

GSS Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Detmolder Leitlinien zum Strahlenschutz

Ausführliche Darstellung der Positionen

Index

- I** Atomenergie contra Strahlenschutz: der Vorrang ist historisch verbürgt.
 - II** Das Minimierungsgebot wurde ausgehöhlt.
 - III** Die Entwicklung der Strahlenschutzstandards ist durch ständige Fehleinschätzung der Gesundheitsgefahren geprägt.
 - IV** Die Dosisgrenzwerte beruhen nicht auf dem Stand der Wissenschaft.
 - V** Das tatsächliche quantitative Ausmaß gesundheitlicher Schäden nach niedriger Strahlendosis ist gegenwärtig wahrscheinlich noch nicht bekannt.
 - VI** Strahlung ist nicht gleich Strahlung: das Äquivalentdosiskonzept hat versagt.
 - VII** Die natürliche Strahlung ist kein Maß für Ungefährlichkeit.
 - VIII** Die Beschränkung der Kollektivdosis ist überfällig.
 - IX** Die Durchsetzung des Strahlenschutzes gegenüber Wirtschaftsinteressen ist möglich.
-

I. Atomenergie contra Strahlenschutz: der Vorrang ist historisch verbürgt

Der Ausbau der Atomenergieanwendung in den Industrienationen wurde durch die Genfer Atomkonferenz 1955 eingeleitet, auf der Präsident Eisenhower das Programm "Atoms for Peace" ausrief. Auf dieser Veranstaltung wurde von interessierten Kreisen der Festvortrag des Strahlengenetikers und Nobelpreisträgers Hermann Joseph Muller gerade noch rechtzeitig verhindert. Dieser hatte nämlich das Prinzip des stochastischen (zufallsbedingten) Schadens ohne Dosischwelle in seinen Forschungen in den 30er Jahren bereits erkannt und warnte vor einer Beeinträchtigung des genetischen Pools der Menschheit durch zusätzliche Radioaktivität.

Als Gofman und Tamplin im Juli 1973 ihr bekanntes Buch "Poisoned Power" veröffentlichten [1], waren sie schon längst nicht mehr als Gutachter der Atomic Energy Commission, der amerikanischen Behörde zur Förderung der Atomenergie, gefragt. Auch ihre Arbeiten zeigen, daß die Anti-Atombewegung von Fachwissenschaftlern ausgelöst wurde. Experten und Insider erkannten früh, daß die riesigen Potentiale der künstlich erzeugten Radioaktivität nicht sicher gehütet werden können. Sie wurden deshalb von der von öffentlicher Seite geführten Debatte über geeignete Dosisgrenzwerte und Strahlenschutzstandards ausgeschlossen.

Die 1950 so benannte Internationale Strahlenschutzkommission ICRP hat bis heute die entscheidenden Vorgaben für die nationalen Strahlenschutzregelungen geliefert, ohne dazu in irgendeiner Weise demokratisch legitimiert zu sein - auch nicht in ihrer Zusammensetzung, etwa durch Wahl der Mitglieder auf einem großen internationalen Fachkongreß. Unter dem Vorwand, Kompetenz nur nach rein wissenschaftlichen

Gesichtspunkten zusammenzustellen, wurden auch spätere Besetzungsvorschläge von Vertretern Betroffener wie Gewerkschaften oder Umweltschutzverbänden abgelehnt, und die Kommission rekrutiert sich immer wieder selbst. Dieses geschieht unter der Aufsicht der Internationalen Radiologischen Gesellschaft ICR. Karl Z. Morgan, früheres langjähriges Mitglied und auch zeitweiliger Vorsitzender der ICRP, schildert den anfänglich großen Einfluß der Interessen der Röntgenologen auf die Empfehlungen und die späteren Verbindungen der Mitglieder mit Atomwaffenentwicklung und Politik der USA zu Zeiten des Kalten Krieges [2]. Seine öffentliche Klage über die einseitige, anwenderorientierte Vorgehensweise der ICRP bis in die Gegenwart führte zu Ächtung und Diskriminierung seiner Person durch diese Gremien.

Ähnlich erging es Edward Radford, der Vorsitzender des BEIR III Komitees war, eines Expertengremiums der U.S. amerikanischen Academy of Sciences zu Strahlenwirkungen. 1979 hatte dieses Komitee neue Abschätzungen zum Strahlenrisiko erarbeitet, die wesentlich höher lagen als die der ICRP. Aufgrund eines Minderheitenvotums wurde der Report kurzerhand nicht veröffentlicht und eine neues Komitee zusammengestellt. Der 1980 veröffentlichte Report III enthielt dann wieder kleinere Angaben. Radford wurde im folgenden vom Strahlenestablishment geschnitten. Die Verunglimpfungen ließen erst nach, als seine Aussagen im Jahr 1990 vom Nachfolgekomitee bestätigt wurden.

II. Das Minimierungsgebot wurde ausgehöhlt

Das in der deutschen Strahlenschutzverordnung aufgestellte Minimierungsgebot bildet neben dem Vermeidungsgebot und den Grenzwerten eine der drei tragenden Säulen des Strahlenschutzes. Das zugrunde liegende Konzept besteht einerseits darin, jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden (Vermeidungsgebot). Ist eine Strahlenexposition "notwendig", so besteht andererseits die Verpflichtung, auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte jede Exposition oder Kontamination so gering wie möglich zu halten (Minimierungsgebot). Kriterium für das Maß der Minimierung ist dabei neben der Berücksichtigung des Einzelfalles insbesondere die Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik. Keinesfalls aber darf die Strahlenbelastung einzelner Personen die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte überschreiten, wodurch sog. "deterministische" Schäden (z.B. akute Strahlenschäden) ausgeschlossen werden sollen (§ 28 Abs. 1 StrlSchV).

Die dargestellten Grundsätze des Strahlenschutzes, welche bereits in der Ersten Strahlenschutzverordnung der Bundesrepublik Deutschland aus dem Jahre 1960 genannt werden, gehen zurück auf Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP), veröffentlicht im Jahr 1959. Die ICRP spricht im Zusammenhang mit dem Minimierungsgebot aber nur vom sog. "ALARA Prinzip": as low as reasonably achievable - so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar, **unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Faktoren**. Dieser Zusatz ist ein ganz wesentlicher Bestandteil der ICRP-Empfehlung.

Das Minimierungsgebot in der Formulierung des § 28 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung ist im Vergleich zum ALARA Prinzip weit tiefgreifender. Durch die Anbindung des Minimierungsgebotes an den Stand von Wissenschaft und Technik handelt es sich in Deutschland somit um ein ALASTA Prinzip: **as low as scientifically and technically achievable** (so niedrig wie wissenschaftlich und technisch möglich). Die Begründung liegt in Art. 2 Abs. 2 Satz 1 Grundgesetz, welcher ohne jegliche Einschränkung den Schutz von Leben und Gesundheit garantiert. Ausnahmen aufgrund der Einbeziehung wirtschaftlicher und sozialer Faktoren (Kosten/Nutzen Betrachtungen), wie sie das ALARA Prinzip der ICRP beinhaltet, sind dem deutschen Rechtssystem fremd. Diese Auffassung vertritt auch das Bundesverfassungsgericht, wenn es im sog. "Kalkar Urteil" aus dem Jahre 1978 davon spricht, daß aus verfassungsrechtlicher Sicht die Genehmigung und der Betrieb einer Atomanlage dann ausgeschlossen ist, wenn anlagenspezifische Rest- oder Mindestschäden irgendwelcher Art zu erwarten sind. Derartige Schäden werden vom Atomgesetz nicht in Kauf genommen und stellen eine Grundrechtsverletzung dar.

In der Praxis wird jedoch in Deutschland häufig von der ursprünglichen Intention abgewichen und das Minimierungsprinzip weitreichend ausgehöhlt. Als Beleg hierfür kann u.a. die Genehmigung von Atomkraftwerken herangezogen werden. So orientierte sich die Festlegung der maximal zulässigen Emissionen

radioaktiver Stoffe mit der Abluft und dem Abwasser von Atomkraftwerken in den zurückliegenden Jahren primär an betrieblichen Erfordernissen und nur sekundär an der Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung (Minimierung der Kollektivdosis). Die Emissionsgrenzwerte für Radionuklide wurden in Betriebsgenehmigungen so hoch festgelegt, daß der Betrieb auch im Falle von Störungen (z.B. bei Vorliegen von Brennelementschäden) und Störfällen ungehindert fortgeführt werden kann. Auch im sog. "Normalbetrieb" sind die Atomkraftwerksbetreiber nicht zwingend dazu angehalten, die durch den Stand von Wissenschaft und Technik gegebenen Möglichkeiten zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe aus ihren Anlagen zu realisieren, sondern können statt des erreichbaren Minimums höhere Emissionen tätigen. In diesem Zusammenhang muß auch auf die Rolle von Sachverständigen bei der Genehmigung von Atomanlagen - insbesondere die Rolle der Technischen Überwachungsvereine (TÜV) - hingewiesen werden, die in der Regel keinerlei Einwände gegen diese Praxis erhoben haben.

III. Die Entwicklung der Strahlenschutzstandards ist durch ständige Fehleinschätzung der Gesundheitsgefahren geprägt

Bis Anfang der 60er Jahre wurde in der mutagenen Wirkung ionisierender Strahlung bei niedrigen Dosen nur eine Gefahr für das Erbgut gesehen. Die Gefahr für ungeborenes Leben durch Induktion von Fehlbildungen oder Tod im Mutterleib sowie das Krebsrisiko der Bestrahlten wurden für vernachlässigbar gehalten [3]. Das Krebsrisiko wurde 1965 aufgrund der Beobachtungen in Hiroshima und Nagasaki mit 10 zusätzlichen Leukämietoten pro Zehntausend Personen-Sievert (Sv) beziffert. Diese Vorstellung bestand noch bis zum Erlass der Strahlenschutzverordnung von 1976.

Im Jahr 1977 gab die ICRP einen Risiko-Koeffizienten von 100 Krebstoten pro Zehntausend Personen-Sv an und damit einen 10-fach höheren Wert. In ihrer Empfehlung von 1990 wurde der entsprechende Koeffizient noch einmal um den Faktor 5 auf 500 Tote pro Zehntausend Personen-Sv erhöht. Zusätzlich wird das Risiko für die Nachkommen quantifiziert, in dem man es mit 230 Krebstoten gleichsetzt.

Eine angemessene Berücksichtigung des Erkenntnisstandes über Wirkungen im Bereich niedriger Dosis ist durch diese Erhöhung dennoch nicht gegeben. Die neue Erkenntnis fand auch noch keine Berücksichtigung in der deutschen StrlSchV bei den Grenzwerten für die Allgemeinbevölkerung (s. [Position IV](#)).

IV. Die Dosisgrenzwerte beruhen nicht auf dem Stand der Wissenschaft

Der heute in Deutschland noch gültige Jahresgrenzwert für Beschäftigte im Strahlenbereich von 50 mSv beruht auf der Empfehlung der ICRP von 1977. Dieser lag die Annahme zugrunde, daß das Risiko 100 Krebstote pro Zehntausend Personen-Sv beträgt (s. [Position III](#)). Unter der Voraussetzung, daß der Grenzwert im Mittel nur zu 10 % ausgeschöpft wird, errechneten sich daraus 0,5 zusätzliche Krebstote pro Zehntausend Beschäftigte pro Jahr. Dieses hielt die ICRP für vertretbar, da sie durch Vergleich mit Todesraten in anderen Industrien eine "sichere" Industrie als eine solche definierte, in der die Todesrate weniger als ein Fall pro Zehntausend Vollbeschäftigte und Jahr beträgt. Der Schutz des Individuums an Risikoarbeitsplätzen blieb nach diesem Konzept ungewürdigt.

Eine Neubewertung der Folgen der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki in den achtziger Jahren ergab wesentlich höhere Schadensraten pro Dosisseinheit als vorher-abgeschätzt. Gegenüber den früheren Angaben für die Krebssterblichkeit resultierten 7 bis 15-fach höhere Werte. Diese mußten außerdem nunmehr einer locker ionisierenden Strahlung (Gammastrahlung) zugeschrieben werden, der man bis dahin eine verschwindend geringe biologische Wirkung im Niederdosisbereich unterstellt hatte. Den Daten aus den Untersuchungen der japanischen Atombombenüberlebenden haftet aber ein prinzipieller, das Risiko unterschätzender Mangel an. Denn in die Untersuchung wurden nur solche Menschen einbezogen, die auch die ersten 10 Jahre nach dem Atombombenabwurf überlebt hatten. Die bis 1955 an Krebs, Infektionen und beliebigen anderen Krankheiten Verstorbenen wurden nicht erfaßt. Daher stellt die untersuchte Gruppe eine Auswahl der Menschen mit deutlich besseren körperlichen (z. B. immunologischen) Gesundheitsvoraussetzungen dar, keinesfalls aber eine Durchschnittsbevölkerung.

Aus diesen Daten leitete die ICRP jedoch 1990 mit 600 Krebstoten auf Zehntausend Personen-Sv lediglich ein sechsfach erhöhtes Strahlenrisiko für Beschäftigte gegenüber früher ab. Diese Abweichung von den Originalergebnissen ist wissenschaftlich nicht nachvollziehbar. Noch weniger nachvollziehbar ist darüber hinaus die Tatsache, daß die ICRP eine Senkung des Grenzwertes für Beschäftigte um lediglich den Faktor 2,5 empfiehlt

Die Höhe der Grenzwerte wurde auch im folgenden damit verteidigt, daß die Zahl der erwarteten Krebstodesfälle so gering sei, daß sie statistisch auf keinen Fall erkennbar wäre. Diese Aussage erschien spätestens nach zwei großen Studien als widerlegt, deren Ergebnisse Anfang der 90er Jahre publiziert wurden. Wing et al. fanden an 8300 Beschäftigten des amerikanischen Kernforschungszentrums Oak Ridge erhöhte Krebstodesraten in Abhängigkeit von der Dosis [4]. Die abgeleiteten Dosisfaktoren übertrafen die Risikoschätzungen der ICRP um den Faktor 10. Kendall et al. vom britischen National Radiological Protection Board legten die Ergebnisse einer zusammengefaßten Studie an 95.000 Beschäftigten in der Nuklearindustrie vor [5]. Auch sie fanden signifikant erhöhte Krebsraten, die etwa um das Doppelte höher lagen als die ICRP-Schätzungen vorhersagten, hielten ihr Ergebnis jedoch mit den Bewertungen der ICRP für kompatibel. Die mittlere Nachuntersuchungszeit lag allerdings in dem Wing-Kollektiv mit 26 Jahren doppelt so hoch wie in der britischen Studie. Da davon ausgegangen werden muß, daß die meisten Krebserkrankungen erst in mehr als 20 Jahren nach Bestrahlung auftreten, ist das volle Ausmaß der Folgen in der britischen Untersuchung nicht erfaßt worden.

Bedeutsam an diesen Untersuchungen ist die Tatsache, daß diese Schäden bei Dosen unterhalb des geltenden Grenzwerts auftraten und sich die ursprünglichen Voraussagen der ICRP als falsch erwiesen. Die Ergebnisse an Beschäftigten werden gestützt durch Befunde nach diagnostischen Röntgenuntersuchungen [6,7] und infolge radioaktiver Umweltkontaminationen [8,9].

V. Das tatsächliche quantitative Ausmaß gesundheitlicher Schäden nach niedriger Strahlendosis ist gegenwärtig wahrscheinlich noch nicht bekannt

Die Risikofaktoren der ICRP täuschen eine Sicherheit bei der quantitativen Einschätzung von Strahlenfolgen vor, die spätestens durch die Beobachtungen der stark vom Tschernobyl-fallout betroffenen Bevölkerung erschüttert wurde. Neben der erwarteten Steigerung von Krebsfällen zeigten sich dort Krankheitsbilder, die man früher nicht mit Strahlung in Verbindung brachte, wie z.B. Diabetes, Kreislauf- und Nervenerkrankungen sowie eine Reihe von Syndromen, die offensichtlich auf Schädigungen des Immunsystems zurückzuführen sind. Dieses sind - abweichend von der Bestrahlungssituation bei den japanischen Atombombenüberlebenden - Folgen einer chronischen Exposition mit niedrigen Dosen durch Radioaktivität.

Während in früherer Zeit der Strahlenschutz auf die späteren Generationen ausgerichtet war, traten nun die genetischen Folgen angesichts der in den japanischen Atombombenüberlebenden festgestellten Krebserkrankungen in den Hintergrund der Diskussion. Die weitgehende Unkenntnis über das quantitative Ausmaß genetischer Schäden darf aber nicht zu einer Mißachtung dieser Effekte führen. Denn die prinzipielle Auslösbarkeit von Mutationen auch bei kleinster Dosis ist strahlenbiologisch erwiesen und die Tatsache, daß solche Veränderungen sich in weitere Generationen vererben, führt zu nicht abwägbaren Belastungen. In jüngster Zeit hat sich durch die Entdeckung der sog. genomischen Instabilität gezeigt, daß noch nicht einmal das Spektrum prinzipieller Entstehungsmechanismen bekannt ist. Genomische Instabilität bedeutet, daß Mutationen nicht bei den unmittelbaren Tochterzellen der exponierten Zellen auftreten, sondern erst nach 10-15 Zellteilungen. Welche Bedeutung dies für Organismen hat, ist noch nicht abzusehen.

Ein weiteres vernachlässigtes Problem bei der Grenzwertdebatte sind teratogene (im Mutterleib ausgelöste) Strahlenschäden, die zu Funktionsstörungen, Fehlbildungen oder zum frühen Absterben der Frucht führen. In Hiroshima und Nagasaki wurden Hirnstörungen schon bei sehr geringen Dosen gefunden und Beeinträchtigungen der Intelligenz. Die Tschernobylkontaminationen haben die Realität der Auslösung mannigfacher Fehlbildungen gezeigt.

VI. Strahlung ist nicht gleich Strahlung: das Äquivalentdosiskonzept hat versagt

Mit der normative Einführung der Äquivalentdosis per juristischer Verordnung sollten alle Strahlenarten vergleichbar werden und die Dosis unabhängig von der Art ihrer Erzeugung ein Maß für die Schadensrate sein. Die locker ionisierende Strahlung (Beta, Gamma, Röntgen) wird mit einem Bewertungsfaktor 1 versehen, d.h. in ihrer relativen biologischen Wirksamkeit (RBW) gleich gesetzt. Bei gleicher Energieabsorption im Gewebe, in Joule pro kg gemessen, hätte sie danach jeweils den gleichen Effekt.

Die Empfehlungen der Bewertungsfaktoren durch die ICRP gehen jedoch an der strahlenbiologischen Wirklichkeit vorbei. Erwiesen ist, daß sich die RBW von locker ionisierender Strahlung - je nach Effekt, Strahlenart und Energie - bis zu einem Faktor 5 unterscheiden kann. Das größte und wichtigste Referenzkollektiv für Strahlenschäden, die japanischen Atombombenüberlebenden, war einer extrem hochenergetischen - und damit vergleichsweise wenig wirksamen - Gammastrahlung ausgesetzt. Die Risikofaktoren der ICRP, die von diesem Kollektiv abgeleitet worden sind, müßten für übliche Situationen der Strahlenexposition (Röntgenstrahlung, Beschäftigte in Nuklearanlagen) etwa dreifach höher angesetzt werden.

Ein weiteres Problem ist die Bewertung der Wirkung von dicht ionisierender Strahlung (Alphastrahlen und Neutronen) im Vergleich zu locker ionisierender Strahlung. Bei den Alphastrahlen handelt es sich um eine Teilchenstrahlung mit einer extrem kurzen Reichweite im Gewebe, so daß diese Strahlenart nur nach einer Inkorporation oder auf der Haut ihre Wirkung entfalten kann. Sie wird von natürlichen Zerfallsprodukten in unserer Erdkruste ausgesandt (Uran-Radium-Reihe) sowie von den in Kernreaktoren entstehenden Transuranen (Plutonium, Americium u.a.). Epidemiologische Auswertungen über Knochenkrebs nach Strahlenbelastung durch Radium sowie über Lungenkrebs nach Einwirkung des radioaktiven Edelgases Radon zeigen einen inversen Dosis- und Dosisleistungseffekt, d.h. bei niedrigen Dosen und Dosisleistungen (Dosis pro Zeit), wie sie an Arbeitsplätzen und durch Umweltkontaminationen vorkommen, nimmt die Strahlenwirkung pro Dosisseinheit zu. Auch dieser Effekt wird von der ICRP ignoriert.

Neutronen haben als indirekt ionisierende Strahlen ein Durchdringungsvermögen, das mit dem von Röntgen- und Gammastrahlung vergleichbar ist. Im Zusammenhang mit den CASTOR-Transporten und der Debatte über die Strahlengefahren bei Flugpersonal wurden die Arbeiten von Kuni bekannt, der eine beträchtliche Unterschätzung der Neutronen-wirkungen durch die ICRP und in der Strahlenschutzverordnung ableitet. Eine Bestätigung der Ergebnisse von Kuni [10] zeigt sich z. B. an erhöhten Krebsraten bei Flugpersonal, die mit den Annahmen nach ICRP nicht erklärbar sind [11,12,13].

Ein Gleiches trifft zu für zahlreiche Befunde nach Inkorporation natürlicher oder künstlich erzeugter Radionuklide. Die durch den Bundesumweltminister amtlich vorgegebenen Dosisfaktoren für die Inhalation und Ingestion der verschiedenen Nuklide berücksichtigen nicht hinreichend die individuellen Unterschiede und das Lebensalter. Beispielsweise werden die besonders strahlenempfindlichen Embryonen gar nicht in Betracht gezogen. Darüberhinaus ist die errechnete Äquivalentdosis bei inkorporierten Radionukliden ein Mittelwert über ein makroskopisches Gewebsvolumen, welche die Komplexität der Strahlenwirkung im Mikrovolumen der Zellen nicht erfaßt.

Im Umfeld von Atomanlagen sind weltweit immer wieder Krebserkrankungen, insbesondere Leukämie bei kleinen Kindern, aufgetreten. Die stereotype Erklärung von Behörden und staatlichen Strahlenschutzkommissionen dazu ist, daß ein Zusammenhang mit Radioaktivität nicht herstellbar sei, da die Dosis - basierend auf dem Äquivalentdosiskonzept - für den Effekt angeblich nicht ausreicht. Auch im Fall des Atomkraftwerks Krümmel, in dessen unmittelbarer Umgebung nach Analysen des Mainzer Kinderkrebsregisters das größte und auffälligste Leukämiecluster in Deutschland auftrat, wurde dieses Argument bemüht. Angehörigen einer zur Aufklärung der Ursachen eingesetzten Fachkommission, die auf Untersuchungen zur möglichen Strahlenursache bestanden, wurden von Mitgliedern der Strahlenschutzkommission der Bundesregierung der angeblich unwissenschaftlichen Vorgehensweise bezichtigt. Die in der Umgebung von Krümmel in die Umwelt freigesetzten Reaktorisotope, die von der Fachkommission als Indizien für die Ursächlichkeit angesehen werden, wurden von der Strahlenschutzkommission der Bundesregierung ignoriert oder abgestritten, eine anderweitige plausible Begründung blieb sie allerdings bisher schuldig.

VII. Die natürliche Strahlung ist kein Maß für Ungefährlichkeit

Ministerien, Strahlenschutzkommission und Bundesamt für Strahlenschutz bringen bei Kritik an den herrschenden Dosisgrenzwerten oder bei aktuellen Ereignissen wie den jetzt bekannt gewordenen Transportbehälterkontaminationen immer wieder vor, daß die Menschen einem ständigen Strahlenpegel ausgesetzt sind, der als Vergleichsnorm für Harmlosigkeit benutzt wird. Es gibt jedoch keinen Grund zu der Annahme, daß diese unausweichliche natürliche Strahlung keine schädlichen Folgen hat. Sie ist mit dafür verantwortlich, daß Krebs- und Erbkrankheiten entstehen und trägt dazu bei, daß das Gewebe des Körpers altert und Leben begrenzt ist, wie die folgenden Beispiele zeigen. Britische Wissenschaftler (Stewart et al.) konnten kindliche Krebserkrankungen mit der terrestrischen Gammastrahlung korrelieren [14]. Die Strahlenbelastung durch Radon stellt für die Allgemeinbevölkerung die bedeutendste Quelle der natürlichen Strahlenbelastung dar. Die weit überwiegende Zahl der Lungenkrebskrankungen von Nichtrauchern ist wahrscheinlich auf diese Quelle zurückzuführen. Großräumige epidemiologische Untersuchungen haben Indizien für einen Zusammenhang zwischen Leukämien und anderen bösartigen Tumoren im Kindesalter und der Radonkonzentration gebracht (Henshaw et al.) [15]. Zwei amerikanische Untersuchungsreihen haben eine Korrelation von Leukämien und anderen Krebserkrankungen mit dem Radiumgehalt des Trinkwassers ergeben (Bean et al., Lyman et al.) [16].

Der Grund ist der schon lange strahlenbiologisch erkannte Entstehungsmechanismus der genetischen Zellveränderungen, die zu Mutationen und Krebserkrankungen führen. Für solche Effekte bedarf es keiner Mindestdosis (Schwellendosis), da ein einzelnes Strahlenquant (Röntgen- oder Gamma-Strahlung) oder ein Alpha- bzw. ein Beta-Teilchen genügend Energie mitbringt, um die biochemische Veränderung auszulösen. Daraus folgt auch, daß jede zusätzliche Dosis in einer Bevölkerung zu einer Aufsummation von Schädigungen führt. Die Klasse der durch Zellmutationen bewirkten Effekte nennt man stochastische Schäden, weil ihr Auftreten im Individualfall nicht vorhersagbar ist und nur nach Wahrscheinlichkeit bewertet werden kann. Die Anzahl der stochastischen Schäden in einem bestrahlten Kollektiv ist dosisabhängig. Die ICRP geht davon aus, daß im Niederdosisbereich bei der halben Dosis noch die halbe Anzahl Schäden zu erwarten ist (linearer Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung). Dies wurde kürzlich durch Doll und Wakeford bestätigt [17].

Unabhängig davon, ob man die strahlenbedingten Effekte in einer Bevölkerung statistisch erkennen kann oder nicht, folgt daraus auch die Wirkung der natürlichen Umgebungsstrahlung. Das vielbemühte Konzept der deutschen Strahlenschutzkommission, daß eine Strahlenexposition dann vernachlässigbar sei, wenn sie in Höhe der Schwankungsbreite der natürlichen Belastung läge (wie sie z.B. zwischen Bayern und Niedersachsen durch unterschiedliche Höhen- und Bodenstrahlung besteht), bedeutet also nur, daß in der Regel die zusätzlich

auftretenden Schäden im Kollektiv nicht auffällig werden, wenngleich die betroffenen Individuen zusätzlich erkranken oder vorzeitig sterben.

Unter Verwendung der nach oben korrigierten Risikofaktoren der ICRP läßt sich ableiten, daß die natürliche Umgebungsstrahlung für 5 -15 % der auftretenden Krebserkrankungen verantwortlich ist. Eine Vermeidung zusätzlicher Dosen in dieser Höhe ist also durchaus geboten.

VIII. Die Beschränkung der Kollektivdosis ist überfällig

Nach dem Prinzip des stochastischen Schadens bestimmt die Kollektivdosis (die Summe aller Einzeldosen) bei einer Bevölkerung die Anzahl der ausgelösten Schadensfälle. Hierfür ist es gleichgültig, ob diese Kollektivdosis durch viele kleine Beiträge oder wenige größere Expositionen erzeugt wird. Betreiber von Anlagen, die radioaktive Stoffe emittieren, genügen bereits den gesetzlichen Anforderungen, wenn sie die Stoffe durch einen hohen Schornstein verdünnt in die Umwelt einbringen. Denn es ist nur die Einhaltung des Dosisgrenzwerts von je 0,3 mSv (durch Abluft und Abwasser) pro Person und Jahr gefordert, der einer Individualdosis entspricht. Wieviele Schäden durch die Emissionen weltweit gesetzt werden, bleibt völlig außer Acht.

IX. Die Durchsetzung des Strahlenschutzes gegenüber Wirtschaftsinteressen ist möglich

Wie auch im Fall des jüngsten Transportbehälterskandals haben die Strahlenschutzexperten der Regierungen bei Negativereignissen aus der Kerntechnik sofort auf Schadensbegrenzung hingearbeitet, um die weitere Akzeptanz dieser Energieform zu gewährleisten. Woher will die SSK wissen, daß von den Oberflächenkontaminationen keinerlei Gesundheitsgefährdung ausgegangen ist, wie sie behauptet? Von diesen Behältern können in der Vergangenheit Milliarden radioaktiver Teilchen abgegangen und in die Menschen gelangt sein. Eigentlich kann das kein Wissenschaftler ernsthaft bestreiten, gerade weil die genauen Umstände nicht rekonstruierbar sind.

Die Tschernobyl-Katastrophe hatte dazu geführt, daß sich weite Teile der Gesellschaft von der Atomenergie abwandten und eine Reihe von Naturwissenschaftlern ihre Einschätzung über Handhabbarkeit und Folgen dieser Technik revidierten. Dennoch werden bis heute weite Teile der "Fachwelt" durch die Atomlobby vereinnahmt. Ein sehr typisches Beispiel dazu liefert die offizielle Einschätzung der gesundheitlichen Folgen des Tschernobylunfalls. Die Internationale Atomenergieorganisation IAEA verkündete 1991, daß sie 200 westliche Experten eingesetzt habe, Strahlenfolgen, darunter auch die Effekte auf die Gesundheit in der dortigen Bevölkerung zu untersuchen. Die IAEA verkündete dann weltweit als Ergebnis, daß es keine statistisch erkennbaren Gesundheitsschäden durch Einwirkung von Radioaktivität gäbe. Zu dieser Zeit lag bereits ein mehr als 30-facher Anstieg von Schilddrüsenkarzinomen bei weißrussischen Kindern vor, wurde aber erst Jahre später wegen erdrückender Evidenz zugegeben.

Dennoch wurden weiterhin derartige, auch für Laien erkennbare, Gefälligkeitsgutachten abgegeben, auch 1996 auf einem großen Kongreß der IAEA und der WHO in Wien zum 10. Jahrestag der Katastrophe. Bundesumweltministerin Merkel erklärte öffentlich, es habe 31 Soforttote gegeben, aber weitere Todesopfer seien laut Auskunft der Wissenschaft nicht zu beklagen (die dramatisch angestiegenen Schilddrüsenkarzinome erklärt man quasi sämtlich für heilbar).

Sowohl der oben genannte IAEO-Bericht als auch die weiteren Maßnahmen zur Verharmlosung der Tschernobylfolgen lösten jedoch weltweit Proteste aus. Einheimische Wissenschaftler aus den GUS-Staaten, die auf dem Wiener Kongreß nicht zu Wort gekommen waren, fanden Gehör auch in der westlichen Fachpresse. Umweltschutzgruppen und unabhängige Wissenschaftler bündelten ihre Aktivitäten. Diese Entwicklung hält an und läßt erwarten, daß die Evidenz der Fakten und die Aufklärungsbemühungen einer Fachwissenschaftlern außerhalb des "atomaren" Lobby-Systems sowie eine international erstarkende Protestbewegung von Umweltverbänden und Bürgeraktionen zur Durchsetzung besserer Strahlenschutzstandards führt.

Münster, den 6. August 1998

[Prof. Dr. Wolfgang Köhnlein](#)

Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz

Literatur

1. GOFMAN., J. & TAMPLIN., A. R. (1979): Poisoned Power, (Rodale Press) Emmaus/Pennsylvania
2. MORGAN, K. Z. (1992): Desirable changes in the way international radiation protection standards are established. Vortrag auf der 2. Weltkonferenz der Strahlenopfer, Berlin 1992
3. STEWART, A.M., WEBB, J., & HEWITT, D.A. (1957): A survey of childhood malignancies, Brit. Med. J. 1: 1495-1508; KNOX, E.G., STEWART, A.M., KNEALE, G.M., GILMAN, E.A. (1987) Prenatal irradiation and childhood cancer. J. Soc. Radiol. Prot. 7: 3-15
4. WING, S., SHY, C.M., WOOD, J. L., WOLF, S., CRAGLE, D.L., & FROME, E.L. (1991): Mortality among workers at Oak Ridge National Laboratory. Evidence of radiation effects in follow up through 1984. J American Med Assoc 265: 1397-1402
5. KENDALL., G.M.. MUIRHEAD, C.R.. MACGIBBON, B. H., O' HAGAN, J.A., CONQUEST, AJ., GOODILL, A.A.. BUTLAND, B.K., FELL, T.P., JACKSON, D.A., WEBB, M.A., HAYLOCK, R.G.E., THOMAS, J.M., SILK, T.J. (1992): Mortality and occupational exposure to radiation: first analysis of the National Registry tor Radiation Workers. BMJ 304: 220-225
6. PRESTON-MARTIN, S. & WHITE, S.C. (1990): Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice, J. Am. Dental Ass. 120: 151-158
7. PRESTON-MARTIN, S., THOMAS, D.C., YU., M.C. & HENDERSON, B.E. (1989): Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia, Brit. J. Cancer 59: 639-644

8. VIEL, J.F. & RICHARDSON, S.T; (1990): Chilhood leukaemia around the La Hague nuclear waste reprocessing plant. *BMJ* 300:580-581
 9. VIEL, J.F., RICHARDSON. S.T., DANIEL, P., BOUTARD, P., MALET, M., BARRELIER, P., REMAN, O. & CARRE. A. (1993): Childhood leukemia in the vicinity of La Hague nuclear-waste reprocessing facility, *Cancer Causes & Control* 4: 341-343
 10. KUNI, H. (1994): Niedrige Strahlendosen und Gesundheit der Arbeitnehmer. *Berichte des Otto Hug Strahleninstituts* Nr. 8-11: 52-67
 11. BAND, S.R., LE, N.D., FANG, R., DECHAMPS, M., COLDMAN, A.J., GALLAGHER, R.S. & MOODY, J. (1996): Cohort study of Air Canada pilots: Mortality, cancer incidence, and leukemia risk, *Am. J. Epidemiol.* 143: 137-143
 12. KAJI, M., TANGO, T., ASUKATA, I., TAJIMA, N., YAMAMOTO, Y., HOKARI, M. (1993): Mortality experience of cockpit crew members from Japan airlines, *Aviat. Space Environ. Med.* 748-750
 13. PUKKALA, E., AUVINEN, A. & WAHLBERG, G. (1995) Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967 - 92, *BMJ* 311: 649-652
 14. KNOX, E.G., STEWART, A.M., KNEALE, G.W. & GILMAN. E.A. (1987): Prenatal irradiation and childhood cancer, *J. Soc. Radiol. Protection (GB)* 7: 3-15
 15. EATOUGH, J.P. & HENSHAW, D.L. (1993): Radon and monocytic leukaemia in England, *J. Epidemiol. and Community Health* 47: 506-507
 16. BEAN, J.A., ISAACSON, P., HAUSLER, W.J., KOHLER, J. (1985): Drinking water and cancer incidence in Iowa. I. Trends and incidence by source of drinking water. *Am. J. Epidemiol.* 116: 912-923; BEAN, J.A., ISAACSON, P., HAHNE, R.M., KOHLER, J. (1985): Drinking water and cancer incidence in Iowa. II. Radioactivity in drinking water, *Am. J. Epidemiol.* 116: 924-932; LYMAN, G.H., LYMAN, C.G. & JOHNSON, W. (1985): Association of leukemia with radium groundwater contamination, *J. Am. Med. Ass.* 254: 621-626
 17. DOLL, R., WAKEFORD, R., (1997): Risk of childhood cancer from fetal irradiation, *Brit. J. Radiol.* 70: 130-139
-