl

Eine Einschätzung der gesundheitlichen Schäden

Erweiterte und
verbesserte Ausgabe

Herausgegeben von der
Fraktion Gesundheit
in der Ärztekammer Berlin

Knesebeckstraße 55
1000 Berlin 15

Erstellt und bearbeitet von

Dr.med. Ellis E. Huber

Dipl.-Ing. Thomas Dersee

Dipl.-Soz. Brigitte Iwert

(c) 1986; Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt

Von Wyhl nach Tschernobyl	3
Die Katastrophe von Tschernobyl	5
Angst geht um im Land	9
Belastung der Luft	11
Belastung der Böden	14
Vergleich mit natürlicher Radioaktivität und Kernwaffen-Fall-out	20
Belastung der Lebensmittel	24
Das Ausmaß der Bedrohung	30
Ärztliche Ratschläge	40
Atomkraft bedroht Mensch und Umwelt	47
Wärme und Radioaktivität durch Kernspaltung	47
Unkontrollierte und kontrollierte Kettenreaktion	49
Gefährdung durch Radioaktivität	52
Natürliche Radioaktivität	55
Künstliche Radioaktivität	57
Natürliche und künstliche Radioaktivität	59
Die biologische Wirkung der Strahlen	62
Genetische Strahlenschäden	64
Strahlenspättschäden	65
Die Festlegung der zulässigen Grenzwerte	69
Wahrscheinlichkeiten im Strudel der Interessen	70
Anhang	
Begriffe	73
Maßeinheiten	76
Literatur	79

der Menschen durch radioaktive Strahlung darstellen sollen, also immer noch recht abstrakte Annahmen. Angaben in rem stellen keine objektiven physikalischen Werte dar, sie sind ein wenig brauchbares Zwischenergebnis, aus dem nur die gesundheitlichen Folgen von Bestrahlungen statistisch abgeschätzt werden sollen (das heißt die entstehenden zusätzlichen Fälle von Leukämie, Mißbildung, Strahlenkrebs, Totgeburten usw.). Individuelle Prognosen für Betroffene sind mittels statistischer Aussagen und Erkenntnisse nicht möglich.

Allgemeine Literatur

- WEISH, P.; GRUBER, E.: Radioaktivität und Umwelt (1975)
OESER, K. (Hg.): Kernenergie, Mensch, Umwelt (1976)
FRITZI-NIGGLI, H.: Strahlengefährdung/Strahlenschutz (1975)
HUG, O.: Medizinische Strahlenkunde (1974)
NÖSSLER, B.; deWITT, M. (Hg.): Kein Kernkraftwerk in Wyhl und auch sonst nirgends (1976)
SCHNIPKOWEIT, H. (Hg.): Umweltschäden - Gesundheitsschäden? (1985)
HOSEMAN, J.P.: Nukleare Schadstoffe in der Nachunfallatmosphäre eines Leichtwasser-Reaktor-Containments (1973)
AG WIEDERAUFARBEITUNG, Universität Bremen (Hg.): Atom Müll oder Abschied von einem teuren Traum (1977)

Spezielle Literatur

- BEIR-Report: The Effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Report of the Advisory Committee on the Biological Effects to Ionizing Radiations, Washington (1972)
BROSS, I.D.J.; NATARAJAN, N.: Leukaemia from Low Level Radiation; in: New England Journal of Medicine, Nr.287 (1972), S. 107-110
BRYAN, W.: Kritik an der Rasmussen-Studie; nach: Nucleonics Week15 (1974)
COURT BROWN, W.M.; DOLL, R.: Leukemia and Aplastic Anaemia in Patients Irradiated for Ankylosing Spondylitis; in: Medical Research Council, Special Report, Nr. 295, London (1957)
DYER, N.C.; BRILL, A.B.: Fetal Radiation Dose from Maternally Administered Fe-59 and J-131; in: Symp. Radiation Biology of the Fetal and Juvenile Mammal, Hanford (1969), S.73-88

radioaktiven Strahlung ab. Wie vorher erklärt, gibt es vier wesentliche Strahlungsarten. Diese schätzt man verschieden wirksam ein. Etwas wissenschaftlicher ausgedrückt: man bewertet sie mit Faktoren für ihre unterschiedliche "relative biologische Wirksamkeit" (RBW-Faktoren).

Strahlenart	RBW-Faktor
alpha	10
beta	1
gamma	1
Neutronen	2 bis 10 (abhängig von der Geschwindigkeit der Neutronen)

Das bedeutet, daß man alpha-Strahlen zehnmal wirksamer einschätzt als zum Beispiel beta-Strahlen.

So wurde die ÄQUIVALENTDOSIS oder das DOSISÄQUIVALENT, gemessen in SIEVERTS (Sv) oder REM (rem = roentgen equivalent man), eingeführt, mit 1 Sieverts = 100 rem.

Durch einfaches Malnehmen kann man aus der Energiedosis in rad die Äquivalentdosis in Sieverts oder rem erhalten:

1 rad alpha-Strahlen	=	10	rem
1 rad beta-Strahlen	=	1	rem
1 rad gamma-Strahlen	=	1	rem
1 rad Neutronenstrahlen	=	2 ... 10	rem

1 rad gamma-Strahlen und 1 rad beta-Strahlen gibt so insgesamt 2 rem, während 1 rad beta-Strahlen und 1 rad alpha-Strahlen insgesamt 11 rem ergeben. Dabei handelt es sich nur um Abschätzungen, die Vergleichbarkeit von Strahlenwirkungen ermöglichen sollen. Die RBW-Faktoren sind umstritten. Neueren Untersuchungen zufolge hängen sie nicht allein von der Strahlenart ab, sondern auch von der Höhe der jeweiligen Strahlungsmenge, ihrer zeitlichen Verteilung sowie davon, ob die Strahlung mit anderen Schädigungen zusammen auftritt (sich gegenseitig verstärkende - synergistische - Wirkungen).

Diese - mit allen Vorbehalten gewonnenen - Angaben in rem sind wiederum Rechenwerte, die die Belastung

Von Wyhl nach Tschernobyl

Der unwahrscheinliche Super-GAU ist eingetroffen. GAU steht für "Größter anzunehmender Unfall". Am 28. März 1979 entging die amerikanische Stadt Harrisburg nur knapp einer vergleichbaren Katastrophe.

Über die direkten Auswirkungen auf die ukrainische Bevölkerung gibt es bisher nur ungenaue Informationen. Akute Strahlenkrankheiten können nach Studien aus der Vergangenheit noch in einem Umkreis von mehreren Kilometern auftreten. Langfristige gesundheitliche Schäden sind auch bei uns, in der Bundesrepublik und in Berlin sowie für ganz Europa zu erwarten.

Der Strahlung sind wir dreifach ausgesetzt: Durch Einatmen radioaktiver Teilchen, durch die Strahlung aus vorbeiziehenden oder abgelagerten Radionukliden und vor allem durch die Aufnahme angereicherter Radioaktivität mit der Nahrung und den Getränken. Letztes wird uns noch jahrelang beschäftigen.

Als in Wyhl die Antiatomkraft-Bewegung erstmals bundesweit auf das öffentliche Bewußtsein wirkte, wollte niemand einen solchen Unfall erleben. Die damaligen Warnungen waren berechtigt. Die jetzt eingetretene schlimme Bestätigung wäre besser ausgeblieben. Dennoch: Wenn Tschernobyl zu einer neuen politischen Bewertung der Atomkraftrisiken führt und ein Ende

der unbeherrschbaren Bedrohung erreichbar macht, könnte dieses Unglück für die Zukunft die Hoffnungen stärken, die in Wyhl Kraft, Zuversicht und Ausdauer gaben.

Die vorliegende Broschüre enthält grundsätzliche Aussagen zu den gesundheitlichen Gefahren, die mit der Radioaktivität aus Atomkraftwerken verknüpft sind. Teile des Textes beruhen auf dem Buch "Kein Kernkraftwerk in Wyhl und auch sonst nirgends", geschrieben 1976. Wir haben sie aktualisiert und ergänzt. Zu den Folgen der Katastrophe in Tschernobyl geben wir eine Zusammenfassung der Ereignisse und eine Abschätzung der gesundheitlichen Schäden, mit denen die Bevölkerung rechnen muß.

Wir möchten Ärzten und allen interessierten Menschen helfen, zwischen Hysterie und Verharmlosung der Situation einen verantwortungsbewußten Weg zu finden. Furcht und Betroffenheit sind begründet und berechtigt. Unbestimmte Ängste wollen wir abbauen helfen.

Berlin, 12./23. Mai 1986

Ellis Huber, Thomas Dersee, Brigitte Iwert

griffe wie "Strahlenbelastung" und "Strahlenschädigung" zu präzisieren, gibt es kein eindeutiges Maß. Die Wirkungen sind sehr verschiedenartig, je nachdem was von der radioaktiven Strahlung getroffen wird (Mensch, Tier, Pflanze, tote Materie oder auch Haut, Lunge, Keimdrüsen, Gene usw.). Teilweise sind sie auch noch völlig unerforscht. Um trotzdem die Wirkung und Gefahr abschätzen(!) zu können, hat man sich im wesentlichen auf drei verschiedene Dosisbegriffe und Einheiten geeinigt:

Die **ENERGIEDOSIS** mit der Einheit **RAD** (rad = radiation absorbed dose) gibt an, wieviel Energie im von der Strahlung getroffenen Material steckenbleibt. 1 rad bedeutet, daß in 100 Kilogramm eines beliebigen Stoffes die Energie von 1 Wattsekunde oder 1 Joule steckengeblieben ist. Diese Energiemenge ist sehr klein. Die gleiche Menge, die als radioaktive Strahlung einen Menschen sicher töten würde, 1000 rad, könnte als Wärmeenergie den Körper nur um einige tausendstel Grad Celsius erwärmen.

Die **IONENDOSIS** ist die elektrische Ladung der Ionen eines Vorzeichens, die von der Strahlung pro Masseneinheit der Luft erzeugt wird. Ihre Einheit, das **RÖNTGEN** (R), hat die Dimension Ladung pro Masse und entspricht einer elektrostatischen Ladungseinheit in 1 Kubikzentimeter Luft unter Normalbedingungen.

Aus der Anzahl der gebildeten Ionen kann man im einfachsten Fall durch Multiplikation mit der Ionisierungsarbeit die vom Gas absorbierte Energie berechnen. Für Gamma- und Röntgenstrahlung gilt ungefähr: 1 Röntgen entspricht 1 rad.

Ähnlich verfährt man bei anderen Strahlenarten zur Ermittlung der Energiedosis aus der Ionendosis, weil die direkte Messung der Energiedosis schwierig ist.

Man hatte aber schon bald erkannt, daß die Angabe der vom Material aufgenommenen Energie einer Strahlung ihre Wirksamkeit nicht ausreichend beschreibt, schon gar nicht, wenn es um die biologische Wirkung geht. Diese hängt zum Beispiel auch von der Art der

Maßeinheiten

Um ein physikalisches Maß für die Größe der Radioaktivität eines Stoffes zu bekommen, gibt man die Häufigkeit der radioaktiven Zerfälle an. Diese **AKTIVITÄT** eines Stoffes wurde früher in der Maßeinheit Curie (Ci), heute in Becquerel (Bq) angegeben. Allgemein nannte man früher die "Menge" einer radioaktiven Substanz, die 37 Milliarden Teilchen pro Sekunde ausstrahlt, 1 **CURIE**, unabhängig davon, ob es sich um alpha- oder beta-Strahler handelt. Heute spricht man davon, daß die Aktivität von 1 **BECQUEREL** (Bq) vorliegt, wenn pro Sekunde ein Atomkern zerfällt, so daß 1 Curie = 37 Milliarden Becquerel entspricht. Diese krumme Zahl für ein Curie kommt zustande, weil bei 1 Gramm Radium pro Sekunde etwa 37 Milliarden Atome zerfallen und man es schon sehr früh als "Vergleichsstoff" benutzte.

Viele Atomzerfälle pro Sekunde (hohe Becquerel-Zahl) bedeutet also, es wird viel Radioaktivität ausgesandt, wenige Atomzerfälle pro Sekunde (niedrige Becquerel-Zahl) bedeutet, es wird wenig radioaktive Strahlung ausgesandt.

Diese Einheiten werden benutzt, um auszudrücken, wieviel radioaktive Stoffe eine Atomanlage ausstößt. Dabei ist die Angabe in Curie oder Becquerel leicht mißverständlich und verharmlosend. Niedrige Werte müssen nicht automatisch geringere Gefährlichkeit bedeuten.

Die Gefährlichkeit eines radioaktiven Stoffes wird nicht nur von seiner momentanen Radioaktivität, sondern auch wesentlich von seiner Lebensdauer bestimmt. Dies wird beim Vergleich der Halbwertszeiten der radioaktiven Stoffe Jod-129 und Jod-131 deutlich.

Bei unterschiedlichen radioaktiven Stoffen, wie in diesem Beispiel, gehören zur gleichen Aktivität ganz unterschiedliche Stoffmengen:

Jod 131: 1 Curie entspricht 8 Millionstel Gramm,

Jod 129: 1 Curie entspricht 5,8 Kilogramm.

Für die **WIRKUNG** der radioaktiven Strahlung, um Be-

Die Katastrophe von Tschernobyl

Am 26. April 1986 um 0.23 Uhr unserer Zeit begann die wohl größte zivile Katastrophe, die Europa bisher heimgesucht hat.

Im Atomreaktor von Tschernobyl fand eine Explosion statt. Sein radioaktives Inventar gelangte in die Umwelt. Die radioaktive Wolke aus strahlenden Teilchen (Radionuklide) enthielt schätzungsweise eine Radioaktivitätsmenge, die etwa 1000 Hiroshima-Bomben entspricht. Die strahlende Wolke verteilte sich in unterschiedlichem Maße über ganz Europa und darüber hinaus.

Der amerikanische Arzt Robert Gale behandelte in Moskau die Opfer von Tschernobyl. Am 18. Mai kehrte er in die USA zurück und zog eine erschütternde Bilanz:

Dreihundert Sowjetbürger erlitten starke, fünfunddreißig lebensbedrohliche akute Strahlenschäden. 13 Menschen starben bisher an der Strahlenkrankheit, weitere werden noch sterben.

Bis zu hunderttausend Sowjetbürger werden möglicherweise, so die Prognose des Arztes, unter den Spätfolgen des Reaktorunglücks zu leiden haben.

Andere US-Wissenschaftler erwarten zehntausende von Krebserkrankungen in der UdSSR, Osteuropa und Skandinavien.

Gegenüber diesen Regionen wurde die Bundesrepublik und Berlin weitaus geringer heimgesucht. Die hier angekommene radioaktive Wolke belastete Österreich und die süddeutschen Länder am stärksten. Der Westen wurde schwächer und der Norden und Berlin am geringsten betroffen.

Mit der Bundesrepublik vergleichbar betroffen wurden die Schweiz, Norditalien, Frankreich und die Benelux-Staaten. Besser weggekommen sind Süditalien, Spanien, Portugal, Griechenland, Jugoslawien, Israel, Bulgarien, die Türkei, Dänemark und England. Außerhalb Europas sind die Auswirkungen meßbar, aber gering.

Bisher ist die Zusammensetzung des freigesetzten Nuklid-Gemisches nicht genau bekannt. Die höchsten Konzentrationen erreichten Jod-131 und Caesium-137. Jod-131 zerfällt sehr schnell. Als sogenannte Leitsubstanz wird dieses Nuklid nach 10 bis 20 Tagen durch Caesium-137 abgelöst. Langfristig gefährlich und bedeutsam sind alle langlebigen Nuklide selbst in geringen Mengen.

Einen Teil der über 200 in einem Atomreaktor entstehenden Nuklide zeigt die folgende Tabelle (nach Homann, 1972):

Radionuklid	Halbwertszeit
Barium-137m	2,55 Minuten
Barium-139	1,38 Stunden
Barium-140	12,8 Tage
Cäsium-137	30 Jahre
Cäsium-138	32,3 Minuten
Cer-141	32,5 Tage
Cer-144	284 Tage
Jod-129	17 Millionen Jahre
Jod-131	8,05 Tage
Kobalt-60	5,26 Jahre
Krypton-88	2,8 Stunden
Lanthan-141	3,9 Stunden
Lanthan-142	1,54 Stunden
Niob-95	35 Tage
Niob-95m	3,75 Tage
Niob-97m	1 Minute
Plutonium-239	24400 Jahre
Plutonium-240	6600 Jahre

RADIOAKTIVE STRAHLUNG: Beim Zerfall der Atome frei werdende Strahlung wird eingeteilt in alpha-, beta- und gamma-Strahlung.

ALPHA-Strahlen sind von einem Atomkern ausgesandte positiv geladene Teilchen, die aus zwei Neutronen und zwei Protonen bestehen (wie die Helium-Kerne). Wegen ihrer großen Masse und ihrer Ladung treffen sie sehr häufig mit anderen Atomen und Molekülen zusammen. Ihre Wegstrecke im biologischen Gewebe beträgt etwa ein zwanzigstel Millimeter (dies entspricht mehreren Zellen).

BETA-Strahlen sind beim Zerfall bestimmter Atomkerne freigesetzte elektrisch geladene Teilchen mit einer sehr geringen Masse, in der Regel Elektronen. Ihre Reichweite im biologischen Gewebe beträgt einige Millimeter bis wenige Zentimeter.

GAMMA-Strahlen: Nach der Aussendung von alpha- oder beta-Strahlen befindet sich der Atomkern oft noch in einem angeregten, energiereichen Zustand. Dieser Energieüberschuß wird innerhalb von Sekundenbruchteilen in Form elektromagnetischer Wellenstrahlung abgegeben. Die gamma-Strahlen können biologische Gewebe durchdringen und ähneln der Röntgen-Strahlung. Die beim radioaktiven Zerfall entstehende energiereiche Strahlung kann fremde Atome und Moleküle anregen oder Elektronen aus der Elektronenhülle anderer Atome herausschlagen. Dabei werden elektrisch geladene Atome (Ionen) erzeugt. Man spricht deshalb auch von ionisierender Strahlung. Die schädigende Wirkung von alpha-, beta- und gamma-Strahlung beruht maßgeblich auf ihrer Fähigkeit zur Ionisation von Atomen.

NEUTRONENSTRAHLUNG besteht aus elektrisch nicht geladenen Kernbausteinen, die hauptsächlich bei Kernreaktionen ausgesandt werden. Sie lassen sich auch durch Blei nur schlecht abschirmen, dagegen gut mit großen Mengen Wasser oder Paraffin. Von Bedeutung ist die Neutronenstrahlung bei bestimmten Unfällen in Wiederaufbereitungsanlagen, bei denen eine atomare Kettenreaktion einsetzt, die eine erhebliche Neutronenstrahlung erzeugt.

radioaktive Nuklid Strontium-90 zerfällt zum Beispiel unter Aussendung eines Elektrons zum radioaktiven Nuklid Yttrium-90, das sich dann unter der Abgabe eines weiteren Elektrons zum stabilen Zirkon-90 umwandelt.

Die **HALBWERTZEIT** gibt an, in welchem Zeitraum die Hälfte einer vorhandenen Menge von radioaktiven Atomen zerfallen ist. Sie ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Zerfalls. Die Halbwertzeit kann Bruchteile von Sekunden oder mehrere tausend Jahre betragen. Ein Gramm Jod-121 ist erst nach circa 17 Millionen Jahren zur Hälfte zerfallen. Erst dann hat es die Hälfte seiner Strahlenwirkung verloren. Ein Gramm Jod-131, wie es jetzt nach der Katastrophe von Tschernobyl verstärkt gemessen wurde, hat eine Halbwertzeit von rund acht Tagen. Nach etwa acht Tagen ist von einem Gramm nur noch ein halbes übrig, welches wiederum nach weiteren acht Tagen zu einem viertel Gramm zerfällt, usw...

Neben der physikalischen Halbwertzeit ($T(\text{phys.})$) ist auch die **biologische Halbwertzeit** ($T(\text{biol.})$) zu beachten. Diese gibt an, in welcher Zeit sich eine normale, nicht radioaktive Substanz durch den Stoffwechsel oder Transport aus einem Organ auf die Hälfte ihrer Anfangsmenge verringert. Ist die Substanz außerdem radioaktiv, dann ist für die Strahlenbelastung die **effektive Halbwertzeit** ($T(\text{eff.})$) als Kombination der physikalischen und biologischen Halbwertzeit von Bedeutung. Die biologische Halbwertzeit ist individuell verschieden und hängt auch vom Gesundheitszustand des Menschen ab. Zum Beispiel kann die biologische Halbwertzeit bei Nierenkranken infolge verzögerter Urinausscheidung erhöht sein. Für die effektive Halbwertzeit gilt:

$$T(\text{eff.}) = \frac{T(\text{biol.}) \cdot T(\text{phys.})}{T(\text{biol.}) + T(\text{phys.})}$$

Eine Bestimmung der biologischen und der effektiven Halbwertzeiten unterliegt großen Unsicherheiten, da sie nur in kontrollierten Menschenversuchen vorgenommen werden könnten.

Plutonium-241	14 Jahre
Praseodym-144	17,3 Minuten
Praseodym-145	5,98 Stunden
Promethium-147	2,62 Jahre
Rhodium-106	30 Sekunden
Rubidium-88	17,8 Minuten
Ruthenium-103	39,5 Tage
Ruthenium-106	1 Jahr
Strontium-89	50,5 Tage
Strontium-90	28 Jahre
Tellur-127m	109 Tage
Tellur-133	54 Minuten
Tellur-134	43 Minuten
Uran-239	23,5 Minuten
Yttrium-90	2,67 Tage
Yttrium-91	58,5 Tage
Zinn-119m	245 Tage
Zinn-123	129 Tage
Zirkonium-95	65,5 Tage

(Abkürzung: m = isomerer Zustand)

Die in der Öffentlichkeit genannten Maßeinheiten für die Radioaktivität, Becquerel (Bq) oder Curie (Ci), sagen zunächst nichts über die biologische Gefährlichkeit der Substanzen aus (vergleiche spätere Kapitel). 1 Curie entspricht 37 Milliarden Becquerel.

Ein Vergleich zeigt folgendes:

Element	Halbwertzeit	Masse in Gramm
1 Curie Radium-226	1600 Jahre	1
1 Curie Strontium-90	28 Jahre	0,007
1 Curie Jod-131	8,05 Tage	0,000006
1 Curie Jod-129	17 Millionen Jahre	5,6

Die momentane Radioaktivität dieser vier Substanzen ist etwa gleich groß.

Das Jod-131 wird nach circa 80 Tagen bedeutungslos. Nicht aber Caesium-137 oder Strontium-90. Das gesamt-

te Ausmaß der künftigen Gefahr läßt sich nur beurteilen, wenn man die biologische und die physikalische Wirkung der einzelnen Radionuklide berücksichtigt.

Die erste differenzierte Messung des Nuklidgemischs der radioaktiven Wolke über der Bundesrepublik konnte folgende Einzelisotope nachweisen:

Isotop	Halbwertszeit	Strahlungsart	Anteil in Becquerel pro Kubikmeter
Strontium-90	28,1 Jahre	beta	?
Niob-95	35 Tage	beta u. gamma	0,01
Ruthenium-103	39,5 Tage	beta u. gamma	1,0
Ruthenium-106	1 Jahr	beta	0,5
Jod-131	8,05 Tage	beta u. gamma	1,05
Caesium-134	2,05 Jahre	beta u. gamma	0,3
Caesium-137	30 Jahre	beta u. gamma	0,5
Europium-155	1,81 Jahre	beta u. gamma	0,005
Neptunium-239	2,3 Tage	beta u. gamma	0,13
Plutonium-239	24400 Jahre	alpha	?

(Luft radioaktivität in Offenbach am 4. Mai 1986 um 19 Uhr, Gesamtwert: 3,9 Becquerel pro Kubikmeter Luft, differenziert nach Einzelisotopen. Auskunft des Wetteramtes Offenbach.)

Neptunium-239 zerfällt in Plutonium-239. Die zu erwartende Bodenbelastung durch Plutonium liegt nach den Angaben des Instituts für Atom- und Festkörperphysik Berlin bei 1 Mikrogramm pro Quadratkilometer. Dieses Institut wies die zusätzlich zur obigen Tabelle ebenfalls vorhandenen Spaltprodukte Tellur-132, Zirkonium-95 und Barium-140 nach.

Die hessische Landesanstalt für Umwelt identifizierte rund 50 Einzelnuklide. Bei Tellur seien Werte gemessen worden, die denen der Jod-Belastung entsprochen hätten. Die anderen Stoffe lägen um etwa ein Zehntel bis ein Drittel unter den Jod-Werten.

Sicher ist, daß alle Menschen in der Bundesrepublik über Jahrzehnte hinweg mit einer höheren Strahlenbelastung leben müssen, die nach vorläufigen Schätzun-

Anhang

Begriffe

Atome bestehen aus einem positiv geladenen Kern und einer aus negativen Elektronen gebildeten Hülle. Der Kern besteht aus positiv geladenen Protonen und den ungeladenen Neutronen. Jedes chemische Element ist durch eine ganz bestimmte Zahl positiver Ladungen je Atomkern gekennzeichnet. Nach dieser Kernladung werden die chemischen Elemente unterschieden.

Ein chemisches Element kann mehrere **ISOTOPE** haben. Die einzelnen Isotope eines chemischen Elements unterscheiden sich in der Zahl ihrer Neutronen. So hat zum Beispiel Uran 92 Protonen im Kern. Dieser kann nun 143 oder 146 Neutronen enthalten. Das entspricht den Uran-Isotopen Uran-235 und Uran-238. **NUKLID** ist eine durch Protonenzahl, Neutronenzahl und Energiezustand charakterisierte Atomart. Heute sind etwa 275 stabile und 1400 instabile Nuklide bekannt. In der natürlichen Umwelt kommen nur wenige instabile Nuklide vor. Alle anderen instabilen Nuklide sind künstlich hergestellt. Sie entstehen heute vor allem beim Betrieb von Atomkraftwerken.

RADIOAKTIVITÄT ist eine Eigenschaft von nichtstabilen Atomen, sich von selbst, ohne jede äußere Einwirkung, umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden. Wenn die radioaktiven Nuklide in der Natur vorkommen und aus natürlich vorkommenden instabilen Atomen durch radioaktive Umwandlungen stabile Atome entstehen, spricht man von natürlicher Radioaktivität. Sind dagegen die radioaktiven Nuklide durch künstliche Kernumwandlungen erzeugt worden, spricht man von künstlicher Radioaktivität. Bei der radioaktiven Umwandlung - man sagt auch radioaktiver Zerfall - entsteht meist wieder ein radioaktives Atom eines anderen Elements. Das

Nach einem Betriebsjahr enthält ein 1000-MW-Reaktor so viel Spaltprodukte wie 1000 Hiroshima-Bomben. Wenn auch nur ein Teil dieses Inventars an die Umgebung freigesetzt wird, wird die Bevölkerung im Umkreis von 10 bis 15 Kilometern so stark bestrahlt, daß viele spätestens nach einigen Tagen oder Wochen sterben werden. Wie weit die Gefahren nun in die Umgebung reichen, hängt bei jedem Kraftwerksunglück auch von der Witterung ab: Je nachdem, wohin und wie schnell die radioaktiven Wolken ziehen, wird die Bevölkerung im Einzugsbereich stärker oder schwächer belastet. Mit Sicherheit ist damit zu rechnen, daß über kürzere und längere Zeit Zehntausende von zusätzlichen Leukämie- und Krebserkrankungen auftreten werden. Wie sich aus der räumlichen Verbreitung der in den vergangenen Tagen der Öffentlichkeit mitgeteilten Meßergebnisse zur radioaktiven Belastung von Luft, Böden und Nahrungsmitteln ergibt, werden auch wir mittel- und längerfristig davon betroffen sein. Das gilt auch für genetische Strahlenschäden. Mit der Anreicherung radioaktiver Teilchen in unserer Nahrung werden wir am längsten zu tun haben. Ein- oder zweitausend Kilometer Entfernung von einem Katastrophenort wie Tschernobyl bieten keinen ausreichenden Schutz, und unsere eigenen Atomkraftwerke stehen zusätzlich vor unseren Türen.

gen zwischen 10 und 100 millirem pro Jahr liegen wird.

Die Umwelt ist nach dem Unglück von Tschernobyl eine andere als vorher.

Angst geht um im Land

Die Menschen haben überall Angst und fragen sich was sie tun können, um der Bedrohung zu entgehen. Die täglichen Beruhigungssprüche der Politiker klingen nicht vertrauenswürdig. Die aktuellen Radioaktivitätsmessungen der Lebensmittel, des Bodens, der Luft und des Wassers bleiben unklar. Die politisch Verantwortlichen wirken unsicher, unkundig und der Situation nicht gewachsen. Sie scheinen Gefahren zu verheimlichen und den Leuten etwas vormachen zu wollen. Vorhandenes Wissen wird verschwiegen, eine realistische Bewertung der Folgen unterbleibt.

"Auf was sollen wir uns denn sonst verlassen, wenn nicht auf die Angaben der Strahlenschutzkommission?" verlautbart hilflos die Gesundheitsministerin Rita Süßmuth vor der Presse. Der Frage nach den langfristigen Folgen der radioaktiven Strahlung wich die bundesdeutsche Gesundheitsministerin geflissentlich aus. Naiv präsentiert sie ein Rechenbeispiel, das die Ungefährlichkeit der in der Milch gemessenen Strahlung beweisen soll:

"Wenn ein Kleinkind eine Woche lang jeden Tag einen Liter Milch mit 500 Becquerel Strahlung trinkt, dann sammeln sich 3 rem Jod-131 in der Schilddrüse; in der Strahlenschutzverordnung ist der Wert, der bei einem Störfall nicht überschritten werden darf, mit 15 rem festgelegt."

Sie verschweigt dabei, daß eine medizinische Untersuchung der Schilddrüse mit radioaktiven Substanzen lediglich eine Schilddrüsenbelastung bis zu 200 mil-

lirem zur Folge hat. Es muß erschrecken, wenn kleine Kinder mit dem zehnfachen einer nuklearmedizinischen Diagnostik-Maßnahme belastet werden sollen. Röntgenuntersuchungen von schwangeren Frauen, Kleinkindern und Säuglingen dürfen im Normalfall nur unter allerstrengster medizinischer Indikation erfolgen.

Die Bereitschaft der Strahlenschutzkommission und des Bundesgesundheitsministeriums, plötzlich Strahlenschutznormen über Bord zu werfen und hohe Grenzwerte festzulegen, zeigt, daß im Umgang mit Problemen der Kernenergie wirtschaftliche Aspekte mehr bedeuten als gesundheitliche.

Das geschehene Unglück läßt sich nicht rückgängig machen. Die zusätzliche Radioaktivität ist da und bleibt.

Es gilt jetzt, die Folgen der Katastrophe an vergleichbaren Gefahren zu messen. Das allein gibt Entscheidungsgrundlagen für die notwendigen politischen Konsequenzen: Ist das Risiko für die Zukunft akzeptabel oder nicht?

Die Reaktionen der Politiker und einzelner Wissenschaftler reichen von verantwortungsloser Beschönigung und Verniedlichung der Gefahren, bis hin zu hysterischer Überreaktion und dem machtpolitischen Spiel mit der Angst. Beides ist falsch.

Wahrscheinlichkeit sagt auch nichts darüber aus, wann dieses auch noch so unwahrscheinliche Ereignis eintritt; es kann bereits wieder morgen sein. Unverantwortlich ist es deshalb, das Risiko einer Reaktorkatastrophe mit dem Risiko anderer Unfälle zu vergleichen. Sicher ist es wahrscheinlicher, daß jemand durch einen Verkehrsunfall stirbt, als durch eine Reaktorkatastrophe, obwohl bereits das nach Tschernobyl auch bei uns mit guten Gründen bezweifelt werden kann. Das Risiko eines Verkehrsunfalls kann aber durch eigenes Verhalten sehr stark herabgesetzt werden und die Auswirkungen dieses Unfalls sind auf wenige Personen begrenzt. Als Bewohner der Umgebung eines Atomkraftwerkes (und mit dem Begriff Umgebung ist jetzt stets ein ganzer Kontinent gemeint, wie wir erleben mußten) haben wir keinen Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit einer Reaktorkatastrophe. Wenn sie eintritt, sind nicht nur wenige Menschen Opfer dieses Unfalls, sondern -zigtausende.

So schrieb Lindackers vom Institut für Reaktorsicherheit (ein Befürworter der Atomindustrie) einst zum Kernkraftwerk in Ludwigshafen: "Würden durch einen sehr schweren Schaden an dem geplanten BASF-Kernkraftwerk radioaktive Spaltprodukte in die Luft entweichen, müßten in einem Umkreis von 13 Kilometern hunderttausend Menschen sofort sterben. In den nächsten 20 Jahren nach dieser eventuellen Katastrophe würden zwischen 33000 und 1,6 Millionen durch Leukämie und Schilddrüsenkrebs ihr Leben lassen." Alle Wahrscheinlichkeitsberechnungen sagen über die Möglichkeit eines Unfalls nichts aus. Sie dienen allein der Propaganda und der Beruhigung der Bevölkerung. Die bereits eingetretenen Katastrophen haben das gezeigt.

Auch im Fall einer Reaktorkatastrophe können Atomkraftwerke nicht wie eine Atombombe explodieren, falls es sich nicht um sogenannte "Schnelle Brüter" handelt. Eine solche Katastrophe kann aber stets dieselben Auswirkungen wie die Explosion einer Atombombe haben.

die 1 millirem aus Atomanlagen, von denen das Bundesministerium hier spricht, kommen zustande, indem man die (sehr viel höhere) individuelle Strahlenbelastung der Patienten beziehungsweise der in der Nähe von Atomanlagen wohnenden Bevölkerung auf die weniger belastete - Gesamtbevölkerung umrechnet, also mittelt. Diejenigen, die eine solche Betrachtungsweise anwenden, interessiert also bestenfalls die (statistische) Zahl der in der Gesamtbevölkerung zusätzlich erzeugten Schäden, nicht etwa das Schicksal der Betroffenen.

Wahrscheinlichkeiten im Strudel der Interessen

Die Atomindustrie sagte, ein Atomkraftwerk sei auch im Fall eines großen Unfalles (GAU) sicher, und jedenfalls seien unsere sehr viel sicherer, als die in den Ostblockstaaten. Machen also die Bürgerinitiativen nur Panik? Die Atomindustrie gab an, daß ein größerer Unfall sich nicht ereignen werde. Eine Sicherheit für diese Annahme gibt es nicht, wie die Katastrophen von Tschernobyl und Harrisburg (1979) veranschaulichen. Die Atomindustrie kann deshalb nicht mehr anders als zuzugeben, daß eine Reaktorkatastrophe auch bei uns nicht auszuschließen ist. Sie behauptet aber, eine solche Katastrophe sei äußerst unwahrscheinlich.

Alle Berechnungsversuche können eines nicht verbergen: Tatsächlich weiß niemand, wie wahrscheinlich oder unwahrscheinlich eine Reaktorkatastrophe ist. Die Fachleute der Atomindustrie sprechen deshalb auch von "Sicherheitsphilosophie". Richtiger müßte man sagen: Sicherheitsglaube.

Belastung der Luft

Die Luftbelastung durch die radioaktive Wolke aus Tschernobyl überzog die Bundesrepublik mit den folgenden Konzentrationen:

(Alle Meßergebnisse in Becquerel pro Kubikmeter Luft)

Orte	30.4.86	1.5.86 8 Uhr 20 Uhr	2.5.86	3.5.86 15.30Uhr	4.5.86 8 Uhr	
Aachen			67,0	15,9	3,3	
Berlin	41,0	2,6	3,5	1,8	2,8	
Darmstadt		140,0				
Essen		0,9	10 - 50	28,2	20,8	
Freiburg		7,7	78,0	22,5	6,2	
Hamburg		2,4	2,5			
Hannover				4,6	6,1	
München	127,0	107,0	107,0	28,4	21,6	
Norderney						
Offenbach	3,0	53,0	35,0	21,2	6,8	
Regensburg	33,0	36,0	121,0	43,1	51,2	
Saarbrücken			72,0	20,3	3,6	
Schleswig						
Stuttgart		4,7	81,0	66,0	20,5	5,2

Orte	4.5.86 11 Uhr	15 Uhr	5.5.86 7 Uhr	11 Uhr	6.5.86 7 Uhr	11 Uhr
Aachen	2,5		7,0	5,6	5,4	4,7
Berlin	4,0	110,0	2,7	2,9	3,0	3,2
Darmstadt						
Essen	29,9		21,6	22,8	19,7	18,5
Freiburg	6,3		12,8	14,7	8,2	10,1
Hamburg						
Hannover	6,9		4,2	7,0	5,4	5,7
München	7,4		28,4	24,9	15,9	9,0
Norderney	14,7		12,5	27,3	20,2	15,3
Offenbach			10,9	17,0	14,9	13,1
Regensburg	38,6		52,9	40,9	36,4	31,0
Saarbrücken	2,7		6,5	9,2	10,7	7,8
Schleswig			4,4	2,9	2,4	2,0
Stuttgart	5,4		13,1	14,3	11,7	8,7

Orte	7.5.86 17 Uhr	8.5.86 13 Uhr	9.5.86 5 Uhr	15 Uhr	11.5.86 11 Uhr
Aachen	1,8	1,3	1,7	1,6	1,6
Berlin	12,4	6,0	2,4	1,6	5,5
Darmstadt					
Essen	16,5	15,0	13,9	9,1	7,5
Freiburg	4,2	3,2	4,4	4,5	5,7
Hamburg					
Hannover	2,0	1,8	1,5	0,7	0,6
München	8,7	2,2	26,8	2,2	10,3
Norderney					
Offenbach	2,8	2,5		1,3	5,2
Regensburg	29,0	20,0	21,0	18,1	21,9
Saarbrücken	2,4	4,2	6,9	1,9	5,2
Schleswig	0,5	1,1	1,1	0,5	0,1
Stuttgart	3,5	2,6	5,4	1,8	5,2

(Es handelt sich um die Zusammenfassung der bei verschiedenen Meßstellen der Wetterdienste gemessenen beta-Strahlung (freie geladene Elektronen) der Luft. Die gamma-Aktivität (elektromagnetische Wellen, ähnlich der Röntgenstrahlung) wird aus diesen Meßdaten hochgerechnet. Alpha-Strahlung, verursacht durch größere Protonen geringer Strahlungsweite, die, aufgenommen vom Organismus, um das Zehnfache gesundheitsgefährdender eingeschätzt werden, sind in den Meßdaten nicht enthalten. Ihre Ermittlung erfordert sehr viel aufwendigere Meßverfahren an vorher gezogenen Materialproben. Die Leitsubstanz der hier veröffentlichten Werte ist das die andere radioaktiven Partikel überstrahlende Jod-131. Herausgegeben wurden die Meßergebnisse vom Lagezentrum im Bundesinnenministerium. Die Zahlen sind auf ihre korrekte Wiedergabe geprüft, die Angaben bleiben allerdings wegen Unüberprüfbarkeit der Quelle ohne Gewähr. - Zitiert nach den Angaben in der überregionalen Tageszeitung taz.)

Der höchste Wert wurde am 30. April 1986 mit 166 Becquerel Jod-131 pro Kubikmeter Luft in Darmstadt gemessen.

Die Angaben über die Luftbelastung erfolgten widersprüchlich teilweise als Gesamt-beta-Aktivität, teilweise als Jod-131-Aktivität. Die verwendeten unterschiedlichen Maßangaben erschweren einen Vergleich der Werte für die einzelnen Orte der Bundesrepublik.

Die Normalwerte der Luft liegen üblicherweise zwischen 1 und 10 Becquerel Gesamt-beta-Aktivität pro Kubikmeter. Ganz selten konnten in Berlin Spitzenwerte von bis zu 40 Becquerel pro Kubikmeter Luft in den vergangenen Jahren beobachtet werden. Jod-131 ist normalerweise nicht nachweisbar.

In der Zeit vom 1. bis zum 5. Mai 1986 betrug die

jetzt noch ungelösten Probleme erforscht sind. Wenn die Regierungen aus dieser Verantwortung fliehen, müssen die Bürger selbst wieder diese Verantwortung übernehmen.

Die Festlegung der zulässigen Grenzwerte

Von seiten der interessierten Industrie und der Regierungen wird immer wieder darauf hingewiesen, daß die zusätzliche Strahlenbelastung durch "kerntechnische Anlagen" (im Normalbetrieb) innerhalb des Bereiches der Schwankungen der natürlichen Strahlenbelastung liege, keine nachweisbaren(!) Effekte hervorrufe und somit zu vernachlässigen sei:

"Es muß angenommen werden, daß auch die hier besprochenen kleinen Strahlungsdosen, also die 100 millirem jährlich der natürlichen Strahlung, die 50 millirem der medizinisch angewandten Röntgenstrahlung, die bis zu 8 millirem durch radioaktive Spaltprodukte der Atombombenversuche und der Beitrag von weniger als 1 millirem aus kerntechnischen Anlagen, Auswirkungen auf die Zahl der Krebs- und Leukämiefälle beziehungsweise der Mißbildungen bei Neugeborenen haben. Die Auswirkungen selbst der 100 millirem natürlicher Strahlenbelastung sind jedoch so gering, daß sie nicht direkt oder statistisch nachgewiesen werden können", so das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) in einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1975.

Die 50 millirem medizinischer Strahlenbelastung und

Beispiel das Strontium 90 fast nur in dem Bereich des Knochens eingebaut und konzentriert, der für das Wachstum verantwortlich ist. Gerade diese Wachstumszone wird deshalb besonders stark durch Strahlung des Strontium 90 geschädigt. Der menschliche Organismus bevorzugt Strontium-90 gegenüber Kalzium. Untersuchungen haben gezeigt, daß während der Schwangerschaft bevorzugt Strontium 90 statt Kalzium abgebaut und dem Embryo zugeführt wird. Der besonders strahlenempfindliche Embryo kann so von der Strahlung örtlich um ein Vielfaches stärker belastet werden als die Mutter.

Strontium-90 zerfällt zu Yttrium-90, welches in der Hirnanhangdrüse angereichert wird. Diese ist ein erbsengroßes Organ, welches den menschlichen Hormonhaushalt steuert. Die Strahlung in der Hirnanhangdrüse führt zu schwerwiegenden Wachstums- und Reifestörungen. Von anderen Radionukliden müssen ähnliche schädigende Wirkungen erwartet werden. Sie sind gossenteils aber noch unerforscht.

Wir haben hier ausführlich die Gefährdung der Bevölkerung durch ein Atomkraftwerk im "Normalbetrieb" dargestellt, weil die ständige Gefahr nicht nur durch eine Reaktorkatastrophe droht, sondern ebenso von der ständigen Vergiftung der Umwelt. Außerdem stellen sich nach einer Reaktorkatastrophe wie jetzt bei Tschernobyl gerade die Fragen nach den Problemen einer dauerhaften Vergiftung der Umwelt für uns stärker als jemals zuvor. Wir wissen heute noch nicht, wieviel Krebs, wieviel Leukämie, welche Lebensverkürzung, welche Erbschäden insgesamt durch die Atomkraftwerke verursacht werden. Ein Atomkraftwerk kann nicht länger als etwa 30 Jahre in Betrieb sein. Es soll jetzt vorgebliche Energielücken schließen. Wegen eines kurzfristigen Vorteils (für wen?) wird hier die Gesamtheit der jetzt lebenden und die Erbsubstanz der folgenden Generationen aufs Spiel gesetzt.

Wir sagen deshalb, wer sich der Verantwortung gegenüber seinen Mitmenschen und der nachkommenden Generation bewußt ist, wird den Bau und den Betrieb eines Atomkraftwerkes erst dann zulassen, wenn alle

Radioaktivität allein durch Jod-131 zusammengerechnet (kumulierte Aktivität) zum Beispiel

in Kassel	598 Becquerel pro Kubikmeter
und in Darmstadt	2740 Becquerel pro Kubikmeter
	Luft.

Dies ergibt eine Belastung der menschlichen Schilddrüse nach den Angaben des hessischen Sozialministeriums

von 28,6 millirem beim Kind und
von 13,5 millirem beim Erwachsenen in Kassel,

von 130,8 millirem beim Kind und
von 62,0 millirem beim Erwachsenen in
Darmstadt.

Nach den verwendeten Berechnungsfaktoren der Strahlenschutzverordnung erhielt die Bevölkerung bei einer 24-stündigen gleichbleibenden Jod-131-Belastung von 166 Becquerel pro Kubikmeter Luft eine zusätzliche Schilddrüsenbelastung von 126 millirem. Eine Tagesbelastung von 100 Becquerel pro Kubikmeter Luft ergibt 76 millirem Schilddrüsendosis für einen Erwachsenen, der nach einem Tag etwa 20 Kubikmeter Luft eingeatmet hat.

In Berlin verursachte die Jod-131-Belastung der Luft vom 30. April bis zum 8. Mai 1986 eine Schilddrüsendosis von

49 millirem beim Kind und
11 millirem beim Erwachsenen.

Die Bewertungskonstanten, mit denen aus der Becquerel-Angabe die Äquivalentdosis in rem berechnet wird, sind für jedes Radionuklid, für Organe und Ganzkörper sowie für Kinder und Erwachsene verschieden. Ihre Festlegung in der Strahlenschutzverordnung oder bei wissenschaftlichen Berechnungen entspricht einer unsicheren Schätzung der möglichen biologischen Wirkung. Die Vereinbarung über die im Strahlenschutz gültigen Bewertungskonstanten ist nicht

frei von subjektiven Einflüssen und widersprüchlichen Interessen.

In der Berichterstattung fiel auf, daß offizielle Angaben oft versuchten, reale Werte eher nach unten als nach oben zu drücken. Die Angaben der Becquerel-Werte bezogen auf Flächen- oder Raummaße ermöglichte die Wahl der jeweils am günstigsten wirkenden Bezugsgrößen.

Niederschläge waschen die radioaktiven Partikel aus. Wo Regen fiel, sank die Luftbelastung.

Am 9. Mai 1986 lagen die gemessenen Luft-Werte fast überall wieder im Bereich der sonst "normalen" Meßwerte.

Belastung der Böden

Die radioaktiven Teilchen der Luft lagerten sich am Boden ab. Regen verstärkte die Belastung sprunghaft. Das Niederschlagswasser in Berlin enthielt zum Beispiel am 8. Mai 1986 bis zu 5000 Becquerel pro Liter. Jod-131 hatte einen Anteil von 400 Becquerel pro Liter. Die Gesamtbelastung im Regenwasser lag nach den Angaben des Deutschen Wetterdienstes Berlin bei 664 Becquerel pro Liter.

Bei Autos, die in einen Gewitterregen gekommen waren, stellten die Meßgeräte 20000 bis 40000 Becquerel pro Quadratmeter Aktivität fest.

Bereits am 4. Mai 1986 meldete Baden-Württemberg aus der Region Ulm Spitzenbelastungen von 170000 Becquerel pro Quadratmeter Boden.

Am 6. Mai 1986 hatten Baden-Württemberg 3200 bis 16000 Becquerel pro Quadratmeter, Schleswig-Holstein

Je 1 Million zusätzlich mit 1 millirem (Ganzkörperdosis) belasteter Menschen erkranken an Krebs:

0,1 bis 0,5 Menschen nach BEIR
und 3 bis 5 Menschen nach Gofman und
Tamplin.

Als "Faustregel" kann man sagen, daß je Million zusätzlich mit 1 Millirem bestrahlter Menschen pro Jahr ein zusätzlicher Krebsfall zu erwarten ist.

Bei der Gefährdung durch Atomkraftwerke muß berücksichtigt werden, wie die künstliche Radioaktivität eines Atomkraftwerkes sich in der Umgebung verhält. Die Radionuklide treten in vielfältige Wechselbeziehungen zur Umwelt, zu Tieren und Pflanzen. Wie sie sich in der Natur verteilen und sich in Organismen konzentrieren, unterliegt physikalisch-chemischen und physiologischen Gesetzmäßigkeiten, die noch völlig unzureichend erforscht sind. Pflanzen können Radionuklide anreichern (ständig werden kleine Mengen von Radionukliden aufgenommen und angesammelt). So kann aus einer zunächst kleinen Strahlenbelastung eine große Wirkung entstehen, wenn eine solche Pflanze vom Menschen verzehrt wird. Für einzelne Radionuklide sind Verstärkungen um mehr als einhunderttausend nachgewiesen. Ein Beispiel ist der Weg des radioaktiven Jods: Dies lagert sich zunächst auf dem Gras ab, wird von der Kuh aufgenommen und konzentriert sich in der Milch auf etwa das fünftausendfache. Trinken kleine Kinder diese Milch, lagert sich das radioaktive Jod in der Schilddrüse dieser Kinder an und führt dort zu einer extrem hohen Bestrahlung der Schilddrüse.

Um die Strahlengefährdung des Menschen richtig zu beurteilen, müssen die Nahrungsketten beobachtet werden. Der Mensch ist das Endglied aller Nahrungsketten. Er unterliegt deshalb der höchsten Konzentration und Gefährdung.

Im menschlichen Organismus verteilen sich die Radionuklide auf einzelne Organe und Zellen. So wird zum

nicht ausreichend wissenschaftlich erforscht. Eines scheint jedoch sicher zu sein: Auf jeden Leukämiefall kommen wesentlich mehr Fälle anderer Krebserkrankungen.

Dabei muß besonders berücksichtigt werden, daß die Strahlengefährdung des Embryos (das ungeborene Kind im Mutterleib) 25 bis 100 mal höher ist als beim Erwachsenen. Neugeborene und Kinder, die im Umkreis eines Atomkraftwerkes leben, tragen somit ein sehr hohes Risiko, später an Krebs zu erkranken und nicht so lange zu leben wie ihre Vorfahren.

Die Atomindustrie behauptet, die geringe Dosis künstlicher Radioaktivität sei unschädlich. Die vorliegenden wissenschaftlichen Forschungen reichen aber nicht aus, solche Aussagen zu bestätigen. Sie bestätigen eher die Richtung, daß eine ständige Bestrahlung im niedrigen Dosisbereich gefährlicher ist für Strahlenspätchäden als eine kurzfristige höhere Dosis.

Es gibt Hinweise, daß kleine Strahlenmengen zu einer allgemeinen Schwächung des gesamten Organismus und erhöhter Anfälligkeit gegenüber Krankheiten führen können. Solche Wirkungsmechanismen könnten unter anderem auf Strahleneffekte im Zellplasma zurückzuführen sein, die noch kaum erforscht sind.

Auch die Zellwände scheinen besonders empfindlich gegen radioaktive Strahlung zu sein. Versuche an künstlichen Membranen ergaben, daß Schädigungen bei geringer Strahlungsintensität wesentlich stärker waren als aus Experimenten mit hoher Strahlungsintensität erwartet worden war.

Solche Krankheiten und Schädigungen können schon durch die natürliche Strahlenbelastung hervorgerufen werden. Bei einer Zunahme der Strahlenbelastung der Menschheit ist daher mit einer Erhöhung der Zahl von Krebserkrankungen und mit einer Zunahme von Totgeburten, Mißbildungen und der Säuglingssterblichkeit zu rechnen.

Wie groß die Zunahme der Krebserkrankungen ist, läßt sich nur sehr grob schätzen. Die verschiedenen Angaben weichen daher stark voneinander ab:

230 bis 3700 Becquerel pro Quadratmeter zu verzeichnen.

Für Gras wurden im Saarland 10800 Becquerel pro Kilogramm und in Berlin 2000 Becquerel pro Kilogramm gemessen.

Die Strahlenschutzkommission gab einen durchschnittlichen Belastungswert von 10000 Becquerel pro Quadratmeter Boden für die Bundesrepublik an. Die Normalwerte liegen zwischen 200 und 3000 Becquerel Gesamt-beta-Aktivität pro Quadratmeter Boden beziehungsweise bei circa 5 Becquerel pro Kilogramm für Gras.

Nach den ersten Regenfällen in Berlin am 8. Mai 1986 sprachen die Senatsbehörden von einem Anstieg der Bodenkontamination um 30 Prozent. Die Meßwerte unabhängiger Institute lagen viel höher. Sie gaben Flächenaktivitäten bekannt, die 5 bis 20 mal über den Normalwerten lagen. An Stellen, an denen das Regenwasser verzögert abläuft, wurden bis zu 150000 Becquerel pro Quadratmeter gefunden. Die Biochemiker der Freien Universität Berlin ermittelten keinen Wert unter 50000 Becquerel pro Quadratmeter.

Am 9. Mai 1986 veröffentlichte das Hahn-Meitner-Institut Werte aus allen Berliner Bezirken, die geringere Belastungen als erwartet zeigten. Auf Asphalt lagen die Werte zwischen 1000 und 7000 Becquerel pro Quadratmeter und auf Gras zwischen 2000 und 4000 Becquerel pro Quadratmeter.

Der Umweltsenator kritisierte gleichzeitig die ermittelten höheren Oberflächenwerte und meinte, "Messungen von nichtoffiziellen Stellen seien möglicherweise mit einer großen Fehlerbreite behaftet." Er appellierte an alle Wissenschaftler, die Öffentlichkeit nicht durch unabgesicherte Werte zu verunsichern.

Auf einem Sportplatz in Frankfurt am Main ermittelten Angehörige der Universitätsklinik 7000 Becquerel pro Quadratmeter. Die Meßwerte der Strahlenmediziner lagen ebenfalls am 8. Mai 1986 im Schnitt zwei bis drei mal höher als die Meßwerte der städtischen Behörden, die veröffentlicht wurden.

Die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung in München analysierte im Regenwasser unter anderem:

80000 Becquerel Jod-131 pro Quadratmeter
24000 Becquerel Caesium-137 pro Quadratmeter
220 Becquerel Strontium-90 pro Quadratmeter
0,05 Becquerel Plutonium-239 pro Quadratmeter

Die am Boden festzustellenden Becquerel-Werte können von Ort zu Ort sehr verschieden sein. Die Aufnahmefähigkeit und Durchlässigkeit für Regenwasser oder die Schnelligkeit des Abflusses der Niederschläge beeinflussen die Ergebnisse ganz erheblich.

Am 13. Mai 1986 bestätigte das Sozialministerium von Schleswig-Holstein die gemessene Radioaktivität von 1,3 Millionen Becquerel pro Kilogramm im Schwemmgut des Stocksees bei Segeberg. Der benachbarte Große Plöner See lag bei 400000 Becquerel pro Kilogramm Schwemmgut. Auch in anderen Seen seien erhöhte Konzentrationen gleicher Art festgestellt worden. Die Werte des Stocksees fanden sich in einem auf der Wasseroberfläche treibenden Film aus Pollenstaub.

Die Berliner Oberflächengewässer lagen am 15. Mai 1986 bei 7,3 bis 11,5 Becquerel pro Liter an Jod-131 und bei 3,6 bis 4,4 Becquerel pro Liter an Caesium-137.

Sandproben aus Berliner Buddelkästen erreichten Werte von 150 bis 950 Becquerel pro Kilogramm. In den Sandkästen von Düsseldorf und Köln fand man pro Kilogramm Sand 100 Becquerel an Jod-131, in Marl 900 Becquerel an Caesium-137.

Die Nuklide dringen relativ rasch durch Sand, so daß die Sandbelastung unter den Werten anderer Bodenoberflächen lag.

artig mutierten Partner ihre unheilvolle Wirkung zeigen. Nur ein kleiner Teil der genetischen Strahlenschäden wird zu schweren körperlichen und geistigen Fehlentwicklungen führen. Der größte Teil wird eine allgemeine Schwächung der Abwehrkräfte und Stoffwechselkrankheiten verursachen und bei der Entstehung schwerer Krankheiten mitwirken. Die tatsächlichen Auswirkungen dieser Schädigungen werden erst zu einer Zeit sichtbar, in der das Atomkraftwerk nicht mehr in Betrieb ist. Im Einzelfall wird sich nicht nachweisen lassen, welche Krankheit gerade durch die Strahlung des Atomkraftwerkes verursacht wurde. Dies wird sich nur statistisch beweisen lassen.

Strahlenspätsschäden

Radioaktive Strahlung verkürzt die Lebenszeit. Dafür ist wahrscheinlich die Störung des Immunsystems durch eine chronische Strahlenbelastung verantwortlich. Die häufigsten Krankheiten durch radioaktive Strahlung sind Leukämie und Krebs aller Formen. Es ist im einzelnen noch ungeklärt, wie radioaktive Strahlung Krebs verursacht. Es sind aber inzwischen statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen Strahlung und Krebs nachgewiesen.

In der Vergangenheit nahm man an, Leukämie sei der wichtigste Strahlenspätsschaden. Dies konnte man an den Überlebenden der Atombombenexplosionen von Hiroshima und Nagasaki feststellen. Das lag zunächst daran, daß Leukämie die kürzeste Latenzzeit von fünf bis zehn Jahren hat. Heute ist aber gesichert, daß alle Krebsarten durch ionisierende Strahlung erzeugt werden. Deren Latenzzeiten können 10 bis 30 und mehr Jahre betragen. Diese Probleme sind bislang noch

rationen. Die Strahlung von Atomkraftwerken kann deshalb noch nach mehreren Generationen zu Schädigungen führen.

Genetische Strahlenschäden

Das Erbmateriale eines Menschen umfaßt alle Informationen, welche die gesamte Erscheinungsform eines Menschen bestimmen. Die Erbinformation selbst ist in den Chromosomen des Zellkerns enthalten. Mutation nennt man die Änderung des genetischen Materials der Keimzellen, welche eine veränderte Information dieses genetischen Materials der Keimzelle zur Folge haben.

Folgende Gesetzmäßigkeiten gelten heute als wissenschaftlich gesichert:

1. Alle Arten energiereicher Strahlung lösen Mutationen aus,
2. zur Auslösung von Mutationen müssen die Keimzellen durch Strahlung betroffen werden,
3. Mutationen werden durch Strahlung bei allen Organismen, also auch beim Menschen hervorgerufen,
4. es werden alle Formen von Mutationen durch Strahlung erzeugt,
5. natürliche und durch künstliche Strahlung erzeugte Mutationen können nicht unterschieden werden,
6. für die Auslösung von Mutationen kann keine unwirksame geringste Dosis angegeben werden.

Mutationen werden in dominante und rezessive eingeteilt: Dominante Mutationen werden in der Generation, in der sie auftreten, biologisch als Schaden sichtbar. Rezessive Mutationen dagegen können unbemerkt von Generation zu Generation übertragen werden und erst beim Zusammentreffen mit einem zufällig gleich-

Am 11. Mai 1986 veröffentlichte das Bundesinnenministerium folgende Übersicht:

	Süden	Westen	Norden
Regenwasser	7000	50 - 1500	270 - 7000
Gesamt-beta-Aktivität	Jod-131	20 - 400	500
	Caesium-137	Caesium-137	Caesium-137
	(Werte in Becquerel pro Liter Wasser)		
Boden	25000	1000 - 12000	bis 5000
	Jod-131	Jod-131	Jod-131
	10000	100 - 1000	
	Caesium-137	Caesium-137	
	(Werte in Becquerel pro Quadratmeter)		
Gras	20000	2000 - 10000	200 - 3000
	Jod-131	Jod-131	Jod-131
	3000	800 - 2000	40 - 600
	Caesium-137	Caesium-137	Caesium-137
	(Werte in Becquerel pro Quadratmeter)		

Der im amtlichen Bericht des Bundesinnenministeriums von 1983 aufgeführte Zustand vor Tschernobyl sah im Vergleich folgende Meßwerte:

Luft	0,0000043	Becquerel pro Kubikmeter an Caesium-137
	0,0037	Becquerel pro Kubikmeter an Jod-131
Regenwasser	0,159	Becquerel pro Liter als Jahresmittelwert für langlebige Beta-Strahler
Boden	maximal 16	Becquerel pro Quadratmeter an Jod-131
	maximal 31	Becquerel pro Quadratmeter an Caesium-137
	maximal 416	Becquerel pro Quadratmeter für langlebige Beta-Strahler

Am 16. Mai 1986 betrug die Gesamt-Aktivität der Bodenfläche vor dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin 4000 Becquerel pro Quadratmeter, am 17. Mai 1986 3100 Becquerel pro Quadratmeter.

Die gemessenen Sandwerte in Berlin lagen zwischen 126 und 253 Becquerel pro Kilogramm für Jod-131 und zwischen 177 und 203 Becquerel pro Kilogramm für Caesium-137.

Das bayerische Umweltministerium meldete am gleichen Tag hohe Werte in den Waldböden. Dort wurden im Oberflächenhumus bis drei Zentimeter Tiefe zwischen 441 und 947 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137 gefunden, im Mittel 689. Die Vergleichswerte der Gärten, Parks und Wiesenanlagen in den bayerischen Städten lagen teilweise erheblich unter diesem Wert. So ergaben Messungen in München im Mittel 298 Becquerel pro Kilogramm Bodenprobe, in Augsburg 402, in Nürnberg 132 und in Regensburg 54 für Caesium-137. Die Werte der tiefen Bodenschichten zeigten, daß die radioaktiven Partikel noch in der Oberfläche hingen.

In Berliner Bodenproben aus zehn Zentimetern Tiefe wurden 44 Becquerel pro Kilogramm an Jod-131 und 21 an Caesium-137 gemessen. In 20 Zentimetern Tiefe fand man 18 Becquerel pro Kilogramm an Jod-131 und 4 an Caesium-137.

Die Stadt München stellte im Klärschlamm 910 Becquerel pro Kilogramm an Jod-131, 8680 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137 und 4690 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-134 fest. Die Klärschlamm-Verbrennung wurde am 8. Mai 1986 bis auf weiteres eingestellt.

Im Berliner Klärschlamm gab es Maximalwerte von 3500 Becquerel pro Kilogramm für Jod-131.

Bei der durchschnittlichen Verbrennungsleistung erreichten damit die beiden Berliner Anlagen Emissionswerte, die 18000-fach höher lagen als die durchschnittlichen Jod-131-Emissionen des Atomkraftwerkes Neckar-Westheim im Jahr 1985.

In den Luftfiltern von Klimaanlage reichert sich die Radioaktivität an. Die Berliner Messungen zeig-

Im "Normalbetrieb" gibt ein Atomkraftwerk ständig Radionuklide an die Umwelt ab. Für das Atomkraftwerk in Wyhl zum Beispiel hatte die Betreiberfirma KWS beantragt, jährlich 88000 Curie = 3,256 Billionen Becquerel = 3256 Milliarden Becquerel über den Kamin in die Umwelt zu blasen. Wenn jedes Jahr die gleiche Menge langlebiger Nuklide in die Umgebung gelangt, steigt die Strahlenbelastung ständig an, denn die strahlenden Teilchen vom "Vorjahr" sind ja noch vorhanden und nur zu einem winzigen Teil zerfallen. Über das Abwasser wird ebenfalls eine Vielzahl radioaktiver Substanzen abgelassen. Von einigen Nukliden weiß man bereits heute, wie gefährlich sie sind. Bei einem Unfall ist es dem Atomkraftwerk sogar erlaubt, eine Strahlung von 25000 millirem abzugeben. Am nächsten Tag wird dann in der Zeitung stehen: "Niemand kam zu Schaden, unzulässige Mengen Radioaktivität wurden nicht abgegeben." Allerdings wird man in der Umgebung -und wie wir nach Tschernobyl sehen, bei einem größeren Unfall auch noch in sehr sehr großer Entfernung - die gesamte Milch, das Obst, das Gemüse, die Reben vernichten müssen, da sie nicht mehr gefahrlos verzehrt werden können.

Im "Normalbetrieb" eines Atomkraftwerkes wird die Bevölkerung vor allen Dingen mit Strahlen im niedrigen Dosisbereich belastet. Diese Strahlung führt zu einer unspezifischen Störung der Normalanordnung des Chemismus und in den Strukturen der betroffenen Zelle. Strahlengeschädigte Zellen, die sich weiter vermehren, zeigen erst nach vielen Zellgenerationen einen sichtbaren Schaden. Der zeitliche Abstand zwischen der Bestrahlung und dem sichtbaren Schaden (man spricht hier von Latenzzeit) kann viele Jahre betragen. Bei Erbschäden beträgt die Latenzzeit oft mehrere Generationen. In allen Fällen spricht man von Strahlenschäden.

Von genetischen Strahlenschäden wird gesprochen, wenn die Erbsubstanz der Keimzellen betroffen ist. Der genetische Schaden einer Keimzelle wird auf alle Zellen des neuen Organismus übertragen und auch an alle nachfolgenden Generationen weitergegeben. Der Schaden vervielfacht sich deshalb im Laufe der Gene-

tung. Es ist sehr leichtsinnig, wenn Bundes- und Landesregierungen auf der Grundlage dieses Konzeptes die Gefährlichkeit von Atomkraftwerken beurteilen.

Natürliche Strahlung und Strahlung aus künstlichen Quellen sind zwar in ihren physikalischen Wirkungen vergleichbar. Das biologische und ökologische Verhalten der künstlichen Radionuklide ist jedoch derart, daß sichere Vergleichsmöglichkeiten mit der natürlichen Radioaktivität nicht möglich sind.

Die Wege und die Konzentrationen einzelner radioaktiver Atome in Nahrungsketten und im biologischen und ökologischen Stoffwechsel sind bisher zu wenig erforscht.

Die biologische Wirkung der Strahlen

Die biologische Wirkung ionisierender Strahlung ist abhängig davon, welche Makromoleküle, welche Zellstrukturen, welche Organe und wieviele Zellen vom Schaden betroffen sind. Je nach der zeitlichen Dauer der Schädigung kann zwischen akuten (das heißt sofort erkennbaren) Strahlenschäden und Spätschäden unterschieden werden. Bei Menschen treten schwerwiegende akute Strahlenschäden nur bei einigen hundert rad auf. Bestrahlungsdosen dieser Größenordnungen sollen von Atomkraftwerken im Betrieb nicht abgegeben werden. Bei einer Reaktorkatastrophe ist jedoch, wie die Geschehnisse zeigen, mit einer solchen Strahlung zu rechnen.

ten Werte bis zu 250000 Becquerel pro Quadratmeter, Baden-Württemberg nannte am 9. Mai 1986 einen Mittelwert von 500000 Becquerel pro Quadratmeter Filterfläche.

Die Anreicherung der Radioaktivität im Pollenstaub, auf Luftfiltern und im Klärschlamm verdeutlicht die Unwägbarkeit der allgemeinen Belastung. Die Gefahren durch Anreicherungsprozesse von Radionukliden in der Ökosphäre und in der Biosphäre lassen sich kaum abschätzen, geschweige denn kontrollieren. Einen wirksamen Schutz vor der neuen Radioaktivität aus dem Kernreaktor gibt es nicht. An allen Orten und in allen Lebensbereichen werden die Menschen auf einen höheren Strahlenpegel treffen als vor der Katastrophe von Tschernobyl.

Die oberflächlich an Pflanzen haftenden radioaktiven Partikel werden aufgenommen.

Die in den Boden eingewaschenen Nuklide gelangen über die Wurzeln in die Pflanzen. Über die Pflanzen wiederum erreichen die Nuklide die Tiere, sammeln sich im Fleisch und in der Milch. Über pflanzliche und tierische Lebensmittel nimmt der Mensch die gesammelte Radioaktivität zu sich. In Nahrungsketten angereicherte Radionuklide verstärken die Endbelastung der Lebensmittel.

Vergleich mit natürlicher Radioaktivität und Kernwaffen-Fall-out

Die in Tschernobyl freigesetzte und über die Atmosphäre verteilte Radioaktivität sollte mit den natürlich vorhandenen Radionukliden und dem Kernwaffen-Fall-out verglichen werden. Die neue Gefahr muß mit vorhandenen Erfahrungen in bezug gesetzt werden, damit die Menschen ihr Ausmaß realistisch begreifen können. Die kosmische Strahlung aus dem Weltall erzeugt in der Atmosphäre radioaktiven Wasserstoff (Tritium) und Kohlenstoff 14. Im Erdboden sind die natürlichen Radionuklide Kalium 40, Uran 238, Thorium 232 und Uran 235 mit ihren jeweiligen Zerfallsprodukten vorhanden:

Radionuklid	Halbwertszeit in Jahren	Beim Zerfall emittierte Strahlung
Tritium	12	beta
Radiokohlenstoff 14	5700	beta
Kalium 40	1,3 Milliarden	beta u. gamma
Uran 238	4,5 Milliarden	alpha
Uran 234	250000	alpha
Radium 226	1600	alpha u. gamma
Blei 210	22	beta u. gamma
Thorium 232	14 Milliarden	alpha
Radium 228	5,7	beta u. gamma
Thorium 232	1,9	alpha u. gamma
Uran 235	700 Millionen	alpha u. gamma

(Tabelle natürlicher Radionuklide)

diesem Schaubild aufgetragen. Bei demselben Teilchen sind Dosisleistungen von 1 bis 10000 rad je Stunde festzustellen.

Solche inkorporierten Substanzen können in ihrer Gefährlichkeit durch Dosisangaben in rem nie erfaßt werden, weil Dosisangaben in jeder Größenordnung möglich und berechtigt sind.

Daneben bestehen auch meßtechnische Schwierigkeiten: Inkorporierte alpha- oder beta-Strahler können meßtechnisch nicht erfaßt werden, da ihre Strahlung wegen der geringen Durchdringungsfähigkeit in biologischem Gewebe nicht bis zur Oberfläche des Körpers durchdringt. Zum Beispiel kann Strontium völlig unbemerkt vom Organismus aufgenommen und gespeichert werden. Es gibt praktisch keine Möglichkeit, seine Existenz im lebenden Körper festzustellen und nachzuweisen. Die Verseuchung erfolgt im meßtechnischen Dunkel. Falsch wäre der Schluß: Was ich nicht messen kann, ist ungefährlich.

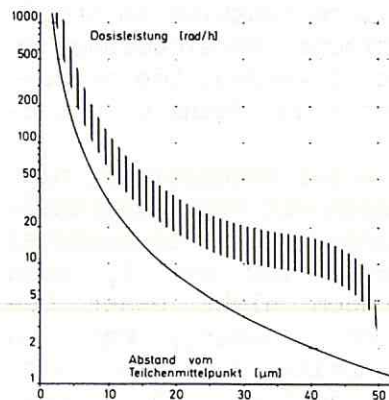
Natürliche Radioaktivität ist vorrangig Außenstrahlung. Soweit natürliche Radionuklide inkorporiert werden, beruht die Strahlenbelastung wesentlich auf dem Kalium 40, welches sich über den ganzen Körper gleichmäßig verteilt und sich nicht anreichert. Davon wesentlich unterschieden ist die künstliche Radioaktivität, durch die in der Natur unbekannte neue radioaktive Isotope aller Elemente erzeugt werden. Die Belastung durch künstliche Radioaktivität beruht im wesentlichen auf der Inkorporation künstlicher Radionuklide. Diese werden vom Körper entsprechend ihrer chemischen Eigenschaften in den verschiedenen Organen in unterschiedlicher Konzentration gespeichert und führen so zu einer völlig neuartigen biologischen Strahlengefährdung.

Wir folgern daraus:

1. Natürliche und künstliche Radioaktivität ist auf der Basis des rem-Konzeptes nicht vergleichbar.
2. Das rem-Konzept gibt kein verlässliches Maß über das tatsächliche Strahlenrisiko durch Kernspal-

treter unterliegen. Das ist in diesen Tagen auch aus den sich widersprechenden öffentlichen Mitteilungen über die Höhe zulässiger Grenzwerte deutlich geworden. Sicher ist dabei nur, daß es keine untere Grenze für die Schädlichkeit radioaktiver Strahlung gibt. Dennoch wird das Strahlenrisiko von Atomkraftwerken auf der Basis des millirem-Konzeptes errechnet.

Das folgende Beispiel zeigt, wie unzureichend und fehlerhaft dieses Konzept ist: Nach der Definition wird die Angabe in millirem auf das Gewicht der bestrahlten Organe und Körper bezogen (Energiedosis in rad x Qualitätsfaktor). Bei inkorporierten Substanzen ergeben sich dadurch je nach der Bezugsgröße völlig unterschiedliche Werte: 25 mikro-Curie = 925000 Becquerel (Bq) Jod 131 belasten zum Beispiel den ganzen Körper des Menschen mit 14 bis 20 millirad, die Keimdrüsen mit 30 bis 50 millirad, die Schilddrüse mit 25000 bis 50000 millirad. Bei beta-Strahlung werden rad und rem gleichgesetzt.



Dosisleistung (Energieleistung pro Stunde) in der Umgebung eines radioaktiven Teilchens in biologischem Gewebe:

Betaaktives Teilchen mit 50 Piko-Curie = 1,85 Becquerel (nach Rajewski et al. 1962), schraffiert: Alphaaktives Teilchen mit 0,5 bis 1 Piko-Curie = 0,0185 bis 0,037 Becquerel.

Aus: Weish/Gruber, Radioaktivität und Umwelt, Seite 119

Die Dosis in der Umgebung eines radioaktiven Teilchens im biologischen Gewebe ist abhängig von der Entfernung vom Mittelpunkt der Strahlenquelle in

Natürliche Radionuklide im Boden, in der Luft und in Nahrungsmitteln belasten den Menschen durch äußere und innere Bestrahlung. Die gesamte natürliche Strahlenbelastung beträgt in der Bundesrepublik durchschnittlich 110 millirem pro Jahr. Die natürlichen Radionuklide gelangen über die Nahrung, das Trinkwasser und die Atemluft in den Körper (Inkorporation). Die dadurch verursachte innere Strahlung beträgt circa 30 millirem pro Jahr. Kalium-40 verteilt sich im ganzen Körper relativ gleichmäßig. Radium-226 wird überwiegend wie Kalzium im Knochen abgelagert. Inkorporiertes Kalium-40 belastet den Organismus mit circa 20 millirem pro Jahr am stärksten (1 millirem = ein tausendstel rem). Im Erdboden erreicht Kalium-40 Konzentrationen bis zu 300 Becquerel pro Kilogramm. Uran 238 und Thorium 232 erreichen im Mittel Konzentrationen von 30 Becquerel pro Kilogramm. Im Trinkwasser und in der Nahrung betragen die Konzentrationen nur noch etwa ein Tausendstel der Bodenwerte.

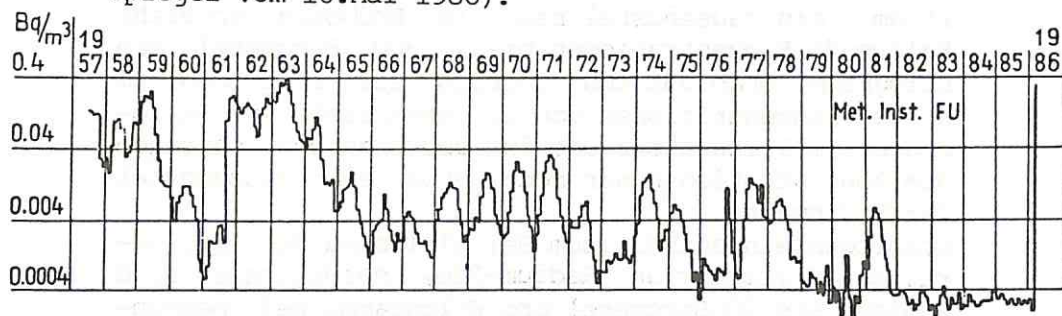
Granitgestein enthält zum Beispiel etwa 500 Becquerel pro Kilogramm an Radium-226, natürlicher Sand weniger als 20 Becquerel pro Kilogramm. Bei Messungen der Atemluft in Innenräumen konnte in der Bundesrepublik eine mittlere Radon-222-Belastung von 40 Becquerel pro Kubikmeter festgestellt werden. Ein Prozent der untersuchten Wohnungen wies Konzentrationen über 220 Becquerel pro Kubikmeter Atemluft auf.

Im Mineralwasser enthaltenes Radium 226 erreicht Konzentrationen von 0,4 Becquerel pro Liter.

Die Radionuklide eines Atomreaktors sind jedoch mit den natürlichen Radionukliden nur beschränkt vergleichbar, da die strahlenden Substanzen verschieden sind. (Vergleiche die Ausführungen in den späteren Kapiteln.)

Der Kernwaffen-Fall-out vergangener Jahre enthielt jedoch weitgehend gleiche Radionuklide wie die strahlende Wolke aus Tschernobyl.

Die Nuklearmächte führten 1945 bis 1963 insgesamt 379 Kernwaffenversuche in der Atmosphäre durch. Nach 1963 ließ Frankreich noch 41 und China 21 Atombomben in der Atmosphäre explodieren. In den letzten Jahren vor dem Teststopp-Vertrag von 1963 erfolgten jährlich 30 bis 40 Versuche. Die dadurch verursachte erhöhte Radioaktivität der Luft und des Niederschlagswassers erreichte in Berlin zum Beispiel einen Höchstwert von 0,4 Becquerel pro Kubikmeter Luft im Jahr 1963. Am 30. April 1986 verursachte die Tschernobyl-Wolke in Berlin mit 7 Becquerel pro Kubikmeter Luft einen zwanzigfach höheren Meßwert (Der Tagespiegel vom 10. Mai 1986):



Im FU-Institut für Meteorologie werden seit Mitte 1957 regelmäßig die Werte für die natürliche (kurzlebige) und für die langlebige (künstliche) Radioaktivität der Luft und des Niederschlagswassers gemessen. Die Ergebnisse werden seit 1960 täglich in der Berliner Wetterkarte und seit 1962 in monatlichen oder jährlichen Beilagen veröffentlicht. Die Meteorologen können damit die längste Meßreihe zur Verfügung stellen, die in Berlin vorliegt. Das Diagramm, das die Monatswerte im Zeitraum von 1957 bis einschließlich April 1986 der künstlichen oder langlebigen Radioaktivität im logarithmischen Maßstab wiedergibt, ist ein Vorabdruck der aktuellen Wetterkarte. Es zeigt, daß vor dem Reaktorunfall die höchsten Monatsmittelwerte von fast 0,4 Bq (Becquerel) im Jahre 1963 und die niedrigsten von 1982 an mit Werten unter 0,0004 Bq/m³ aufgetreten sind. Die künstliche Radioaktivität war also 1963 tausendmal intensiver als in der Zeit von 1982 bis 1985. Der vieljährige Mittelwert der natürlichen Radioaktivität der Luft liegt in Berlin bei 7 Bq/m³. Die damaligen hohen Werte wurden durch die oberirdischen Kernwaffenversuche ausgelöst. Der höchste Tageswert aus dieser Zeit wurde am 9. November 1962 mit 1,41 Bq/m³ künstlicher Radioaktivität gemessen. Die Reaktor-Katastrophe in Tschernobyl hat das bisherige Maximum der 29-jährigen Meßreihe weit übertroffen. Am 30. April 1986 wurde am FU-Institut für Meteorologie ein Tageswert von 6,96 Bq/m³ erreicht. Am 28. April registrierten die Meteorologen noch 0,003 Bq. Am 29. April waren es dann 2,48 und am 30. April 6,96 Bq. Schon am 1. Mai sank der Wert der künstlichen Radioaktivität wieder auf 0,028 Bq/m³.

Das Meteorologische Institut der Freien Universität Berlin verwendet eine besondere Meßmethodik für die langlebigen Nuklide. Die sogenannte "künstliche" Radioaktivität ist mit den direkt ermittelten Gesamt-beta-Werten der Luft nicht vergleichbar. Die spezielle Meßreihe verdeutlicht jedoch die quantitativen Unterschiede zwischen dem Atomwaffen-Fall-out von 1963 und dem Atomkraftwerks-Fall-out von Tschernobyl 1986.

Die Atomwaffen-Tests in der Atmosphäre produzierten bis 1976 radioaktive Substanzen, die einem Kernspal-

Die Neutronenstrahlung in Atomkraftwerken ist heute die wichtigste Quelle von künstlichen radioaktiven Nukliden. Es werden radioaktive Elemente erzeugt, die sich anders als die natürlichen Radionuklide in der Umwelt verhalten.

Natürliche und künstliche Radioaktivität

Um die biologische Wirkung der Radioaktivität zu treffend zu erfassen, muß zwischen Strahlenarten und Strahlern unterschieden werden. Die biologische Wirksamkeit der Radionuklide hängt nämlich nicht nur von der Strahlungsenergie und der Ionisationsdichte ihrer ausgesandten Strahlen ab. Es muß auch die chemische Form der Radionuklide, ihre Funktion im Stoffwechselkreislauf, ihre spezifische Anreicherung in einzelnen Organen berücksichtigt werden. Die einzelnen radioaktiven Substanzen sind deshalb unterschiedlich giftig.

Die sogenannte Äquivalentdosis zur Beschreibung biologisch schädigender Belastungen mit den Maßeinheiten rem beziehungsweise millirem (= ein tausendstel rem) oder Sieverts (Sv) (1 Sv = 100 rem), kann diese unterschiedlichen Wirkungen nicht exakt berücksichtigen. (Vergleiche auch im Anhang, bei den Erläuterungen zu den Maßeinheiten). Sie entsprechen keiner physikalisch objektiven und exakten Risikobeurteilung, sondern unterliegen Einflüssen relativer biologischer Wirksamkeit, die nach Maßgabe experimenteller Ergebnisse durch Übereinkunft festgelegt werden und deshalb auch den subjektiven Ansprüchen unterschiedlicher Interessen und deren Ver-

1. Welche Strahlenqualitäten fallen an (alpha-, beta- oder gamma-Strahlen)?
2. Welcher chemischen Natur sind die künstlich erzeugten radioaktiven Stoffe? Welche strahlenden Teilchen, welche radioaktiven Stoffe werden produziert?

Grundvoraussetzung jeder wissenschaftlich redlichen Aussage über die künstliche Radioaktivität ist die Unterscheidung zwischen Strahlen und Strahlern, also Teilchen, die Strahlung aussenden. Diese Unterscheidung wird in der Diskussion um die Schädlichkeit systematisch unterschlagen.

Bei der künstlichen Radioaktivität können zwei Bereiche unterschieden werden: der Gebrauch in der Medizin und die Anwendung der Kerntechnik für militärische und friedliche Zwecke.

Die heutige Medizin verursacht einen großen Anteil an zusätzlicher Strahlenbelastung durch Röntgenuntersuchungen, Röntgendurchleuchtungen und zu einem kleinen Teil durch therapeutische Bestrahlungen. Die Gefahren der Röntgenuntersuchungen sind zunehmend erkannt worden.

Deshalb werden besonders strahlengefährdete Personen (Kinder und Heranwachsende) nur in Notfällen geröntgt. Röntgenaufnahmen des Unterleibs bei Schwangeren sind in der Bundesrepublik grundsätzlich verboten. Bei der medizinischen Anwendung kann im Einzelfall abgewogen werden zwischen dem Nutzen und dem Risiko durch die Strahlung. Diese Abwägung können die Bürger aber nicht treffen bei der künstlichen Radioaktivität durch Kernwaffenversuche und Atomkraftwerke.

Durch Kernwaffenversuche in der Atmosphäre wurden stark radioaktive Spaltprodukte freigesetzt, die von den Luftströmungen weltweit verbreitet wurden und mit dem Niederschlag auf den Boden kamen (Fall-out). Seit 1964 nimmt in der Bundesrepublik die Umweltradioaktivität aus den Bombentests ab. Aber noch immer lassen sich Radionuklide aus den Atombombenversuchen der sechziger Jahre nachweisen.

tungsanteil von circa 145 Megatonnen entsprechen. Der Atomreaktor in Tschernobyl enthielt schätzungsweise das radioaktive Inventar einer 13 Megatonnen-Atombombe.

Bei dieser Katastrophe wurde also etwa ein Zehntel der Radioaktivität aller atmosphärischen Atombombenversuche in wenigen Tagen freigesetzt.

In den sechziger Jahren belastete der Kernwaffen-Fall-out die Bundesbürger mit etwa 8 millirem pro Jahr. Die Gesamtbelastung der Weltbevölkerung durch die Atomtests in der Atmosphäre schätzen die Vereinten Nationen auf insgesamt 120 millirem pro Mensch. Die Belastung durch von außen wirkende und inkorporierte Strahlenquellen wird etwa gleich hoch angesetzt. Als Folge des Fall-outs konnten abhängig von der jährlichen Regenmenge in einzelnen Regionen der nördlichen Erdhalbkugel zum Beispiel Bodenwerte von 370 bis 3700 Becquerel pro Quadratmeter an Caesium 137 gemessen werden.

Nach den Angaben der Münchner Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung waren die Caesium-137-Werte durch Tschernobyl um das Fünffache höher als beim radioaktiven Fall-out der sechziger Jahre. Spitzenwerte der Milch lagen 1962 bis 1965 bei 4 Becquerel pro Liter an Jod-131 und 10 Becquerel pro Liter an Caesium-137. Nur 1963 hatte die Milch eine durchschnittliche Belastung von 10 Becquerel pro Liter durch Caesium-137.

Die Atomwaffenversuche in der Atmosphäre sollen nach Abschätzungen der Vereinten Nationen über 150000 Todesopfer verursacht haben und noch weiterhin verursachen.

Die gesundheitlich gefährlichen Auswirkungen des Kernwaffen-Fall-outs führten in den sechziger Jahren zu einer weltweiten erfolgreichen Wissenschaftler-Offensive zur Verhinderung der Atomtests in der Atmosphäre.

Die Belastung der Bundesrepublik Deutschland durch die Radioaktivität aus Tschernobyl muß realistischerweise mindestens zehnfach höher eingeschätzt

werden als der bisher auf das Land gerechnete Kernwaffen-Fall-out. In einzelnen Regionen ist eine einhundertfach größere Belastung anzunehmen.

Das Jahresmittel des radioaktiven Gehalts aller Niederschläge in der Bundesrepublik belief sich 1962 nach Aussagen des Deutschen Wetterdienstes auf 27,9 Becquerel pro Liter. 1963 lagen die Werte bei circa 40 Becquerel pro Liter. Nach dem Teststopp-Abkommen sanken die Werte. Der Erdboden erhielt über das gesamte Jahr 1963 im Durchschnitt zusammengerechnet 28200 Becquerel pro Quadratmeter an Aktivität zugefügt. Jeder Deutsche soll damals mit seinen Lebensmitteln 463 Becquerel Strontium und 4200 Becquerel Caesium-137 übers Jahr verteilt zu sich genommen haben.

Die deutlich höhere radioaktive Belastung der Bundesrepublik und Berlins durch Tschernobyl im Vergleich zum Atomwaffen-Fall-out ist unbestritten. Die verschiedenen Angaben schwankten zwischen fünf mal und einhundert mal so hoch.

Belastung der Lebensmittel

Die am Boden befindlichen Radionuklide aus Tschernobyl werden in der gesamten Ökosphäre sozusagen verstoffwechselt. Nach einiger Zeit belasten sie das Grundwasser und gelangen ins Trinkwasser. Pflanzen und Tiere nehmen die Nuklide auf und reichern sie an. Der Mensch steht am Ende solcher Anreicherungsprozesse. Die Inkorporation der Radionuklide über die Nahrungsmittelkette stellt die größte und lange anhaltende Gefahr für die Gesundheit dar. Etwa 20 Prozent des im Boden enthaltenen Caesium-137 wird von den Pflanzen aufgenommen. Wie sich andere

mäßig in einzelnen Organen ab und bewirken so eine Strahlenbelastung von innen. Das wichtigste natürliche inkorporierte Radionuklid ist Kalium 40, welches sich gleichmäßig im ganzen Körper verteilt. Aufnahme und Ausscheidung von Kalium-40 stehen im Gleichgewicht.

Das gesamte biologische Leben auf der Erde steht seit Jahrmillionen unter dem Einfluß von Radioaktivität aus kosmischen und terrestrischen Quellen. Die Belastung resultiert im wesentlichen aus der Mesonenkomponente der Höhenstrahlung und der gamma-Strahlung der im Boden vorhandenen natürlichen Radionuklide. Inkorporierte natürliche radioaktive Substanzen verursachen eine innere Belastung, die etwa 20 Prozent der gesamten natürlichen Strahlenbelastung ausmacht. Diese Strahlung können wir als natürlichen Lebensfaktor betrachten. Wir können jedoch daraus nicht den Schluß auf die Unschädlichkeit der Strahlung ziehen. Die wissenschaftliche Meinung geht heute davon aus, daß die natürliche Strahlenbelastung einen Teil der insgesamt auftretenden Krankheiten verursacht. Allerdings liegen noch keine hinreichenden Untersuchungen vor, die nachweisen können, inwieweit natürliche Radioaktivität Mißbildungen, Krebserkrankungen und andere Krankheiten verursacht.

Künstliche Radioaktivität

Zusätzlich zur beschriebenen natürlichen Strahlenbelastung gelangt immer mehr künstliche Radioaktivität aus unterschiedlichen Quellen in die Umwelt und beeinflusst Mensch und Natur. Eine exakte strahlenbiologische Beurteilung aller künstlichen Radioaktivitätsquellen muß zwei Fragen berücksichtigen:

porierte Nuklide bedeutsam, das heißt Nuklide, die durch die Atmung oder die Nahrungsaufnahme in den Körper gelangen.

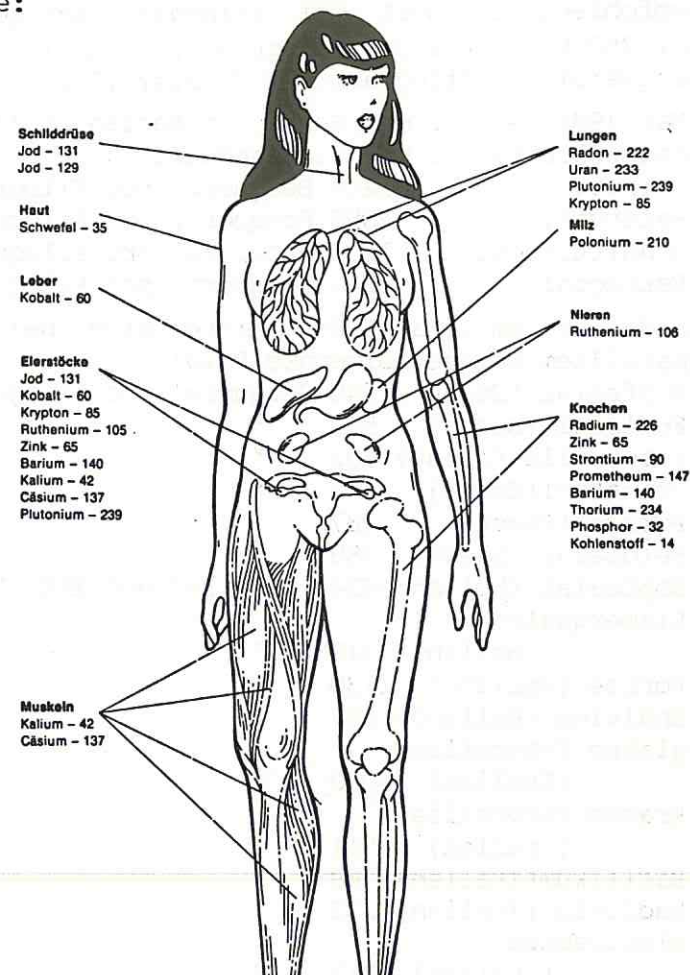
Die kosmische Strahlung aus dem All besteht überwiegend aus energiereichen Protonen. Diese lassen durch Reaktion mit den oberen Schichten der Lufthülle der Erde die sekundäre kosmische Strahlung entstehen, welche den Menschen auf der Erdoberfläche trifft. Zwischen der Bildung der Radionuklide (radioaktiver Kohlenstoff und Wasserstoff) und dem natürlichen Zerfall besteht ein Gleichgewicht. Ein Teil der Höhenstrahlung wird auch von der Luft aufgefangen, so daß die Intensität der Höhenstrahlung von der Höhe über dem Meeresspiegel abhängig ist. Der Aufenthalt in höheren Gebirgslagen verstärkt die Belastung durch die kosmische Strahlung und etwa alle 1500 Meter verdoppelt sich die Strahlungsintensität.

Die Strahlung aus dem Erdboden (terrestrische Strahlung) entstammt den natürlich vorkommenden Nukliden Thorium und Uran (Thorium-232, Uran-238 und Uran-235). Von diesen Nukliden gehen die natürlichen Zerfallsreihen aus. Die Elemente haben Halbwertzeiten von Jahrmilliarden. Ihr natürlicher Zerfall ist deshalb seit der Entstehung der Erde noch nicht abgeschlossen. Die Zerfallsreihe führt über mehrere radioaktive Nuklide zum stabilen Element Blei. Die terrestrische Strahlung ist also abhängig vom Gehalt des Bodens an Uran und Thorium. Dieses findet sich in den tiefen Bodenschichten häufiger als an der Erdoberfläche. Die sogenannte alpha- und beta-Strahlung (vergleiche die späteren Ausführungen) der zerfallenden Nuklide dringt nicht durch das Gestein bis an die Erdoberfläche. Dort läßt sich nur die gamma-Strahlung nachweisen. Die biologische Belastung des Menschen durch terrestrische Strahlung besteht also ausschließlich aus elektromagnetischer Wellenstrahlung.

Die natürlichen Radionuklide (Uran und Thorium und ihre Zerfallsprodukte) gelangen aber auch über die Luft, das Trinkwasser und die Nahrungsmittel in den menschlichen Körper. Sie lagern sich dort ungleich-

langlebige Nuklide verhalten werden, kann bisher niemand absehen.

Wo die radioaktiven Stoffe über die Nahrungskette im menschlichen Körper angereichert werden können, zeigt sehr anschaulich das folgende Schaubild, wie es am 3. Mai 1986 in der Tageszeitung taz abgebildet wurde:



Wo radioaktive Stoffe sich im Körper konzentrieren

Über die Anreicherungswege Atemluft-Kuh-Milch und kontaminiertes Gras-Kuh-Milch erreichten einzelne Milchproben Spitzenwerte von zum Beispiel 1300 Be-

cquerel pro Liter am 3.Mai 1986 in Baden-Württemberg und von 5000 Becquerel pro Liter am 4.Mai 1986 in Hessen.

Die Strahlenschutzkommission der Bundesregierung legte am 5.Mai 1986 einen Richtwert für Jod-131 von 500 Becquerel pro Liter Milch fest.

Der empfohlene Richtwert bei frischem Blattgemüse lag bei 250 Becquerel pro Kilogramm für Jod 131 und 100 Becquerel pro Kilogramm für Caesium 137.

Am 6.Mai 1986 meldete der Senat von Berlin folgende gemessene Höchstwerte bei Blattgemüse:

Spinat:	1208 Becquerel pro Kilogramm
Petersilie:	2056 Becquerel pro Kilogramm
Schnittlauch:	1208 Becquerel pro Kilogramm
Estragon:	2240 Becquerel pro Kilogramm

Am Tag darauf, am 7.Mai 1986, zeigte sich bei sichergestelltem Gemüse folgendes Bild:

Kopfsalat (Soest)	540 Becquerel pro Kilogramm
Kohlrabi (Soest)	552 "
Petersilie (Soest)	292 "
Chinakohl (Soest)	632 "
Porree (Soest)	287 "
Feldsalat (Soest)	388 "
Kopfsalat (Holland)	454, 393, 267 und 260 "
Eisbergsalat (Holland)	310 "
Porree (Holland)	1130 "
Endivien (Holland)	597 "
glatte Petersilie (Italien)	4000 "
krause Petersilie (Italien)	511 "
Basilikum (Italien)	2368 "
Radiccio (Italien)	352 "
Blattgemüse (Italien)	1315 "
Feldsalat (Niedersachsen)	449 "
Schnittlauch (Hamburg)	314 "
Dill (Hamburg)	465 "

antwortlich ist es, Nichtwissen mit Gefahrlosigkeit gleichzusetzen.

Aus der geschichtlichen Entwicklung der Kernforschung dürfen wir eher annehmen: Was wir heute noch als gefahrlos betrachten, ist wahrscheinlich gefährlicher als wir denken. So nahm man zum Beispiel lange Zeit an, für körperliche Strahlenschäden gebe es einen Schwellenwert, unterhalb dessen keine Schädigungen auftreten. Erst in der Mitte der sechziger Jahre wurde die Annahme einer unschädlichen Strahlenmenge abgelöst von der Erkenntnis: Es gibt keine untere Grenze der Gefährlichkeit.

Wenn wir die Propaganda für die Atomenergie studieren, kommen wir zu dem Schluß, daß die Atomindustrie und die Regierungen ihrer Verantwortung nicht gerecht werden. Sie setzen Nichtwissen mit Gefahrlosigkeit gleich. Es wird sogar der Bevölkerung bewußt die Unwahrheit vermittelt:

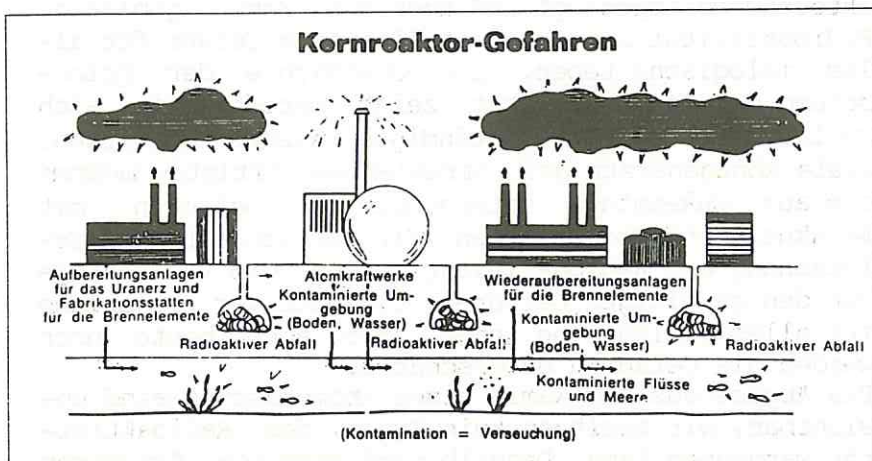
Staat und Atomindustrie behaupten immer wieder, natürliche und künstliche Strahlenbelastung sei zu vergleichen. Danach erscheint die zusätzliche Strahlenbelastung durch Atomkraftwerke nur als ein Hundertstel der natürlichen Radioaktivität, solange kein Unfall geschieht.

Natürliche Radioaktivität

Die natürliche Strahlen-Umwelt besteht aus der natürlichen Höhenstrahlung (kosmische Strahlung) und der Strahlung durch natürliche radioaktive Stoffe aus dem Erdboden (terrestrische Strahlung). Diese Strahlung trifft den Menschen von außen. Für biologisches Leben ist die Strahlenbelastung durch inkor-

bare Spaltmaterial vom Atommüll abgetrennt wird. Dieser Atommüll soll dann in Salzbergwerken gelagert werden. Eine Wiederaufbereitungsanlage gibt mehr Radioaktivität ab als eine Vielzahl von Atomreaktoren. Das eine aber bedingt das andere und so muß der gesamte Brennstoffkreislauf berücksichtigt werden.

Durch die Atomenergie werden ständig neue, in der Natur nicht vorhandene radioaktive Stoffe in großen Mengen produziert. Diese Radioaktivität kann aus un-



Aus: Forum E Nr. 2/Februar 1975, Seite 34

serer Erde nicht mehr beseitigt werden. Ihre Lebensdauer unterliegt ausschließlich den natürlichen Zerfallsgesetzen und umfaßt Zeitspannen von der Größenordnung einiger hunderttausend bis Millionen Jahre. Dieses Gefährdungspotential übersteigt deshalb alle in der Menschheitsgeschichte bekannten Ausmaße.

Die Gefahr für uns und unsere Nachkommen ist unwiderruflich. Wer sich für den Bau von Atomkraftwerken (und damit auch für Wiederaufbereitungsanlagen und Atommüllagerung) entscheidet, entscheidet sich damit für die Gefährdung allen biologischen Lebens und die Vergiftung unserer gesamten Biosphäre. Da diese Entscheidung unwiderruflich ist, verpflichtet sie zur Berücksichtigung aller möglichen Gefahren und seien sie auch noch so unwahrscheinlich. Unver-

In Baden-Württemberg wurden am 6. Mai 1986 bei Freilandgemüse ein Spitzenwert von 16000 Becquerel pro Kilogramm gemessen. Berliner Liebstöckel blieb bei 3000 Becquerel pro Kilogramm.

Am 9. Mai 1986 gab das Sozialministerium in Wiesbaden "geradezu astronomische Spitzenwerte" in Fleisch bekannt. In der Schilddrüse eines Rehs seien 17 Millionen Becquerel pro Kilogramm an Jod 131 und 3,3 Millionen Becquerel pro Kilogramm an Caesium 137 festgestellt worden. Bei Schafen hätten die Werte für Jod 131 mehr als 760000 Becquerel pro Kilogramm und bei Rindern über 300000 Becquerel pro Kilogramm Schilddrüse gelegen. Schilddrüsen würden zwar nicht gegessen, seien aber wichtige Indikatoren.

Im Muskelfleisch von Schlachttieren sei bei etwa der Hälfte der Proben eine Strahlenbelastung von 250 bis mehr als 4000 Becquerel pro Kilogramm nachgewiesen worden. Hinzu kämen bis zu 180 Becquerel pro Kilogramm Muskelfleisch an Caesium 137.

Der Vorsitzende der Strahlenschutzkommission Professor Oberhausen bezweifelte am 10. Mai 1986 die Meßwerte des hessischen Sozialministeriums. Die Gesundheitsministerin Rita Süßmuth hielt in Bonn die Angabe von Schilddrüsen-Konzentrationen für unverantwortlich, da niemand solche Drüsen verzehre. Die am 5. Mai 1986 veröffentlichten Richtwerte für Caesium-137 wurden am 8. Mai wieder aufgehoben, da die erwartete Caesium-137-Belastung kleiner als die Dosis durch die natürliche Kalium-40-Aktivität sei. Der Beitrag anderer langlebiger Nuklide zur Strahlenbelastung durch die Aufnahme in den Körper, wie Strontium-90, sei gegenüber dem Leitnuklid Caesium-137 klein.

Die Höchstbelastung der Nahrungsmittel durch langlebige Nuklide wie Caesium-137 wird nicht zum jetzigen Zeitpunkt, sondern erst nach etwa einem Jahr erreicht sein. Die Spitzenbelastung der Nahrungskette durch andere Radionuklide, die jetzt im Boden vorhanden sind, wird teilweise noch viel später eintreten. Die Strahlenschutzkommission der Bundesregierung verdrängt diese Tatsache.

Das Bundesinnenministerium veröffentlichte am 11. Mai 1986 folgende Meßwerte:

	Süden	Westen	Norden
Milch	500 - 800	20 - 400	200
	Jod-131	Jod-131	Jod-131
	250	170	20
	Caesium-137	Caesium-137	Caesium-137
	(Werte in Becquerel pro Liter)		

Spinat und Salat	3000 - 10000	300 - 2000	bis 2000
	Jod-131	Jod-131	Jod-131
	1000 - 3000	400	
	Caesium-137	Caesium-137	
	(Werte in Becquerel pro Kilogramm)		

Der Bericht des Bundesinnenministeriums von 1983 gibt eine Situationsbeschreibung vor Tschernobyl:

Milch	maximal 0,019 Becquerel pro Liter an Jod-131
	maximal 0,25 Becquerel pro Liter an Strontium-90
	maximal 0,89 Becquerel pro Liter an Caesium-137

Kopfsalat und Spinat	durchschnittlich 0,086 bis 0,093 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137
	maximal 0,18 bis 0,28 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137
	Jod-131 war nicht feststellbar
	maximal 0,84 bis 0,85 Becquerel pro Kilogramm an Strontium-90

Rindfleisch	durchschnittlich 0,39 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137
-------------	--

Bei 30 untersuchten Muttermilchproben in Berlin lagen die Werte am 9. Mai 1986 zwischen 5,5 und 45 Be-

Systeme dieser Größenordnung sind nie absolut dicht, so daß ständig aus Lecks radioaktives Wasser verlorenght. Ein Teil des Wassers aus dem Primärkühlkreislauf wird ständig entnommen und gereinigt. Der Abfall fließt mit dem Abwasser in die Flüsse. Eine Vielzahl radioaktiver Spaltprodukte gelangen so nicht nur in die Flüsse, sondern auch in das Grundwasser. Dies alles gilt in viel konzentrierterer Form für die Zeit während und nach einem Reaktorunfall.

Radioaktive Edelgase und Aerosole werden aus den Reaktorräumen abgesaugt und über den Kamin geblasen. Radioaktivität ist grundsätzlich eine Gefahr für alles biologische Leben. Die Geschichte der Erforschung der Radioaktivität zeigt beredt, wie sich vorläufiges und unvollständiges Wissen auswirken. Viele Röntgenärzte und Strahlenbeschäftigte mußten die aus Unkenntnis unterschätzten Gefahren mit Krankheit und Tod bezahlen. Mit fortschreitender Erforschung der Radioaktivität wuchs die Erkenntnis von den gewaltigen Gefahren radioaktiver Strahlung für alles biologische Leben. Aber auch heute noch werden die Gefahren unterschätzt.

Die Abgase aus dem Kamin eines Atomreaktors sind unsichtbar, wir besitzen kein Organ, das Radioaktivität wahrnehmen kann. Deshalb wird auch vom "sauberen Atomstrom" gesprochen. Wer jedoch die Gefahren der Radioaktivität kennt, wird erkennen, daß Atomstrom mit der schmutzigste Strom ist.

Oder um mit einem Wort von Albert Schweitzer zu sprechen: "Nur Leute, die nie dabei waren, wenn eine Mißgeburt ins Dasein trat, nie ihr Wimmern hörten, nie Zeugen des Entsetzens der armen Mutter waren, Leute, die kein Herz haben, vermögen den Wahnsinn der Atomspaltung zu befürworten."

Um die Gefahren für unsere Gesundheit zu beurteilen, dürfen wir nicht nur das Atomkraftwerk isoliert betrachten. Die Brennelemente für den Reaktorkern stammen aus Aufbereitungsanlagen für das Uranerz, die ebenfalls radioaktive Spaltprodukte abgeben. Die bestrahlten Brennelemente sollen in eine Wiederaufbereitungsanlage gebracht werden, wo das noch brauch-

Gefährdung durch Radioaktivität

Die Atomindustrie unterscheidet bei einem Atomkraftwerk zwischen einem bestimmungsmäßigen Betrieb (Normalbetrieb), dem Störfall-Betrieb (mit Abschaltung des Reaktors aus Sicherheitsgründen) und dem GAU, dem größten anzunehmenden Unfall.

Die Atomkraftwerksbetreiber und -hersteller gingen früher davon aus, daß selbst bei einem GAU der Reaktordruckbehälter nicht zerstört wird und der Reaktor auch nicht durchschmilzt. Spätestens seit den Katastrophen von Tschernobyl und Harrisburg kann davon nicht mehr ausgegangen werden. Da in Tschernobyl zudem nicht mit hohen Drücken gearbeitet wurde, gab es dort auch keinen Reaktordruckbehälter in diesem Sinne.

In einem Atomkraftwerk entstehen gasförmige, flüssige und feste Abfallprodukte. Die festen Abfallprodukte sollen teilweise nur kurzfristig gelagert und dann in Wiederaufbereitungsanlagen gebracht werden. Gasförmige radioaktive Stoffe werden über den Kamin, flüssige über das Abwasser an die Umwelt abgegeben. Beim Betrieb des Reaktors entstehen praktisch die radioaktiven Isotope aller chemischen Elemente. Nach drei Jahren werden die Brennelemente ausgewechselt. Ein 1000-MW-Reaktor enthält dann so viel Radioaktivität wie etwa 4000 Hiroshima-Bomben.

Durch schadhafte Brennstäbe gelangen Spaltprodukte ins Wasser des Primärkreislaufes. Durch die Neutronenstrahlung werden Kühlwasser, Reaktordruckbehälter und Betonabschirmung radioaktiv verseucht. Undichtigkeiten im Dampferzeuger lassen radioaktives Wasser in den Sekundärkreislauf gelangen. Technische

cquerel pro Liter. Am häufigsten wurden Werte zwischen 5,5 und 10 Becquerel pro Liter registriert. Der höchste Frischmilch-Wert lag am 9. Mai 1986 in Berlin bei 20 Becquerel pro Liter. Nordrhein-Westfalen meldete 50 Becquerel pro Liter Kuhmilch.

Am 17. Mai 1986 wurden für Jod-131 5 bis 30 Becquerel pro Liter und für Caesium-137 3 bis 39 Becquerel pro Liter gemessen.

Am 14. Mai 1986 tauchte erstmals radioaktives Milchpulver auf dem Markt auf. Am 17. Mai 1986 stellte die Strahlenmeßstelle in Berlin Werte zwischen 1 und 98 Becquerel pro Kilogramm Milchpulver an Jod-131 und zwischen 3 und 145 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137 fest. Auch Milch-Fertigbrei wies erhöhte Werte auf.

Für Milchprodukte wurden bis zu 31 Becquerel pro Kilogramm an Jod-131 und bis zu 35 Becquerel pro Kilogramm an Caesium-137 gemessen.

Das Veterinäramt der Stadt München gab die folgenden Messergebnisse am 16. Mai 1986 bekannt:

Produkt	Datum	Jod-131	Caesium-137	Caesium-134
Rohmilch	14.5.86	19	20	-
		20	11	-
	15.5.86	23	15	-
		52	43	-
		(Werte in Becquerel pro Liter)		
Rindfleisch	14.5.86	55	160	75
		110	20	-
	15.5.86	55	250	115
(Werte in Becquerel pro Kilogramm)				
7 Stück				
Reh-Wild	15.5.86	90-590	810-2700	405-1350
(Werte in Becquerel pro Kilogramm)				

In Berlin wurden für Caesium-137 am 22. Mai 1986 die folgenden Höchstwerte gemessen:

- 38 Becquerel pro Liter bei Milch,
- 80 Becquerel pro Kilogramm bei Milchprodukten,
- 20 Becquerel pro Kilogramm bei Rindfleisch,
- 12 Becquerel pro Kilogramm bei spezieller Kinder-
nahrung.

Die starke Kontamination der Lebensmittel durch die Radionuklide aus Tschernobyl ist das gesundheitliche Problem der kommenden Jahre. Die langlebigen Nuklide wie Caesium-137 erscheinen in sämtlichen Grund-Nahrungsmitteln: Fleisch, Gemüse, Getreide, Milch und Fisch. Ein Ausweichen auf eine andere Ernährung ist praktisch unmöglich. Die erhöhte Belastung der Lebensmittel wird sich mit Sicherheit in den nächsten Jahren nicht verringern. Das Hauptrisiko sind unsere Lebensmittel.

Das Ausmaß der Bedrohung

Die Strahlenschutzkommission der Bundesregierung sah am 8. Mai 1986 keinen Anlaß mehr, irgendwelche Lebensgewohnheiten zu ändern. Die Bevölkerung bleibt jedoch im Ungewissen über das reale Ausmaß der durchlebten und noch vor ihr stehenden Bedrohung. Eine Abschätzung fällt in der Tat schwer. Zu unsicher und widersprüchlich sind die veröffentlichten Meßdaten. Die Interpretation der verschiedenen Meßwerte erfolgt in der Öffentlichkeit konfus und widersprüchlich.

Die Normalwerte der Bodenbelastung werden zum Beispiel vom Umweltminister in Baden-Württemberg mit 2000 bis 3000 Becquerel pro Quadratmeter angegeben, das Hahn-Meitner-Institut in Berlin nennt 3000 bis

Der Unglücksreaktor bei Tschernobyl soll nach Angaben des ersten stellvertretenden Ministerpräsidenten der Sowjetunion mit 192 Tonnen Uran beladen gewesen sein. Bis zu fünf Prozent des Urans werden im Laufe der Betriebszeit und bis zum Auswechseln und Erneuern der "Brennstäbe" in andere radioaktive Spaltprodukte umgesetzt und bei einem Unfall an die Umwelt abgegeben. In einem 1000-MW-Reaktor (1 MW = 1 Megawatt = 1 Million Watt elektrische Energie) wird durch Kernspaltung Radioaktivität erzeugt, die nach einem normalen Betriebsjahr der Radioaktivität von etwa 1000 Hiroshima-Bomben entspricht.

Platzt etwa ein Dampfrohr im sogenannten Primärkreislauf oder fällt dort die Umwälzpumpe aus, so kann sich der Reaktorkern innerhalb von 20 bis 50 Sekunden auf etwa 3000 Grad Celsius erhitzen und schmelzen. Die normale Betriebstemperatur liegt nur bei etwa 300 Grad Celsius.

So eine Kernschmelze muß in Tschernobyl geschehen sein, darauf läßt zum Beispiel die Entstehung von Caesium und Kobalt schließen, die anschließend nachgewiesen worden sind. So hohe Temperaturen, wie sie zur Freisetzung von Caesium (1000 Grad Celsius) und Kobalt (2000 Grad Celsius) notwendig sind, können nur bei einer Kernschmelze entstehen.

Über die direkten Auswirkungen auf die ukrainische Bevölkerung gibt es nur ungenaue Informationen. Bis zum 22. Mai 1986 waren 13 Menschen an der akuten Strahlenkrankheit gestorben, weitere werden folgen. Spätopfer der Katastrophe werden zehntausende von Menschen in ganz Europa sein.

In einem Atomkraftwerk wird diese Kettenreaktion kontrolliert: Es werden von den freigesetzten Neutronen immer so viele Neutronen durch geeignete Substanzen aufgefangen, daß immer nur ein Neutron für eine weitere Spaltung übrig bleibt. Wird durchschnittlich weniger als ein Neutron erzeugt, bricht die Kettenreaktion zusammen.

Damit eine unkontrollierte Kettenreaktion wie bei einer Atombombe entsteht, ist eine Mindestmenge an Uran, die kritische Masse, erforderlich. Diese kritische Masse muß auch in bestimmter Weise angeordnet werden. Ein Atomreaktor enthält nicht genug spaltbares Material, um eine Kettenreaktion wie in einer Atombombe zu ermöglichen. Ein Reaktor kann deshalb nicht wie eine Atombombe explodieren. Anders ist die Situation bei dem sogenannten "Schnellen Brüter", der in Kalkar gebaut wird. Dort ist nicht auszuschließen, daß eine atombombenähnliche Explosion erfolgt.

Bei Tschernobyl ist nun, so wird übereinstimmend mitgeteilt, in der Nacht zum 26. April 1986 die atomare Kettenreaktion der Kernspaltung in einem von vier dort befindlichen 1000-Megawatt-Reaktoren außer Kontrolle geraten. Dabei soll der Reaktorkern geschmolzen sein.

Ein solches Unglück wird in der nuklearen Sicherheitsterminologie als Super-GAU bezeichnet.

Tagelang wurden radioaktive Strahlung und vor allem radioaktive Teilchen in die Umgebung abgegeben und von Wind und Wetter über Tausende von Kilometern in alle Himmelsrichtungen verteilt. Noch vor etwa zehn Jahren wurde von Befürwortern der Atomenergie behauptet, ein solches Unglück sei nahezu ausgeschlossen oder könne höchstens alle zehntausend Jahre während des Betriebs eines Reaktors einmal passieren. Bereits 1979 war jedoch auf Three Mile Island, nahe der US-amerikanischen Stadt Harrisburg, ein ähnliches Unglück geschehen, bei dem jedoch nur ein Fünftel der Uranbrennstäbe des Reaktorkerns durchbrannten, wie berichtet wird.

10000 Becquerel pro Quadratmeter, ein Institut der Freien Universität Berlin gibt 10000 bis 12000 Becquerel pro Quadratmeter vor.

Vor der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl lagen die Werte in Berlin nach Angaben des Hahn-Meitner-Instituts durchschnittlich unter 1000 Becquerel pro Quadratmeter Bodenfläche.

Die Angaben zur normalen Luftbelastung liegen übereinstimmend zwischen 1 und 10 Becquerel Gesamt-beta-Aktivität pro Kubikmeter.

In Berlin betrug der jährliche Mittelwert 6 bis 7 Becquerel pro Kubikmeter.

Für Milch und Gemüse gelten in den einzelnen Bundesländern mit unterschiedlicher Begründung unterschiedliche Richtwerte. 500 Becquerel pro Liter setzte die Bundesregierung als Richtwert für Jod-131 in der Milch an. Berlin, das Saarland und Bremen setzten Richtwerte von 100 Becquerel pro Liter Milch, Hamburg 50, Hessen verlangte 20 Becquerel pro Liter.

Unabhängige Wissenschaftler empfehlen 7 Becquerel pro Liter Kuhmilch für Jod-131. Für Gemüse gelten 250 Becquerel pro Kilogramm an Jod-131 und nur noch in Hessen und Berlin 100 Becquerel pro Kilogramm bei Caesium-137.

Die Strahlenschutzkommission begründet ihre Richtwerte mit folgender Annahme: Wenn ein Kleinkind eine Woche lang täglich einen Liter Milch mit 500 Becquerel pro Liter an Jod-131 trinkt, erhält es eine Schilddrüsendosis von 3 rem. Die Strahlenschutzverordnung setzt die Grenze bei 90 millirem (1 millirem = ein tausendstel rem) pro Jahr.

Beim Gemüse nimmt die Strahlenschutzkommission einen Reinigungsfaktor von 5 beim Waschen an und erwartet dann bei 250 Becquerel pro Kilogramm "keine wesentliche Erhöhung der Strahlenexposition gegenüber der durch Jod-131 in der Milch bedingten Exposition". Der empfohlene Richtwert für Caesium-137 von 100 Becquerel pro Kilogramm ergibt "bei einem Schätzwert des langfristigen Verzehrs von 100 Kilogramm sowohl beim Kleinkind als auch beim Erwachsenen eine durch-

schnittliche Körperdosis von etwa 10 millirem". Nach der Aufhebung des Richtwertes meinte der Vorsitzende gegenüber der Presse, daß die Belastung durch die langlebigen Spaltprodukte, bei denen das Caesium nur ein Leitnuklid darstelle, geringer sei als die natürliche Strahlenbelastung. Das mit dem Caesium vergleichbare Kalium-40 verursache eine natürliche innere Strahlenbelastung von 100 bis 200 millirem im Jahr. Die akkumulierte Zusatzbelastung durch Caesium betrage nur 10 millirem. Aber:

Die natürliche Kalium-40-Dosis liegt bekanntermaßen nur bei 20 millirem pro Jahr, und die anderen Nuklide, für die Caesium das Leitnuklid darstellen soll, verhalten sich im Körper ganz anders als Kalium-40. Sie reichern sich an.

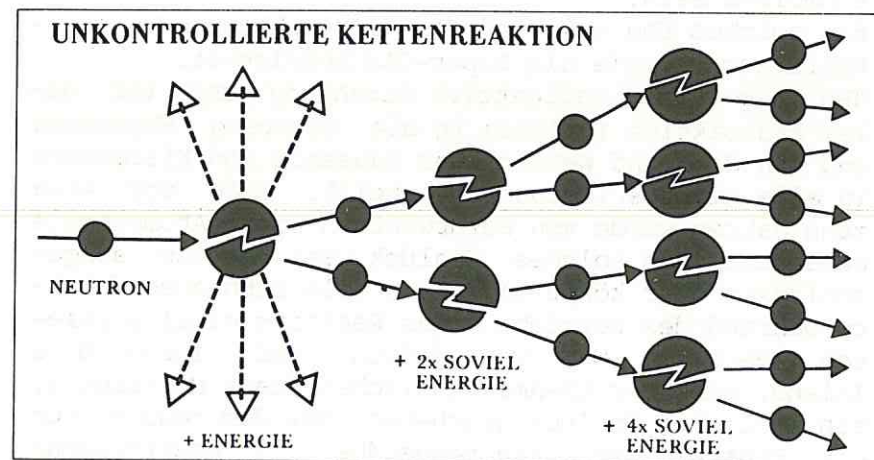
Am 10. Mai 1986 berechnete das Bundesgesundheitsministerium auf der "Grundlage der im gesamten Bundesgebiet sowie in West-Berlin gemessenen Werte der Luft, der Böden und der Bewuchskontamination" den Gehalt von Jod-131 und Caesium-137 im Fleisch. Unter Berücksichtigung eines Fleischverzehrs von 75 Kilogramm pro Jahr ergäbe sich eine Jod-131-Dosis von 500 millirem in einer Schilddrüse des Erwachsenen und eine Caesium-137-Ganzkörperbelastung von 6 millirem ebenfalls beim Erwachsenen. Zusätzlich wird angegeben, daß die durchschnittlich gemessenen Werte noch bei einem Drittel bis einem Zehntel der Berechnungswerte lägen. Es bestünde also keinerlei Gefährdung bei der Ernährung.

Am 16. Mai 1986 zog die Strahlenschutzkommission der Bundesregierung ihre vorläufige Schlußbilanz. Die empfohlenen Richtwerte für Frischmilch und Blattgemüse sollen nur noch vier Wochen lang gelten. Unter Berücksichtigung der gemessenen Strahlenbelastung durch Caesium-137, Caesium-134, Jod, Tellur und elf weitere Radionuklide, berechneten die Experten für das Jahr 1986 eine Dosis von 90 millirem bei Kleinkindern und von 70 millirem bei Erwachsenen in besonders belasteten Regionen. Diese Werte verglich

anderen Kraftwerk, das mit Kohle, Erdöl oder Gas betrieben wird, nur zu etwa 33 Prozent in elektrische Energie verwandelt werden. 67 Prozent der erzeugten Wärme werden in die Umgebung, an die Flüsse und an die Luft als "Abfall" abgegeben.

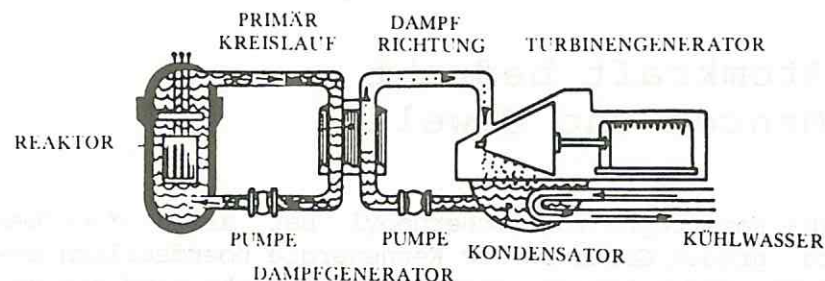
Unkontrollierte und kontrollierte Kettenreaktion

Bei der Spaltung eines Urankerns werden durchschnittlich zwei bis drei Neutronen freigesetzt. Wenn diese Neutronen wieder einen Urankern spalten, kommt eine Lawine ins Rollen. Bei jeder neuen Spaltung verdoppelt sich die Zahl der Neutronen, die neue Kerne spalten. Gleicherweise verdoppelt sich ständig die freigesetzte Energie. Eine solche Kettenreaktion führt zu einer gewaltigen Energiefreisetzung und einer ungeheuren Menge Radioaktivität. Nach diesem Prinzip explodiert eine Atombombe.



Aus: Forum E/Nr. 2/Februar 1975, Seite 32

DRUCKWASSERREAKTOR

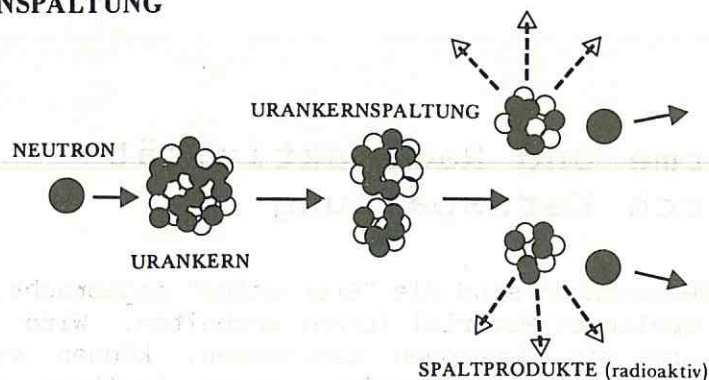


als bei der Verbrennung eines Atoms. Die Spaltung von einem Gramm Uran liefert ebensoviel Wärme wie die Verbrennung von 2,5 Tonnen Steinkohle.

Bei der Spaltung des Urankerns entstehen zwei neue Atomkerne und weitere Neutronen, die wiederum Urankerne spalten können. Die Spaltprodukte sind radioaktiv, das heißt sie senden ständig Teilchen verschiedener Natur und Energie aus, die wie Geschosse in das Gewebe des menschlichen Körpers eindringen und dieses zerstören können. Schon kleine Mengen radioaktiver Strahlung kann Hautschäden, Krebs und andere Krankheiten erzeugen. Es muß deshalb verhindert werden, daß radioaktive Spaltprodukte aus dem Reaktor in die Umgebung gelangen.

Die entstehende Wärme kann jedoch wie auch bei jedem

KERNSPALTUNG



Aus: Forum E/Nr. 2/Februar 1975, Seite 32

die Strahlenschutzkommission mit der natürlichen Strahlenbelastung von 200 millirem pro Jahr.

Dem kundigen Beobachter fällt auf, daß die bisher üblichen und unbestrittenen Angaben, über die durchschnittliche natürliche Strahlenbelastung in der Bundesrepublik bei 110 millirem pro Jahr liegen. Weshalb setzt die Strahlenschutzkommission diesen Wert plötzlich und unbegründet höher an?

Zur Strahlenbelastung durch Radionuklide auf dem Boden erklärte die Kommission: "Die Analyse dieser Faktoren zeigt, daß beispielsweise die beiden Strontiumisotope Sr 89 und Sr 90 eine Strahlendosis der Knochenoberfläche von fünf mrem (millirem, d.Red.) bewirken. Verglichen auf der Basis der effektiven Dosis ist der Beitrag der Strontiumisotope etwa ein Prozent der Cäsiumisotope. Der Beitrag der übrigen Radionuklide ist noch wesentlich geringer."

In ihren Berechnungen geht die Kommission davon aus, daß ein Mensch in der Bundesrepublik durch die Nahrungsaufnahme während der ersten drei Monate nach Tschernobyl einer aus dem Caesium stammenden Strahlendosis von durchschnittlich 6 millirem ausgesetzt ist. Bisher an 19 Kindern in München durchgeführte Ganzkörpermessungen hätten Aktivitätswerte ergeben, die maximal eine Strahlendosis von 1 millirem durch die beiden Caesiumisotope 134 und 137 hervorriefen. Davon abgesetzt müsse man die Dosen aus der Jod-Aktivität sehen: Die Schilddrüsendosis bei Kleinkindern werde "in der Regel unter 1 rem (=1000 millirem, d.Red.) liegen". Auf den ganzen Körper bezogen ergeben sich daraus folgende Werte: Bei bisher durchgeführten Ganzkörpermessungen an 100 Kindern im Alter von ein bis 10 Jahren in Frankfurt, München, Homburg/Saar und in Düsseldorf hätten die maximal festgestellten Aktivitätswerte einer Strahlendosis der Schilddrüse von 50 millirem entsprochen.

Am gleichen Tag forderten Kieler Radiologen, daß Schwangere, Kleinkinder und Heranwachsende mit einer minderbelasteten Spezialnahrung versorgt werden, die entweder aus älteren Vorräten stammen müsse, in Ame-

rika oder der Südhalbkugel der Erde geerntet worden sei.

Sie begründeten dies mit der hohen Gesundheitsgefährdung durch die Radioaktivität aus Caesium-137 und Strontium-90.

Die Forderung der Wissenschaftler stützt sich auf Messungen, die in München und Heidelberg veröffentlicht worden waren. Sie zeigten für Caesium-137 Werte an, die fünf- beziehungsweise zehnmal so hoch lagen wie nach den Atomtests vor über 20 Jahren. Dabei ergab sich, daß die Aktivitätskonzentration von Caesium-137 in Milch mit 78 Becquerel pro Kilogramm zur Zeit über 210 mal so hoch liegt wie vor dem Unglück und der Strontiumgehalt mit 14 Becquerel pro Kilogramm 70 mal so hoch. Vor der Explosion in Tschernobyl galt nach den Berechnungen der Wissenschaftler - basierend auf der Strahlenschutzverordnung - für Caesium-137 bei Kleinkindern ein Grenzwert von 5,6 Becquerel pro Kilogramm, für Strontium-90 ein Grenzwert von 0,15 Becquerel pro Kilogramm. Ein Liter Flüssigkeit mit dem Richtwert von 500 Becquerel pro Liter an Jod-131 für Milch gilt nach der Strahlenschutzverordnung als "Sondermüll", für den besonderen Entsorgungsvorschriften gelten.

Das sogenannte Leitnuklid Caesium-137 ist für die mittelfristige Lebensmittelbelastung wichtig. Längerfristig aber viel bedeutsamer wird das Strontium-90.

Nach den bisher veröffentlichten Messungen liegt das Verhältnis der Aktivität von Caesium zu Strontium im Fall-out aus Tschernobyl bei 80 zu 1 bis 30 zu 1.

Zum Vergleich mit den Angaben der Strahlenschutzkommission der Bundesregierung berechnete Th. Schwiling, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fraktion der Alternativen Liste im Abgeordnetenhaus von Berlin, folgende Belastungen bei einer Caesium-137 Kontamination von 100 Becquerel pro Kilogramm:

Durch den Jahresverzehr von 90 Kilogramm Gemüse und 75 Kilogramm Fleisch beim Erwachsenen beziehungsweise von 36 Kilogramm Gemüse und 30 Kilogramm Fleisch

Atomkraft bedroht Mensch und Umwelt

Die Katastrophe von Tschernobyl hat allen Menschen die großen Gefahren der Kernenergie überdeutlich bewußt werden lassen. Doch Atomkraftwerke sind als gesundheitliches Risiko nicht nur im Katastrophenfall bedeutsam. Bereits im störfallfreien Normalbetrieb geben alle Atomkraftwerke Radioaktivität an die Umgebung ab. Selbst kleinste Mengen können ernstzunehmende Folgen verursachen.

Atomkraft bedroht Mensch und Umwelt nicht nur durch Katastrophen. Weshalb dies so ist und auf welche Weise dies geschieht, erklärt die folgende populäre Einführung in die besondere Wirkung der Radioaktivität aus Atomkraftwerken.

Kernreaktoren in Atomkraftwerken erzeugen Wärme und gefährliche Radioaktivität. Mit Hilfe der Wärme wird im Normalbetrieb Wasserdampf und mit ihm wie bei herkömmlichen Kraftwerken über Turbinen und Generatoren elektrischer Strom erzeugt.

Wärme und Radioaktivität durch Kernspaltung

Im Reaktorkern sind die "Brennstäbe" angebracht, die das spaltbare Material (Uran) enthalten. Wird dieses Uran mit Neutronen beschossen, können einige Urankerne gespalten werden. Diese Spaltung setzt Energie frei, die etwa eine Million mal größer ist

hoch, daß jetzt die Diskussion über die zusätzliche Jod-131-Belastung der Milch mit kritischen Kontrahenten und Befürwortern der Atomkraftwerke für Ärzte schwierig ist.

Selbstkritische Radiologen schätzen, daß die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch die medizinische Röntgendiagnostik auf ein Zehntel reduziert werden könnte ohne daß sich die Qualität und die Sicherheit der Diagnose verschlechtere.

Dennoch gilt, daß die Radioaktivität aus Atomkraftwerken alle Menschen gleichermaßen und besonders schwangere Frauen, Säuglinge und Kleinkinder überdurchschnittlich belastet. Eine verantwortliche individuelle Beurteilung von Nutzen und Schaden ist in der Medizin prinzipiell immer möglich, in der Atomindustrie nie.

Ernstzunehmende und engagierte Ärzte wie Albert Schweitzer oder der frühere Präsident der Landesärztekammer Niedersachsen, Dr. Paul Eckel, kämpften mit überzeugenden Argumenten für den Stopp der Atomwaffenversuche. Die Katastrophe von Tschernobyl brachte uns eine vergleichbare, eher höhere gesundheitliche Bedrohung.

Die wirksamste und sinnvollste gesundheitliche Vorbeugemaßnahme gegen die Folgen atomarer Katastrophen liegt in der Vermeidung ihrer Ursache.

beim Kind liege die zusätzliche Strontium-90-Belastung zwischen

21 und 55 millirem beim Erwachsenen

und zwischen

62 und 161 millirem beim Kind.

Die Knochen-Dosis durch den "Knochensucher" Strontium-90 betrage

230 bis 600 millirem beim Erwachsenen

und 243 bis 631 millirem beim Kind.

Die Ganzkörperbelastung durch beide Nuklide, Cesium-137 und Strontium-90 ergäbe

42 bis 75 millirem beim Erwachsenen

und 73 bis 171 millirem beim Kind.

Diese Berechnung mittels der üblichen Bewertungsfaktoren im Strahlenschutz verdeutlicht die viel zu hoch gesetzten Grenzen der empfohlenen Richtwerte und die Bedeutung der langlebigen Nuklide wie Strontium-90, die von der Strahlenschutzkommission vernachlässigt werden.

In den Nahrungsmitteln kann Strontium-90 im Vergleich zum Cesium-137 aus dem Tschernobyl-Fall-out beim Erwachsenen eine dreifach höhere und beim Kind eine siebzehnfach höhere innere Strahlenbelastung verursachen.

Die Schlußbilanz der Strahlenschutzkommission setzt den Strontium-Anteil geringer an als gemessen wurde und beschönigt die relativ größere Gefahr, die von diesem Radionuklid ausgehen kann.

Die festgeschriebenen Grenzwerte der Flächenbelastung im Strahlenschutz erlauben bis zu 3700 Becquerel pro Quadratmeter, bei alpha-Strahlern bis zu 370 Becquerel pro Quadratmeter auf Arbeitskleidung und Bodenflächen.

Im kontrollierten Sicherheitsbereich von kerntechnischen Anlagen sind 37000 Becquerel pro Quadratmeter, bei alpha-Strahlern nur 3700 Becquerel pro Quadratmeter zugelassen.

Diese Werte verdeutlichen das außerordentlich hohe Ausmaß der real vorhandenen radioaktiven Belastung der Lebensmittel und der Böden in der Bundesrepublik und in Berlin.

Die Berechnungen der Strahlenschutzkommission sind wenig glaubwürdig. Sie jongliert mit Zahlenangaben, die das Bemühen um Verharmlosung der Strahlen-Realität zu durchsichtig aufzeigen. Bereits am 6. Mai 1986 schätzte ein Berliner Radiologie-Professor der Freien Universität, daß die bisherige zusätzliche Belastung der Berliner Bürger durch die Radioaktivität aus Tschernobyl bei etwa 10 millirem liege. Ein anderer Strahlenschutzfachmann schätzte für das Saarland 40 bis 70 millirem.

Ein Mitglied der optimistisch argumentierenden Strahlenschutzkommission gab für Südbayern folgende Schätzung:

In den nächsten 50 Jahren würden für den einzelnen Bürger 1000 millirem zusätzliche Strahlenbelastung durch den Unfall in Tschernobyl anfallen. Dies entspräche einer durchschnittlichen Jahresdosis von 20 millirem mehr als bisher. In den ersten Jahren läge die Belastung deutlich höher, später niedriger.

Das bayerische Umweltministerium sagte am 16. Mai 1986: Die in den Boden eingewaschenen Nuklide aus der Luft würden über die Wurzeln in die Pflanzen und direkt über das Gemüse oder indirekt über Fleisch und Milch in die Nahrungskette der Menschen gelangen. Bei Caesium-137 müsse mit einer maximalen Folgedosis von rund 300 millirem in den nächsten 50 Jahren gerechnet werden. Dies bedeute im Mittel eine zusätzliche jährliche Strahlenbelastung in der Größenordnung von rund fünf Prozent der natürlichen Strahlenbelastung in den nächsten 50 Jahren. Die anderen radioaktiven Partikel, insbesondere Strontium-90 und -89, seien von untergeordneter Bedeutung.

pro Jahr. Eine einfache Lungenaufnahme verursacht eine Hautoberflächendosis von circa 100 millirem. Übliche Röntgenaufnahmen können Belastungen zwischen wenigen millirem und über 1000 millirem Ganzkörperdosis verursachen. Bei einer Mammografie zur Untersuchung der Brust beträgt die Exposition circa 500 millirem.

Die Strahlenbelastung durch nuklearmedizinische Diagnostik verdeutlicht folgende Tabelle:

Strahlenbelastung von Erwachsenen in der nuklearmedizinischen Diagnostik (Richtwerte nach Wolf, 1967) (nach: Radiologisches Zentrum der Universität Heidelberg (Hg): Radiologie und Strahlenschutz, Springer-Verlag 1972)

untersuchtes Organ bzw. Methode	Radiopharmakon	verwendete Aktivität (µCi)	kritisches Organ	Strahlenbelastung (mrd)		
				kritisches Organ	Ganzkörper	Gonaden
Schilddrüse	Na ¹³¹ I	25	Schilddrüse	25000-50000	14-20	30-50
	⁹⁹ Tc ^m O ₄ Na	1000	Schilddrüse	200	14	16
Niere			Darm	1000	14	16
	¹³¹ I-o-Jodhippursäure	25	Niere	13	2	2
	¹⁹⁷ Hg-Chlormerodrin	100	Nierenrinde	3000	10	30
	²⁰³ Hg-Mersalyl	200	Nierenrinde	25000	30	60
	⁹⁹ Tc ^m -Fe-Komplex	2000	Niere	2000	12	30
Blutvolumen	⁵¹ Cr-Erythrocyten	100	Blut	300	50	60
	¹³¹ I-Serumalbumin	10	Ganzkörper	20	20	30
Schilling-Test	⁵⁷ Co-Vitamin B ₁₂	0,5	Leber	300	30	50
Ferrokinetik	⁵⁹ Fe	25	Blut	1500	400	500
Hirntumoren	⁹⁹ Tc ^m O ₄ Na	10000	Darm	10000	140	160
	¹⁹⁷ Hg-Chlormerodrin	700	Nierenrinde	21000	70	210
	¹³¹ I-Serumalbumin	400	Ganzkörper	800	800	1200
	¹⁹⁸ Au-colloidal	100	Leber	4000		
Leber	⁵¹ Cr-Erythrocyten	400	Milz	10000	100	120
Milz	¹⁹⁷ Hg-BMHP	400	Nieren	13000	100	160

20000 Schirmbildaufnahmen sollen bis zu 20 Leukämie-Erkrankungen auslösen können.

Röntgenaufnahmen während einer Schwangerschaft erhöhen nachweisbar das Krebsrisiko der betroffenen Kinder, wie mehrere Untersuchungen zeigen.

Die von der Medizin akzeptierte Schilddrüsenbelastung durch früher erfolgte Radio-Jod-Tests lag so

charakterisierte bereits im zweiten ihrer bisher sechs umfangreichen Berichte im Jahre 1962 den Wert von beta-Bestimmungen wie folgt:

"Die prinzipielle Unzulänglichkeit dieser Messungen besteht darin, daß das Alter der untersuchten Radioaktivitäten, mit wenigen Ausnahmen, unbekannt bleibt. Das Energiespektrum der Strahlung und die Zusammensetzung der Aktivitäten der einzelnen Atomarten ist ebenfalls nicht bekannt. Daher ist es unmöglich, diese Daten für eine genaue Bewertung der Gesundheitsrisiken ... zu verwenden. Im Hinblick auf die erhebliche Arbeit, die in der Welt auf Messungen der Gesamt-beta-Aktivität der Luft (und der Niederschläge) verwendet wurde, bleibt zu hoffen, daß die allgemeine Nutzlosigkeit von Gesamt-beta-Messungen stärker zur Kenntnis genommen wird und zukünftige Meßprogramme entsprechend modifiziert werden, damit sie aussagekräftige Resultate ergeben."

Besondere Überwachungsprogramme sind bei Milch, Freilandgemüse, Fleisch (insbesondere bei Wild), Fisch und anderen Wassertieren notwendig. Orientierende Messungen der beta-Aktivitäten sollten vorsichtige Grenzwerte von circa 4 Becquerel pro Kilogramm als Einstieg in genauere Untersuchungen ansetzen. Gleichzeitig sollten Messungen der Gesamtgamma-Aktivität erfolgen. Die Meßwerte selbst müssen nach radioökologischen Kriterien und nicht nur physikalisch nach Aktivitätsgrößen beurteilt werden. Bei einer deutlich erhöhten radioaktiven Grundbelastung der Lebensmittel wäre die Einführung einer Kennzeichnungspflicht des Radioaktivitätsgehaltes und die kontrollierte Ausgabe von strahlungsarmen Nahrungsmitteln für besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen empfehlenswert und sinnvoll.

Ärzte sollten bei ihren Ratschlägen die Belastung der Bevölkerung durch unnötige oder nicht streng angezeigte Röntgendiagnostik berücksichtigen. Die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung mit Maßnahmen der Röntgendiagnostik liegt bei 50 millirem

Die Kenntnisse der Fall-out-Konzentrationen aus den sechziger Jahren und die widersprüchlichen und beschönigenden Angaben der Bundesregierung und ihrer Strahlenschutzkommission zwingen derzeit zur realistischen und nüchternen Schlußfolgerung:

Die Katastrophe von Tschernobyl wird die Menschen in der Bundesrepublik Deutschland und in Berlin mit mindestens 10 millirem, wahrscheinlicher aber mit 100 millirem pro Jahr zusätzlich belasten.

Die Radionuklide aus dem Atomreaktor sind unwiederbringlich Teil unserer Umwelt geworden. Die bisherige natürliche Strahlenbelastung wird sich durchschnittlich verdoppeln.

Daraus kann nach dem Stand der Wissenschaft eine Risikoabschätzung gegeben werden. Es gibt keine unschädliche Strahlendosis. Jede zusätzliche Radioaktivität setzt zusätzliche Schäden und löst zusätzliche Krankheiten aus.

Aus dem die Risiken sicher nicht überbewertenden BEIR-Bericht der Nationalen Akademie der Wissenschaften der USA läßt sich für die Bundesrepublik bei einer um 100 millirem erhöhten Strahlenbelastung folgende Risikosituation ableiten:

- mindestens 160 bis 500 schwere genetische Erkrankungen mehr pro Jahr als früher,
- mindestens 500 bis 2600 Krebsfälle mehr pro Jahr,
- von etwa tausend Mitbürgern zwei mehr, die vorzeitig an irgendeiner Krankheit sterben,
- von etwa hundert Mitbürgern drei mehr, die an allgemeinen Gesundheitsstörungen leiden werden.

Nach den Erfahrungen der Strahlenbiologie verdoppelt sich die Spontanrate der Erbänderungen (Mutation) beim Menschen durch eine Keimzellenbelastung zwischen 30 und 80 rem. Bei untersuchten menschlichen Genen (Erbeinheiten) liegt die spontane Mutationsrate in der Größenordnung von einmal bei jedem zweiten bis zwanzigsten Menschen während einer Generation. Bei 100 millirem zusätzlicher Belastung sind damit

unter der Voraussetzung linearer Extrapolation auf eine Million Bestrahlter zwischen 60 und 17000, nach anderen Autoren zwischen 30 bis 150 zusätzliche Erb- gutveränderungen wahrscheinlich. Nur ein Teil davon entfaltet krankmachende Wirkung. Erbschäden äußern sich als "angeborene" Krankheiten, Organschäden, Stoffwechselstörungen und in Todgeburten oder Früh- aborten.

Das direkte Mißbildungsrisiko für ungeborene Kinder durch eine zusätzliche Strahlenbelastung von 100 millirem ist als gering bis nicht vorhanden zu be- werten. Unbestritten ist aber, daß embryonales Gewe- be besonders strahlenempfindlich reagiert. Strahlen- schäden in den ersten drei Wochen der Schwanger- schaft führen zum Absterben des Embryos und zum Abort. Von der dritten bis zur zwanzigsten Schwan- gerschaftswoche kann Radioaktivität die Organbildung stören. Bisher unerforscht ist jedoch, welche Dosis in welchem Gewebe welche Auswirkungen hat.

Im Vergleich zu bekannten Mißbildungsrisiken wie Rauchen, Alkohol-Konsum oder Medikamenteneinnahmen während der Schwangerschaft sind strahlenverursachte Mißbildungen bei kleinen Dosen nicht nachweisbar. Die Erhöhung des Krebsrisikos für das Kind bei ge- ringen Strahlenbelastungen in der Schwangerschaft ist statistisch jedoch nachgewiesen.

Die Frage, wieviele Krebskrankheiten durch radioak- tive Strahlung ausgelöst werden, ist wissenschaft- lich kontrovers. Die Schätzungen resultieren aus Er- fahrungswerten, die bei hohen Strahlenbelastungen vorhanden sind. Die lineare Extrapolation der Strah- lenwirkung wird von Experten als zu positiv oder zu negativ beurteilt.

Die Strahlenbiologie rechnet damit, daß bei einem millirem Strahlungserhöhung auf 1 Million Menschen 0,1 bis 0,5 Krebsfälle mehr entstehen werden. Einige Wissenschaftler geben 1 Krebsfall an, andere erwar- ten bei der spezifischen Radioaktivität aus Kern- spaltprozessen 10 Fälle auf 1 Million Menschen je 1 millirem zusätzlicher Strahlung jährlich.

Nach diesen Angaben liegt das erhöhte Krebsrisiko für die Bundesrepublik bei einer zusätzlichen Strah-

der Strahlenbelastung der Muttermilch in ihrem Risi- ko geringer einzuschätzen als der Schaden für das Kind und seine Gesundheit, wenn es nicht gestillt wird.

Der Berliner Embryotoxikologe Spielmann wies darauf hin, daß nach der Gabe von Jodid die Konzentration in Muttermilch um das 20- bis 30-fache höher liegt als im mütterlichen Blutplasma. Das sei eine Beson- derheit bei Jodid, da bei anderen Stoffen im allge- meinen höchstens eine Verdoppelung erreicht werde. Die starke Anreicherung von Jodid in Muttermilch ist im Normalfall für die Funktion der Schilddrüse im Rahmen der frühkindlichen Entwicklung wichtig. Abso- lut gegenangezeigt wäre deshalb jede Gabe von ra- dioaktivem Jod an stillende Mütter, etwa im Rahmen eines Radiojod-Testes. Eine besondere Gefährdung gehe deshalb auch von der radioaktiven Verseuchung mit Jod-131 nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl aus. Das Risiko hänge im Einzelfall von der persönlichen Exposition der Mutter ab.

Stillende Mütter sollten deshalb besonders auf ihre Ernährung achten, um Strahlenbelastungen nach Mög- lichkeit zu vermindern.

Schwangere Frauen, stillende Mütter und Kleinkinder sollten jedoch nicht zwanghaft auf alle Frischpro- dukte verzichten. Eine einseitige Ernährung mit Kon- serven und anderen dauerhaft haltbar gemachten Le- bensmitteln ist ungesund. Mögliche zusätzliche Bela- stungen durch eine Ernährung mit teilweise kontami- nierten Lebensmitteln müßten in dieser Situation eher in Kauf genommen werden, als akute Gesundheits- störungen durch einseitige Mangelernährung.

Die Frage des Abstillens und der Umstellung auf Trockenmilchprodukte erfordert in jedem Fall eine individuelle Risikoabschätzung.

Für künftige Risikobewertungen in der Lebensmittel- überwachung sind die einzelnen radioaktiven Atomar- ten wesentlich. Die Routinemessung der Gesamt-beta- Aktivitäten bringt keine ausreichende Kontrolle.

Die "Wissenschaftliche Kommission der Vereinten Na- tionen über die Wirkung atomarer Strahlung"(UNSCEAR)

- Frischgemüse und Obst aus außereuropäischen Anbaugebieten essen,
- nur nachweislich unbelastete oder keine Milch trinken,
- kein Fleisch von Wildtieren und Schafen aus europäischen Weidegebieten verzehren,
- das Essen von Fisch, Muscheln und anderen Wassertieren europäischer Herkunft vermeiden,
- Rindfleisch vorsichtig und reduziert verwenden,
- Schweinefleisch eher wie gewohnt verbrauchen und
- bei Bedarf auf Hühnerfleisch umsteigen.

Alle Lebensmittel, die vor dem Unfall geerntet, erzeugt, verarbeitet und verschlossen gelagert wurden sind unbelastet. Geschlossen verpackte Lebensmittel werden auch dann nicht radioaktiv, wenn sie neben radioaktiv verseuchten Lebensmitteln gelagert werden.

Das Waschen von Gemüse hilft nicht weiter, da die Radioaktivität im Innern der Pflanzen gespeichert ist. Durch das Kochen von Gemüse wird nur ganz wenig Radioaktivität durch die Lösung der Radionuklide im Kochwasser entfernt.

Vor allem schwangere Frauen sollten nicht belastete Lebensmittel aus Ländern verwenden, die von der radioaktiven Wolke aus Tschernobyl weitgehend verschont blieben. Auch Säuglinge und Kinder bis zu 14 Jahren müssten möglichst wenig kontaminierte Nahrung bekommen können.

Wir gehen davon aus, daß der Lebensmittel-Handel Waren mit Angaben über die radioaktive Belastung vertreiben wird. Dies gilt insbesondere für die Hersteller von Säuglingsnahrung.

Frischgemüse, Obst und Lebensmittel aus Ländern außerhalb Europas dürften unbelastet sein und für Risikogruppen empfohlen werden. Unbelastet sind auch Soja-Milch und andere Produkte der Soja-Bohne, die wegen ihres wertvollen Gehalts an Eiweißen auch als Fleisch-Ersatz verwendet werden kann.

Nach den bisher vorliegenden Messungen ist die Höhe

lenbelastung von durchschnittlich 100 millirem pro Jahr

zwischen 600 und 3000 zusätzlichen Krebserkrankungen

oder bei kritischen Annahmen zwischen

6000 und 60000 zusätzlichen Krebserkrankungen pro Jahr.

Für Berlin errechnen sich bei ungünstigen Annahmen 200 bis 2000 zusätzliche Krebsfälle jährlich,

bei günstigeren Annahmen nur 10 bis 100 zusätzliche Krebskrankheiten pro Jahr.

Die Zunahme der Krebshäufigkeit beginnt nach einer Latenzzeit von etwa 5 Jahren, steigt dann über Jahre langsam an und bleibt längere Zeit auf einem erhöhten Niveau.

Zum Vergleich: Im Jahre 1984 starben 6815 Berliner Bürger an Krebskrankheiten. In der Bundesrepublik insgesamt wurden 1983 161126 Krebstodesfälle registriert.

Eine exakte Prognose ist auf Grund der unterschiedlichen wissenschaftlichen Meinungen unmöglich. Die besondere Natur der Radioaktivität aus Kernkraftwerken und ihre spezifische biologische Gefährlichkeit durch Anreicherungsprozesse und Inkorporation von strahlenden Partikeln über die Nahrungsketten berechtigt zu relativ pessimistischen Aussagen.

Unter Berücksichtigung der bestehenden Meinungsstreits der Wissenschaftler über die krankmachende Wirkung geringer Strahlendosen und der Annahme einer durchschnittlichen Verdoppelung der bisherigen "natürlichen" Strahlenbelastung für die Bevölkerung ist die folgende Aussage realistisch und fachlich begründet:

Durch die zusätzliche Strahlenbelastung aus Tschernobyl werden in der Bundesrepublik die Krebserkrankungen nach einer Latenzzeit von wenigen Jahren um 1 bis 5 Prozent zunehmen.

Diese Prognose geht von den ungünstigsten Annahmen aus. Angesichts der herrschenden Unsicherheit bei der Einschätzung von Spätfolgen der radioaktiven Belastung ist dies jedoch die einzig seriöse Herangehensweise an eine solche Risikobestimmung. Eine naturwissenschaftlich exakte Prognose ist unmöglich. Daher ist eine ärztlich verantwortliche Aussage notwendig, die weder beschönigt noch dramatisiert. Eine Bewertung der gesundheitlichen Folgen der Katastrophe von Tschernobyl, die von relativ ungünstigen Voraussetzungen und Ableitungen ausgeht, berücksichtigt auch besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen und möglicherweise gesteigerte Strahlenempfindlichkeiten durch die Kombinationswirkung mit anderen Umweltgiften.

Ärztliche Ratschläge

Grundprinzip des Strahlenschutzes ist es, so wenig Strahlung wie möglich zuzulassen. Dieses bisher gültige Prinzip wurde von der Strahlenschutzkommission der Bundesregierung und den Behörden in der Bewältigung der Folgen der Katastrophe von Tschernobyl bisher vernachlässigt. Es ist unwiderruflich, daß die Menschen in der Bundesrepublik Deutschland und in Berlin auf Jahre hinaus mit einer deutlich erhöhten Gesamtstrahlenbelastung leben müssen.

In dieser Situation muß die individuelle Strahlenexposition so gering wie möglich gehalten werden. Nuklidfreie Nischen gibt es nicht mehr.

Die Fraktion Gesundheit in der Ärztekammer Berlin hatte unmittelbar nach der Katastrophe empfohlen:

- keine Frischmilch zu trinken,
 - kein Frischgemüse zu essen,
 - bei Regen den Aufenthalt im Freien einzuschränken,
 - in stehenden Gewässern nicht zu baden.
- Kinder sollten nicht auf Wiesen und auf Rasenflächen spielen.

Dies gilt nicht mehr.

Zwei Wochen nach dem Unglück bei Tschernobyl ist die Radioaktivität in allen Lebensbereichen erhöht. Besondere Vorsichtsmaßnahmen beim Aufenthalt im Freien nutzen jetzt nichts mehr.

Gegen die erhöhte Umweltstrahlung gibt es keinen Schutz. Individuelle Maßnahmen zur Vermeidung der vorhandenen Gefahren sind nicht durchführbar. Die erhöhte Strahlenbelastung ist das Problem der gesamten Gesellschaft. Es kann nur von den Menschen gemeinsam bewältigt werden.

Die wesentliche Gefährdung geht von der Inkorporation der Radioaktivität durch stark belastete Lebensmittel aus.

Die staatliche Lebensmittelüberwachung muß in die Lage versetzt werden, die radioaktive Belastung ausreichend zu kontrollieren.

Dies ist eine politische Aufgabe.

Die zur Zeit geltenden Richtwerte sind unverantwortlich hoch und willkürlich festgesetzt.

Besondere Fürsorge benötigen schwangere Frauen, Säuglinge und Kleinkinder, da sie durch Strahlung 10 bis 100 mal mehr gefährdet sind. Die öffentlichen Einrichtungen müssen sicherstellen, daß diese Personen möglichst gering oder nicht belastete Lebensmittel erhalten können.

Solange die Behörden solches nicht garantieren können, sind folgende individuelle Vorsichtsmaßnahmen sinnvoll: