

UNIVERSITÄT BREMEN

Forschungsvorhaben

"Gesellschaftliche Bestimmung der Physik-Entwicklung"

(Assoziiert dem Berufspraxis-Zentrum Naturwissenschaften)

Beiträge zur Diskussion: "5"

J. Scheer

Strahlenschutz im Arbeitsschutz - zum Berufsrisiko
beruflich strahlenexponierter Personen

<u>Inhalt:</u>	<u>Seite</u>
Strahlung und Strahler	1
Biologische Wirkungsmechanismen	2
Erfahrungen über das Ausmaß der Schädigungen	4
Die Messung der Strahlungsmenge oder Dosis:Rad und Rem	6
Dosis-Wirkungsbeziehungen	8
Beispiele von Risiken	9
Wie sich Lehrmeinungen bilden	11
Senkung der Grenzwerte	12
Konsequenzen	13
Anmerkungen	14
Literaturhinweise	14
Anhang: Internationale Strahlenschutzkommission verschlechtert Arbeitsschutznormen	15

Postanschrift: Prof.Dr.J.Scheer, Fachbereich 1, Universität Bremen
2800 Bremen 33, Tel. 0421 - 218 2433

- 1 -

J. Scheer

Strahlenschutz im Arbeitsschutz

Strahlung und Strahler

Es handelt sich hier um das Problem ionisierender Strahlung, d.h. um Strahlung, die so viel Energie so konzentriert zu übertragen vermag, daß dadurch die Atome und Moleküle in unserem Körper beschädigt oder zerstört werden. Solche Strahlung kann man sich vielfach ähnlich wie Lichtstrahlen vorstellen, mit dem Unterschied, daß die hier zur Debatte stehende Strahlung durchdringender ist, andererseits nicht auf unsere Sehzellen so einwirkt, daß wir sie sehen könnten; sie ist also unsichtbar. Neben dieser Gammastrahlung genannten sehr durchdringenden Strahlung sind noch zwei weitere Sorten von Belang, die man Beta- und Alphastrahlung nennt. Diese sind ebenfalls unsichtbar, aber im Gegensatz zur Gammastrahlung sehr wenig durchdringend und können deshalb leicht abgeschirmt werden, wenn sie von außen in den Körper eindringen. Umgekehrt sind diese Strahlen besonders wirksam, wenn sie im Körper entstehen und dort örtlich sehr konzentriert ihre schädliche Wirkung entfalten.

Eine vierte Strahlenart, Neutronenstrahlung, ist ebenfalls sehr durchdringend, und entfaltet da, wo sie auftritt, ähnlich konzentrierte starke Wirkung wie die Letztgenannten.

Die Quellen dieser Strahlungen sind vielfältig: Gammastrahlung und Neutronenstrahlung entstehen bei Atomkernreaktionen, wie sie sich bei der Explosion einer Atombombe oder - normalerweise kontrolliert - im Inneren von Atomreaktoren abspielen. Alpha- und Beta-Strahlen, sowie auch Gammastrahlen, kommen aus gewissen Stoffen, die man deshalb radioaktiv nennt, und die vielfach bei Atomkernreaktionen entstehen. Das besonders gefährliche dabei ist, daß sich diese Stoffe im übrigen praktisch genau wie normale Stoffe verhalten, denselben chemischen und biologischen Prozessen unterliegen und deshalb mit der Nahrung oder der Atemluft in unseren Körper aufgenommen werden können. [1]

Einige solcher radioaktiver Stoffe kommen auch natürlich vor und sind in geringen Konzentrationen von selber im Boden und in unserem Körper enthalten. Schließlich ist als Ursprung ionisie-

render Strahlung die kosmische Höhenstrahlung zu nennen, die aus dem Weltall bzw. von fernen Sternen kommen. Diese natürlichen Strahlenbelastungen sind, wie man heute weiß, keineswegs ungefährlich; vielmehr tragen sie zu einem gewissen Prozentsatz der "von selbst" oder "spontan" entstehenden Erkrankungen und Erbschäden bei.

Biologische Wirkungen

Die biologische Wirkung ionisierender Strahlung kann man nach ihrem Mechanismus in drei Gruppen zusammenfassen:

1. Erzeugung von chemischen Giftstoffen im Körper
2. Beschädigung von Zellkernen
3. Erzeugung gewisser chemisch aktiver Stoffe, die auf Zellwände wirken.

Jede dieser Gruppen ist durch verschiedene Beziehungen zwischen Strahlungsmenge und Effekt und auch durch verschiedene Zeitverhalten gekennzeichnet:

1. Durch die Strahlung werden die Moleküle unseres Körpers zerstört. Dabei bilden sich "Eiweiß-Zerfallsprodukte", die wie Gift auf den Körper wirken. Es ist so, wie wenn dem Körper eine Vielzahl kleiner giftiger Injektionen verabreicht würde. Ergebnis sind schwere Erkrankungen, wie man sie etwa von Atombombenexplosionen kennt, da die gesamte Funktion des Organismus mehr oder weniger beeinträchtigt wird. Allerdings entwickelt der Körper auch Gegenkräfte dagegen; und bei ausreichend geringer Belastung kann er sich ausreichend gegen diese Störungen wehren, so daß kein merkbarer Effekt dieser Art auftritt. Dies führt auf den Begriff des Schwellenwertes, unterhalb dessen keine schädliche Wirkung auftritt. - Außerdem kann man feststellen, daß der Körper mit der ihm zugefügten Vergiftung leichter fertig wird, wenn sie ihm zeitlich verdünnt oder verteilt zugefügt wird, als wenn er sie in kurzer Zeit zeitlich konzentriert erleidet.

Da man diese akuten Wirkungen als erste beobachtet hatte, entstand eine trügerische Lehrmeinung, die glaubte, daß es allgemein für die Strahlenwirkung einen Schwellwert, und darunter ungefährliche Belastungen, gäbe.

Dies ist für die beiden anderen Gruppen jedoch nicht der Fall:

2. Beschädigung der Zellkerne führt dazu, daß die Erneuerung der Zellen nicht wie normale vor sich geht. Das liegt daran, daß die Art und Weise wie sich eine neue Zelle bildet, in den hochkomplizierten Molekülen des Zellkerns der alten Zelle verschlüsselt ist. Eine Beschädigte eines einzigen Moleküls durch einen einzigen Strahl kann deshalb weitreichende Folgen haben. Wenn sich nämlich Körperzellen auf falsche Weise vermehren, führt das zu Krebs. Dabei kann zwischen der ursprünglichen Schädigung einer Zelle und dem offenen Auftreten des Krebses ein Zeitraum von vielen Jahren oder gar Jahrzehnten liegen.

Sofern eine solche Schädigung in Keimzellen geschieht, ist damit das Erbgut geschädigt, was dazu führt, daß Krankheiten oder Mißbildungen in zukünftigen Generationen auftreten, wovon die zunächst getroffene Person selbst gar nichts merkt.

Es ist einsichtig, daß bei dieser Art der Schädigung es keinen unschädlichen Schwellwert geben kann, vielmehr jede noch so geringe Belastung einen entsprechenden Schaden mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bewirken kann, nämlich der Wahrscheinlichkeit, daß ein Zellkern getroffen wird. Da zudem der Körper diese Art der Schädigung nicht "vergißt", summiert sich die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung und damit die Wirkung über die Jahre hindurch auf. Das heißt, es dürfte denselben Effekt haben, ob man in einem Jahr eine bestimmte Belastung erleidet oder in zehn Jahren jährlich ein Zehntel dieser Belastung.

3. Die dritte Art der Schädigung wurde erst in den letzten Jahren bekannt. Hier werden gewisse chemisch aktive Substanzen (Radikale) gebildet, die die Membranen, durch die die Zellen des Körpers voneinander abgegrenzt werden, zerstören können. Dies hat vielfältige gesundheitliche Folgen, unter anderem kann auch dadurch Krebs ausgelöst werden. Das merkwürdige ist, daß diese chemischen Radikale sich auch gegenseitig behindern bzw. neutralisieren können. Wenn also zuviel solcher Radikale zur gleichen Zeit erzeugt werden, so haben weniger eine Chance, zur nächsten Zellwand zu wandern, als wenn dieselbe Anzahl zeitlich verteilt gebildet werden. Dies hat den unerwarteten Effekt, daß geringere Belastung einen vergleichsweise stärkeren Effekt haben als höhere. Allerdings sind diese

Effekte bisher in Reinkultur nur an künstlichen Membranen im Labor beobachtet worden; sie können aber zur Erklärung der an Arbeitern in der Atomindustrie tatsächlich bei geringen Strahlungsmengen beobachteten unerwartet hohen Krebszahlen herangezogen werden (siehe unten). (1)

Besonders wichtig ist auch, daß die Krebserzeugung durch ionisierende Strahlung und durch andere chemische Stoffe sich gegenseitig verstärken. Dies zeigte sich zum Beispiel sehr deutlich bei Arbeitern im Uranbergbau, die infolge der radioaktiven Gase vielfach an Lungenkrebs erkrankten. Andererseits wird Lungenkrebs ja auch durch Rauchen hervorgerufen. Es zeigte sich, daß bei den Rauchern unter den Bergleuten die Zahl der Lungenkrebsfälle sehr viel höher war, als durch einfache Addition der einzeln bewirkten Fälle zu erwarten war. Die Ursache für dieses Zusammenwirken (Synergismus) liegt vermutlich darin, daß durch die Strahlung die Immunität des Körpers gegen andere Krebserreger herabgesetzt wird, so daß diese umso mehr zum Tragen kommen, je größer die Strahlenbelastung war.

Das Ausmaß der Schädigungen

Es ist natürlich von großer Bedeutung, angeben zu können, wie groß der zahlenmäßige Effekt einer bestimmten Strahlenbelastung ist. Erst in neuerer Zeit konnten Ergebnisse gewonnen werden, die auf direkter Beobachtung des Lebensschicksals einer großen Zahl von Atomarbeitern beruhen. (2)

Damit sind frühere Untersuchungen, die nur indirekt gewisse Schlüsse zu ziehen gestatten, weitgehend überholt. Hier handelte es sich vor allem um Tierversuche, bei denen die Übertragung auf den Menschen ohnehin problematisch ist, und die außerdem nicht im interessierenden Bereich der verhältnismäßig geringen Strahlenbelastung, sondern bei viel höheren Belastungswerten gewonnen wurden.

Auch die wenigen Beobachtungen an Menschen, die früher zur Abschätzung der Schäden herangezogen wurden, litten an grundsätzlichen Mängeln. Es handelt sich um zwei Personengruppen:

- a) die Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki
- b) Kranke, die zur Therapie gewisser Leiden mit Röntgenstrahlen behandelt wurden und die dann später an unabsichtlich betroffenen Organen an Krebs erkrankten.

Zu a: Die Untersuchung hat folgende Mängel:

I: Die Strahlenmenge, die die Überlebenden Japaner erlitten hatten, läßt sich nur sehr schwer nachträglich rekonstruieren. Noch 1981 wurde eine wesentliche Korrektur vorgenommen, indem die Bombenexplosion mit neuen Methoden von Computern nachgerechnet wurden; eine Korrektur, die zu erhöhter Wirksamkeit der Strahlung führt.

II: Es war ein schon aus anderen Kriegsbedingungen geschwächter Personenkreis, was zur Folge hatte, daß viele Menschen aus anderen Gründen dahinstarben, bevor der durch die Strahlung in sie eingepflanzte Krebs zum Ausbruch kam (dies kann wie erwähnt, 20 Jahre dauern oder mehr.) -

III: Die Strahlung wurde zeitlich sehr konzentriert verabreicht, im Gegensatz zu der langzeitigen verteilten Belastung etwa von Atomarbeitern oder auch Anwohnern von atomtechnischen Anlagen.

Zu b: Problem I ist bei den bestrahlten Patienten zwar geringer, aber läßt doch viele Unsicherheiten offen, da diese krebs-erregende Strahlung nicht gezielt gemessen wurde.

Probleme II und III sind hier auch gegeben, da die Patienten ja gerade wegen anderweitiger Erkrankungen bestrahlt wurden und viele an dieser Erkrankung in den nächsten Jahren starben, bevor sich der Krebs zeigte.

Die Probleme sind im Fall der Atomarbeiter weitgehend vermieden worden: Die Strahlungs- menge wurde gezielt und regelmäßig gemessen und registriert.

II. Es handelt sich um eine "gesunde Normalbevölkerung", ja es wurde sogar argumentiert, daß die Arbeiter "zu gesund" im Vergleich zur übrigen Bevölkerung wären, so daß sich an ihnen der Strahlenkrebs zeigte, der bei der durchschnittlichen Bevölkerung auch durch andere Erkrankungen und Todesfälle maskiert würde.

III. Im Gegensatz zu den kurzzeitigen Belastungen der Gruppen a und b ist hier die Belastung zeitlich verteilt gewesen, also lagen Bedingungen vor, wie sie gerade für den Arbeits- und Bevölkerungsschutz unter Normalbedingungen gegeben sind.

Aus all diesen Gründen sind die Untersuchungen an Atomarbeitern selbst als die zuverlässigsten anzusehen, jedenfalls für die hier vorliegende Fragestellung-Auswirkungen des "störungsfreien Normalbetriebs". [2]

Dadurch wurde auch zahlreichen Versuchen, die Strahlenwirkung durch theoretische Überlegungen oder aufgrund von Tierversuchen zu verkleinern, der Boden entzogen. Hierher gehören die angeblich geringere Schädlichkeit räumlich verdünnter, also "locker ionisierender" Strahlung oder die verschiedensten Hoffnungen, daß bei zeitlicher Verdünnung der Körper sich auch gegen den eingepflanzten Krebs durch Ausheilprozesse schützen könne.

Ganz umgekehrt: Es zeigte sich, daß bei geringen Strahlungsmengen die Kurve, die den bewirkten Effekt anzeigt, zunächst steiler anstieg und dann erst zu der flacheren Kurve umbog, wie man sie von Versuchen bei hohen und zeitlich konzentrierten Strahlungsmengen kannte.

Dieser unerwartete statistische Befund kann nun aber gerade durch den oben erwähnten dritten Wirkungsmechanismus, über die Membranschädigung durch chemische Radikale, erklärt werden.

Die Messung der Strahlungsmenge oder Dosis: Rad und Rem.

Für den Fall einer gleichmäßigen Durchstrahlung des Körpers ist es vernünftig, die gesamte im Körper steckengebliebene Strahlungsenergie anzugeben, geteilt durch die Masse des Körpers. Damit berücksichtigt man, daß in einem großen Körper natürlich mehr Energie steckenbleibt als in einem kleinen, die Wirkung auf die beiden aber dennoch gleich sein dürfte.

Diese Größe "steckengebliebene Energie geteilt durch Masse" bezeichnet man als Dosis, die zu verwendende Einheit hat damit die Form "Energieeinheit/Gramm", üblich ist die Einheit $\text{Rad} = 100 \text{ erg/g} = 1 \text{ Joule/kg}$.

Zwei Probleme tauchen auf:

1. Wenn die strahlenden Stoffe sich in einem bestimmten Organ konzentrieren, also die Strahlungsenergie vorwiegend in diesem Organ steckenbleibt, so gewinnt man einen zu kleinen Wert, wenn man durch die Masse des ganzen Körpers teilt - vielmehr muß man dann durch die Masse des betr. Organs teilen. Dies

nennt man dann Organdosis. Wenn man aber bei genauem Hinsehen feststellt, daß die Strahlungsenergie in Wahrheit in ganz kleinen Bereichen des Organs vollständig steckenbleibt, muß man durch ganz kleine Massenwerte teilen - die Dosis ergibt sich dann zu sehr großen Werten - was eben ausdrückt, daß die Schädigung sehr konzentriert passiert. Solche Mikro-Organdosin sind von Bedeutung bei Alphastrahlern oder auch, wenn Gammastrahlen vorher ihre Energie auf Elektronen abgegeben haben. Bei diesem letzteren Vorgang, genannt Auger-Effekt nach einem französischen Physiker, können die Dosiswerte milliardenmal größer sein, als wenn man ihn nicht berücksichtigen würde. Hieran sieht man schon, daß die Dosen, die von gewissen Stoffen im Körper bewirkt werden, sehr schwer oder fast gar nicht mit den Dosen infolge natürlicher Bestrahlung von außen verglichen werden können.

2. Es hat sich weiter gezeigt, daß die biologische Wirkung von der Strahlungsart abhängt, daß etwa Alphastrahlen 20 x wirksamer sind als Gammastrahlen und Neutronen rund 10 x, - auch wenn jeweils die gleiche Energiemenge steckengeblieben ist, also die in Rad gemessene Dosis die gleiche ist. Aus diesem Grund hat man ganz grob Korrekturen angegeben, die man Qualitätsfaktor nennt, und womit die jeweilige in Rad angegebene Dosis multipliziert werden muß. Die so erhaltene Maßzahl gibt man als Rem an. Also eine steckengebliebene Dosis von 1 Rad entspricht einer wie man sagt Äquivalentdosis von 1 Rem, wenn es sich um Gammastrahlung handelt, von 10 Rem bei Neutronen und von 20 Rem bei Alphastrahlung. Dies ist natürlich sehr pauschal und berücksichtigt wichtige Effekte nicht - zum Beispiel haben Betastrahlen je nach Energie ganz verschiedene Qualitätsfaktoren. Außerdem hängt der Qualitätsfaktor von der zeitlichen Verteilung der gegebenen Dosis ab - eine pauschale Angabe in Rem kann also allenfalls ein sehr ungefährender Anhaltspunkt sein.

Dosis-Wirkungs-Beziehungen:

Wie gesagt, kann man die Beziehungen zwischen einer Dosis und der dabei erzeugten Wirkung nicht unabhängig von der zeitlichen Verteilung der Dosis angeben. Für den Fall einer gleichmäßigen relativ geringen Belastbarkeit tut man also gut, die Ergebnisse der Untersuchung der Atomarbeiter aus dem amerikanischen Atomforschungszentrum Hanford heranzuziehen. (3)

Hier haben der Arbeitsschutzmediziner Prof. Mancuso, die Ärztin Dr. Stewart und der Mathematiker Dr. Kneale die Lebensschicksale von über dreißigtausend Arbeitern der Plutoniumfabrik Hanford von den frühen vierziger bis den späten siebziger Jahren verfolgt und die Krebshäufigkeit unter ihnen in Bezug zur jeweils erlittenen Strahlungsmenge gesetzt. Das Ergebnis war zum einen, daß tatsächlich die Kurve Effekt gegen Dosis im untersten Dosisbereich steiler, als von hohen Dosen erwartet, anstieg, und daß in diesem unteren Dosisbereich, also unterhalb 5 Rem pro Jahr gilt:

Wenn die 1000 Personen jeder eine Dosis von 1 Rem erhält, sterben dadurch unter ihnen 6 bis 8 an Strahlenkrebs. (Diese vereinfachte Formel wurde aus den Werten von Mancuso, Stewart und Kneale von Prof. Morgan gewonnen. (3) Dieser war jahrzehntelang der Strahlenschutzverantwortliche des Atomforschungszentrums Oak Ridge und gilt weltweit als "Vater der Strahlenschutzwissenschaft". Nachdem nach seiner Pensionierung offenbar viele Zwänge auf ihn fortgefallen sind, äußert er sich zunehmend vorsichtiger über Strahlenwirkung).

Da es sich um durchschnittliche Zufallsaussagen handelt, kann man auch formulieren:

Wenn 100 Personen eine Dosis von 10 Rem, oder 10 000 Personen eine Dosis von 0,1 Rem erhalten, so ist die Zahl der dadurch bewirkten Krebstodesfälle jedesmal dieselbe, 6 - 8.

Diese Zahlen sind wesentlich höher als in der wissenschaftlichen Literatur aufgrund früherer Untersuchungen zu lesen ist, die mit den oben erwähnten Mängeln behaftet waren.

Leider ist es gar nicht so leicht für solche kritischen Ergebnisse, sich in der wissenschaftlichen Lehrmeinung durchzusetzen.

Mancuso selbst mußte die Erfahrung machen, daß die Finanzierung seiner Forschung durch die amerikanische Regierung unterbrochen wurde als die so unerwartet hohen Gefährdungszahlen herausgekommen waren. Die vorgesehene Untersuchung auch an Arbeitern anderer Atomforschungszentren kamen daher nicht zustande. Von anderen Wissenschaftlern wurden im Auftrag der Regierung die Untersuchungen von Mancuso, Stewart und Kneale kontrolliert - im wesentlichen mit demselben Ergebnis. Lediglich die Interpretation ist unterschiedlich: Wie oben schon erwähnt, hieß es, die Arbeiter seien "zu gesund" im Vergleich mit der Gesamtbevölkerung, so daß sich bei ihnen Krebsfälle gezeigt hätten, die sonst durch andere Erkrankungen maskiert worden wären. Mag das insgesamt für Zwecke des allgemeinen Bevölkerungsschutzes verwendet werden (was natürlich auch problematisch ist), für die Abschätzung der Risiken anderer Arbeiter ist es jedenfalls ohne Belang.

Der inzwischen konstruierte Verlauf der Dosis-Wirkungsbeziehung - steiler bei kleinen Dosen, dann allmählich umbiegen zu einem flacheren Verlauf bei größeren Dosen - behebt zudem den Widerspruch der sich zunächst zwischen den Mancusoschen Untersuchungen und den Resultaten von Untersuchungen bei höheren Dosen ergeben hatte. Denn die Forscher, die bei höheren Dosen geforscht hatten, konnten mit Recht sagen: Wenn man den von uns gefundenen Verlauf zu kleinen Dosen hin verlängert, erreichen wir viel geringere Werte als von Mancuso und Morgan dort gefunden. Dieser Widerspruch löst sich sofort, wenn man weiß, daß man eben nicht den bei höheren Dosen gefundenen Trend einfach linear nach unten fortsetzen darf.

Damit hat man heute ein einheitliches Bild, allerdings auch eines, das im unteren Dosisbereich zu höheren Gefahren führt als man früher glaubte.

Beispiele von Risiken: Im folgenden ein konkretes Beispiel, das zeigt, wie leicht derartige Dosiswerte auch beim Umgang mit sogenanntem schwachaktiven radioaktiven Substanzen erreicht werden.

Die Bezeichnung "schwachaktiv" ist überdies irreführend: mit dieser harmlos klingenden Bezeichnung werden Substanzen versehen,

wenn sie so verpackt sind, daß an der Oberfläche höchstens eine Dosis von 0,2 Rem = 200 Millirem in einer Stunde erreicht wird. Das heißt auch, eine starke Aktivität gilt nach dieser Definition als "schwach", wenn sie nur gut verpackt ist (was passiert, wenn die Verpackung zerstört wird, wird nicht gesagt).

Weiter heißt es, daß in 1 Meter Abstand noch eine Dosis von 10 Millirem pro Stunde herrschen soll. Hier gehen die Definitionen durcheinander, was damit zu tun hat, daß es nicht ganz leicht ist, von einer begrenzten Flächenquelle, wie es ein strahlendes Faß mit Atomüll etwa darstellt, die Dosen in einigem Abstand zu bestimmen.

Für die Abschätzung der Dosis in größerem Abstand kann man die Näherung machen, daß die Aktivität in einem Punkt konzentriert ist - nimmt man dann den Wert von 10 Millirem/Stunde in 1 m Abstand von diesem Punkt, so liefert das "quadratische Abstandsgesetz" folgende Werte:

Abstand in Metern	1	2	3	10
Dosis in Millirem/Std.	10	2,5	1	0,1
in Millirem/40 Stundenwoche	400	100	40	4
in Rem/Jahr	20	5	2	0,2

Für die Situation, vor einer Wand von strahlenden Fässern zu stehen, ist der Abfall der Dosis mit dem Abstand noch viel langsamer, da sich ja stets die Beiträge von all den auch per Luftlinie entfernten Fässern addieren - jedenfalls ist es eine noch optimistische Abschätzung zu sagen, daß ein Arbeiter, der regelmäßig in einigen Metern Abstand von den strahlenden Fässern arbeitet, eine Jahresdosis von einem Rem erhält.

Das aber hat nach dem Werten von Morgan und Mancuso schlimme Folgen: Das persönliche Risiko eines Arbeiters, infolge der Belastung eines Jahres mit 1 rem später an Krebs zu sterben, ist 6 - 8 Promille. Das hört sich noch vergleichsweise harmlos an, deutlicher wird schon, wenn man das Risiko einer Belegschaft von 100 Mann betrachtet, von denen wir annehmen, daß sie alle 10 Jahre lang jedes Jahr diese Belastung von 1 rem erleiden.

Dann sind es 100 Personen x 10 Jahre x 1 rem pro Jahr = 1000 "Personen x rem"

und aus dieser Gruppe von 100 Personen werden dann 6 - 8 an Strahlenkrebs sterben.

Das ist nun in der Tat ein ungeheuer großes Risiko.

Es ist nützlich, es mit dem "mittleren Berufsrisiko" zu vergleichen, das üblicherweise mit 0,05 Promille pro Jahr angegeben wurde.

Wollte man das auf das obige Beispiel, 100 Personen in 10 Jahren, umrechnen, so hätte man erst "0,05 Personen", das heißt, man muß schon eine Belegschaft von 20 mal soviel, also 2000 Personen heranziehen, unter denen im Schnitt in 10 Jahren einer berufsbedingt zu Tode kommt.

Die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) argumentiert mit solchen Vergleichen. In früheren Jahren war sie der Meinung, das Strahlenrisiko infolge 5 rem/Jahr sei noch deutlich kleiner als das damals übliche "mittlere Berufsrisiko" von 0,05 Promille/Jahr.

Immerhin kam sie etwa 1979 zur Erkenntnis (noch ohne Bezugnahme auf die Arbeiten von Mancuso und anderen), daß das Risiko von 5 rem/Jahr eben diesem Wert von 0,05 Promille/Jahr hätte.

Flugs argumentierte sie, recht betrachtet sei das mittlere Berufsrisiko eigentlich doppelt so groß als der Wert, der früher immer verwendet wurde; nämlich das mittlere Risiko sei nunmehr 0,1 Promille pro Jahr. Durch diesen Definitionstrick konnte die Kommission weiter behaupten, das Strahlenrisiko sei kleiner als das mittlere Berufsrisiko.

Man sieht an diesen Zahlenspielerereien schon, wie wenig seriös sonst hochangesehene wissenschaftliche Gremien manchmal arbeiten.

Wie sich Lehrmeinungen bilden

An dieser Stelle sei angemerkt, wie es zu der für viele erstaunlichen Tatsache kam, daß Befunde, die einer laufenden Industrie unwillkommen sind, es so schwer haben, Gegenstand der wissenschaftlichen Lehrmeinung zu werden.

Die Ursache liegt in sehr betrüblichen Erfahrungen begründet, die kritische Wissenschaftler machen mußten, wenn sie unerwartete und unerfreuliche Ergebnisse veröffentlichen wollten: Ihre Ergeb-

nisse wurden in wissenschaftlichen Zeitschriften nicht angenommen, ihre Forschungsgelder wurden gestrichen, sie selbst häufig entlassen, jedenfalls zensiert und eingeschüchtert. Nur ein Beispiel: Über den bedeutenden Wissenschaftler Prof. Gofman, immerhin Chef des Instituts für Radiobiologie im Atomforschungszentrum Berkeley, sagte ein Mitglied der amerikanischen Atomenergiekommision: "Wir haben Gofman eingestellt, damit er die Harmlosigkeit unserer Pläne beweist. Nachdem er nun anfängt, das Gegenteil zu tun, sehe ich keinen Grund, ihn länger zu beschäftigen". Wenn dann Wissenschaftler sich nicht einschüchtern ließen, wurden die Methoden noch drastischer: Als eine Experten-Gruppe aus dem Atomforschungszentrum Jülich eine Gegenstellungnahme zu kritischen Arbeiten Heidelberger Wissenschaftler verfaßt hatte, gab ein Prof. Hösel im Bundesinnenministerium die Anweisung, diese "im Ton zu verschärfen", und Prof. Münch aus Jülich erläuterte das so: "ruhige und sachliche Stellungnahmen" hätten offenbar nicht den Effekt, "die Kritiker aus dem Felde zu schlagen", nun müsse man es einmal andersherum mit "polemischen persönlichen Angriffen" versuchen. Und der Chemieprofessor Thiemann berichtet, daß ein Kollege von ihm im Wissenschaftlichen Rat des Atomforschungszentrums Jülich wörtlich gesagt habe "Meine Herren, die Lage ist ernst, sprechen Sie überall für die Kernenergie - es braucht ja nicht alles richtig zu sein, wenn's nur laut ist".

Dies mag genügen, um ein Gefühl dafür zu vermitteln, warum die Wahrheit sich so schwer durchsetzt.

Senkung der Grenzwerte!

Immerhin hat sich in den USA eine große Zahl von Wissenschaftlern zusammengefunden, darunter viele, die ansonsten der Atomenergie sehr wohlwollend gegenüberstehen, die eine Herabsetzung der Grenzwerte von 5 auf 0,5 rem pro Jahr für Atomarbeiter fordern.

Diese geltenden 5 rem/Jahr wurden früher ziemlich willkürlich festgesetzt, als man noch glaubte, es gäbe unschädliche Schwellwerte.

Später rechtfertigte man sie dann so, als man noch an die Harmlosigkeit der natürlichen Strahlenbelastung in Hinsicht auf körperliche Schäden glaubte:

Eine Verdoppelung der natürlichen Strahlenbelastung von rund 0,1 rem/Jahr ist der Bevölkerung allgemein zuzumuten, weil das eine Verdoppelung der natürlichen Erbänderungen infolge der natürlichen Belastung (Mutationsrate) führt. Da die Atomarbeiter

nur einen kleinen Bruchteil der Bevölkerung ausmachen, würde eine höhere Belastung nur wenig zur Belastung des gesamten Erbguts der Bevölkerung beitragen, deshalb kann man ihnen wohl eine 50 x höhere Belastung zumuten.

Als die körperlichen Schäden bekannt wurden, zog man sich, wie erwähnt, auf dem Vergleich mit dem "mittleren Berufsrisiko" zurück. (Wieweit dieses überhaupt ein "natürlicher Standard" sei oder selbst verringert werden könnte, blieb sowieso unerörtert).

Nimmt man freilich diesen Gedanken auf, benutzt aber die heute als richtig erkannten Risikozahlen, so erhält man äußerst geringe Grenzwerte:

Das Risiko infolge 1 rem pro Jahr ist 6 - 8 Promille.

Das mittlere Berufsrisiko pro Jahr ist, wenn man die neueren Werte des ICRP ernst nimmt, 0,1 Promille.

Mithin müßte man die Grenzwerte, wenn man von 6 - 8 Promille auf 0,1 Promille kommen will, um einen Faktor 60 - 80 niedriger als 1 rem ansetzen, das bedeutet also rund $1/60$ rem oder rund 0,015 rem = 15 Millirem.

Es ist interessant, daß das ähnlich dem Wert von 25 Millirem/Jahr ist, der in Amerika den normalen Angehörigen der Bevölkerung zugemutet wird, wenn er in der Nähe von Atomanlagen wohnt. (Der entsprechende Wert in der BRD ist allerdings schon 60 Millirem/Jahr und in der DDR sogar 500 Millirem/Jahr, was etwa für die Einwohner von Bartensleben von Belang ist.)

Konsequenzen

Da sich die Atomindustrie schon gegen die Senkung von 5 rem auf 0,5 rem = 500 Millirem sträubt, weil es ihr personalmäßig zu teuer kommt, kann man schließen, daß eine derartige Senkung auf 15 Millirem die Atomindustrie endgültig bankrott machen würde. Es gibt zahlreiche überzeugende ökonomische Analysen, die zeigen, daß bei Berücksichtigung aller Kosten und Abzug aller Subventionen Atomenergie ohnehin unsinnig teuer ist, so daß der Schluß wohl gerechtfertigt ist, daß es auch nicht allzuschade um die Atomindustrie wäre. Dies sei hier nicht weiter ausgeführt, es ist in (4) ausführlich dargestellt.

Angemerkt sei nur, daß in den USA, wo sich wirtschaftliche Realitäten aufgrund geringerer staatlicher Subventionen rascher durch-

setzen, mehr und mehr Atomkraftwerksbauten aus Kostengründen abgebrochen werden.

Und schließlich sei angemerkt, daß im Antrag für das AKW Wyhl, geschrieben in einer Periode der Vollbeschäftigung, der interessante Satz steht, man brauche den Atomstrom, nicht etwa, um Arbeitsplätze zu schaffen, sondern um sie durch Automatisierung etc. einzusparen.

Ich habe diese letzten Bemerkungen gemacht, um deutlich zu machen, daß man kein schlechtes Gewissen wegen betriebs- oder volkswirtschaftlicher Konsequenzen zu haben braucht, wenn man die Senkung der Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen auf 15 Millirem pro Jahr fordert, oder, was auf selbe herauskommt, gleich die Abschaffung der Atomindustrie.

Anmerkungen:

- [1] Über Versuche der Internationalen Strahlen"Schutz"kommission, die Grenzwerte für Belastung durch im Körper aufgenommene Radioaktivität zu erhöhen, wird im Anhang berichtet.
- [2] Die Praxis der Strahlenbelastung im Atomkraftwerk wird in der Broschüre "Mord auf Raten" geschildert, die u.a. Interviews mit Atomarbeitern bringt. Erhältlich über die Bremer Bürgerinitiative gegen Atomanlagen, St.Pauli-Str.10, 2800 Bremen.

- Literatur: (1) Petkau, Acta Physiol.Scand. 1980, Suppl.492,81
- (2) Mancuso, Stewart, Kreale: British Journal of Industrial Medicine, Vol.38,156, 1981
 - (3) Morgan, übersetzt in: Uni Bremen, Informationen zu Energie und Umwelt, A 11.
 - (4) Clausen, Franke, Das Märchen von der Wirtschaftlichkeit des Atomstroms, Selbstverlag, Umlandstr.5, Bremen

Anhang

Internationale Strahlen-"Schutz"-Kommission verschlechtert Arbeitsschutznormen!

Von der Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet, hat die sogenannte Internationale Strahlenschutzkommission ICRP in ihrer Publikation Nr. 26 vorgeschlagen, die zulässigen Belastungen für einzelne Organe von Arbeitern in der Atomtechnik, aber auch in der Öffentlichkeit, drastisch zu erhöhen, nachdem sie in den letzten 60 Jahren stets gesenkt wurden. Das geschieht ausgerechnet zu einer Zeit, da sich die Erkenntnisse häufen, daß selbst die geltenden Normen noch viel zu hoch liegen. In Studien über Arbeiter der amerikanischen Atomwaffenfabrik Hanford in den letzten Jahrzehnten wurde für Krebsarten eine deutliche Erhöhung im Zusammenhang mit erhöhter Strahlenbelastung festgestellt, obwohl diese weit unterhalb der zulässigen Grenzwerte waren. Und in der Werft in Portsmouth, wo Atom-Uboote gebaut und gewartet werden, bestätigten selbst das staatliche Amt für berufliche Sicherheit und Gesundheit, NIOSH, eine Zunahme von Krebserkrankungen unter den Beschäftigten.

Aus diesen und zahlreichen anderen Erkenntnissen über die Gefährlichkeit chronischer relativ niedriger Bestrahlung haben viele Wissenschaftler, so der Amerikaner Prof.Mancuso, der Engländer Prof.Rotblat und die Deutsche Prof.Schmitz-Feuerhake, die Forderung nach Senkung der zulässigen Werte auf mindestens ein Zehntel abgeleitet.

Ganz anders die ICRP, jenes erlauchte Gremium aus international mehr oder weniger verdienten Wissenschaftlern, das keinerlei demokratischer Kontrolle unterliegt, das sich seine Mitglieder selbst aussucht und meist aus Leuten besteht, die persönliches Interesse an der Atomenergie haben und selbstverständlich keinen einzigen Kritiker der Atomenergie enthält.

Sie gingen sehr geschickt vor, indem sie scheinbar eine Verbesserung der gegenwärtigen Regelung vornahmen, deren Pferdefüße erst bei genauerer Analyse deutlich werden.

Die gegenwärtigen Bestimmungen sehen vor, daß der ganze Körper nicht mehr als 5 rem pro Jahr an Strahlendosis empfangen darf. Für einzelne Isotope sind bestimmte Organe als sogenannte kritische Organe genannt, für die bestimmte Einzelbelastungswerte gelten. Manche Organe sind dabei in Bezug auf bestimmte

Isotope überhaupt nicht aufgeführt.

Die ICRP sagt nun, man muß alle Organe bezüglich aller Isotope berücksichtigen - sehr gut! -, und zwar so, daß die Gesamtsumme nicht höher als 5 rem ist - hört sich auch noch gut an! -.

Der unverbildete Laie, oder auch Fachmann, würde nun sagen: Dann müssen sich die Organe des Körpers also insgesamt die 5 rem teilen, und wenn beispielsweise schon 1 rem auf die Schilddrüse entfällt, bleibt für die übrigen Organe noch 4 rem zur Verteilung, usw.

Ganz anders die ICRP: Sie sagt: Die Organe sind nicht gleichberechtigt, der Beitrag etwa der Schilddrüse ist weniger gewichtig als etwa der Lunge, und diese trägt weniger bei als die Gonaden.

Entsprechend wird der Beitrag der einzelnen Organe mit sogenannten - im Grunde aus den Fingern gesogenen - "Gewichtsfaktoren" abgeschwächt. Eine Belastung der Schilddrüse wird also zum Beispiel nur mit einem Gewichtsfaktor 0,03 berücksichtigt, das heißt im obigen Beispiel, daß für die anderen Organe dann immer noch 4,97 rem zur Verfügung stehen.

Selbst hierüber könnte man noch diskutieren, es mag ja wirklich mehr oder weniger wichtige Organe geben, wenn auch die Zuordnung der Gewichtsfaktoren nicht ausgewiesen scheint.

Das schlimmste aber kommt noch: Denn wenn ich den Fall habe, daß nur ein bestimmtes Isotop auftritt, und dies sich im wesentlichen in einem Organ ansammelt, dann tritt immer noch der Gewichtsfaktor für dies Organ in Kraft:

Im Fall des Jod heißt das, da es sich vorzugsweise in der Schilddrüse sammelt, es darf dieses Organ mit einem so hohen Dosiswert belasten, daß der, mit 0,03 multipliziert, die berühmten 5 rem ergibt.

Das heißt, das Jod darf die Schilddrüse mit rund 150 rem belasten (genauere Rechnung liefert sogar 167 rem), denn das ergibt, mit dem Gewichtsfaktor für die Schilddrüse von 0,03 multipliziert, erst die 5 rem, mit der der ganze Körper belastet werden darf.

Dieser Belastungswert für die Schilddrüse ist damit rund fünfmal höher als bisher zulässig.

Auf diese Weise berechnet die ICRP zulässige Dosiswerte für die verschiedenen Organe und kommt zu Zahlen, die bis zu 17 mal über den heute zulässigen Werten liegen!

Vielfach sind es gerade Isotope, die bei der Wiederaufarbeitung eine große Rolle spielen und deren Kontrolle innerhalb des Werkes schwierig ist. Von Kritikern wird auch darauf verwiesen, daß eine solche Erhöhung der Arbeitsschutznormen eine Notwendigkeit sind, um Atomanlagen in Länder der Dritten Welt einzuführen, wo aufgrund mangelnder Infrastruktur die Möglichkeiten des Strahlenschutzes noch geringer sind als hier.

Diese Änderungen haben auch Konsequenzen für den Umweltschutz außerhalb des Werkes: Traditionell empfiehlt die ICRP nämlich für die Öffentlichkeit ein Zehntel der für die Atomarbeiter geltenden Normen. Daher rühren die 0,5 rem = 500 Millirem, die im ganzen Ostblock aber auch in vielen anderen Ländern noch gültig sind, während in Ländern mit entwickelter Anti-AKW-Bewegung diese Normen herabgedrückt wurden, so etwa in der BRD auf 30 mrem über Luft und 30 über Wasser und in den USA seit letztem Dezember auf 25 Millirem insgesamt.

Die Europäische Gemeinschaft hat diese Empfehlung der ICRP bereits übernommen und als ihre Empfehlung an die Mitgliedsländer weitergereicht. In Schweden werden ohnehin ICRP-Empfehlungen automatisch übernommen.

Dagegen hat selbst die amerikanische Atomkommission (NRC- Nuclear Regulatory commission) Bedenken dagegen geäußert. In der BRD ist meines Wissens die Sache noch nicht gelaufen, allerdings ist der deutsche Strahlenschutzpapst, Prof. Jacobi, München, als einer der härtesten Vertreter in der ICRP, gewissermaßen ihr rechter Flügelmann, bekannt.

In England ist bereits eine große Kampagne vieler Gewerkschaften dagegen gelaufen, es gibt vorbildliche Informationsblätter für die Beschäftigten in der Atomindustrie dazu.

Auch in den USA haben bereits eine große Zahl von Gewerkschaften offiziell dagegen Stellung genommen. Darunter sind auch solche, die keineswegs gegen Atomenergie sind, aber keine Verschlechterung - noch dazu ohne wissenschaftlich überzeugende Begründung - hinnehmen wollen.

Im folgenden eine Auswahl von Organdosen

Organ	Gegenwärtiger Grenzwert rem/Jahr	"Gewichte" nach ICRP 26	Mithilfe der "Gewichte" gewonnene Grenz- werte nach ICRP26 rem/Jahr
Ganzkörper	5	1	5
Gonaden	5	0,25	20
Brust	15	0,12	32
Kotes Kno- chenmark	5	0,15	42
Lunge	15	0,12	42
Schilddrüse	30	0,03	167
Knochen	30	0,03	167
Haut	30	-	-
Rest	15	0,3	17