

Helmut Abel

Erkenntnisse und Wissenslücken über Strahlenrisiken

Vorwort

Strahlenrisiken werden sowohl in den Medien als auch in der Wissenschaft selbst kontrovers diskutiert. In den Medien verkaufen sich emotionsgetragene Ängste besser als vernunftgetragene Sachlichkeit. In der Wissenschaft hat der Kampf um Forschungsmittel, Ansehen und Aufsehen die Grenzen des Normalen überschritten.

Sowohl Erkenntnisse als auch Wissenslücken sind unvereinbar mit Behauptungen, daß viele Menschen jährlich infolge Röntgendiagnostik an Krebs erkranken oder Kindern in der Umgebung von Kernkraftwerken Leukämie droht.

In diesem Beitrag soll versucht werden, Entstehen und Fragwürdigkeit der Kontroversen durch einen Überblick zur Geschichte der Diskussionen zum Strahlenrisiko näher zu beleuchten.

I. Historische Entwicklung der Dosis-Grenzwerte

An den Anfang möchte ich in gebotener Kürze und mithin nur fragmentarisch eine Betrachtung der historischen Entwicklung sogenannter Dosis-Grenzwerte stellen, die der Beschränkung von Gefährdungen im Umgang mit Strahlung Rechnung tragen sollen

Ihre Geschichte beginnt mit dem 2. Internationalen Röntgenkongreß 1928 in Stockholm. Auf diesem Kongreß mußte bereits ein großer Teil des Programms dem Strahlenrisiko und dem Strahlenschutz gewidmet werden; überdies wurde eine Internationale Kommission für Strahlenschutz ins Leben gerufen. Der Grund dafür lag darin, daß in den ersten zwei Jahrzehnten nach der Entdeckung der Röntgenstrahlung (1895) erschreckend viele Berichte über strahleninduzierte Erkrankungen bei Ärzten und Röntgentechnikern an Krebs und Leukämie erschienen waren. Die Faszination, mittels Röntgenstrahlen in den Menschen hineinsehen zu können, hatte Bedenken zunächst verdrängt.

Auf dem Stockholmer Kongreß wurden Schutzmaßnahmen empfohlen und aus Umfragen über Arbeitsweisen und beobachtete gesundheitliche Schäden abgeleitete sogenannte Toleranzdosen diskutiert. Aus Mangel an einheitlicher physikalischer Meßtechnik wurde die Toleranzdosis seinerzeit noch an Hautreaktionen orientiert. Der Wahl dieses Begriffes lag die Vorstellung einer Verträglichkeit von Röntgenstrahlung unterhalb eines Schwellenwertes zugrunde. Diese Vorstellung schien deshalb nicht abwegig, weil durch die Entdeckung der natürlichen Radioaktivität in Boden, Luft und Wasser sowie der kosmischen Strahlung belegt war, daß jeder Mensch natürlicherweise und unvermeidlich einer dauernden Exposition ionisierender Strahlung ausgesetzt ist, und dies ohne bislang nachweisbare Schäden.

Eine Erschütterung erfuhr diese Annahme einer schadensfreien Strahlenexposition durch die Ende der zwanziger Jahre gemachte Entdeckung, daß ionisierende Strahlung Genmutationen verursachen kann. Daß es sie gibt, war lange bekannt, nur ihre Ursachen nicht. Es entstand daher die Frage, ob diese sogenannten spontanen Genmutationen durch die natürliche Strahlung verursacht sein könnten. Quantitative Untersuchungen führten jedoch rasch zu dem Resultat, daß für die relativ große Häufigkeit der spontanen Genmutationen die natürliche Strahlung etwa tausendmal zu schwach ist, also zumindest quantitativ nur einen sehr geringen Beitrag leisten kann. Er ist bis heute weder qualitativ noch quantitativ angebbar.

Die dringenden Empfehlungen von Schutzmaßnahmen und die Beachtung von Toleranzdosen hatten zwar einen durchschlagenden Erfolg in dem Sinne, daß nur noch sehr vereinzelt berufsbedingte Strahlenerkrankungen registriert wurden, aber wissenschaftlich eindeutig belegbare Beziehungen zwischen Bestrahlungsdosen und gesundheitlichen Folgeschäden konnten nicht gefunden werden. Dieser Mangel an Erkenntnissen veranlaßte die Internationale Kommission für Strahlenschutz 1934 dazu, den Begriff 'Toleranzdosis' durch 'maximal zulässige Dosis' zu ersetzen mit einem Wert (in heute geltender Maßeinheit) von 2 mSv/Tag (mSv = Milli-Sievert).

Als Vergleich sei angegeben, daß die natürliche kosmische und terrestrische Strahlung je nach geologischen Gegebenheiten und Höhenlagen Expositionswerte etwa zwischen 0,003 mSv/Tag und 0,07 mSv/Tag mit einem globalen Mittelwert bei 0,004 mSv/Tag bewirkt.

Die Unsicherheiten hinsichtlich der Bewertung strahleninduzierbarer Genmutationen und ihrer möglichen populationsgenetischen Konsequen-

zen in Verbindung mit der raschen Zunahme der Anzahl berufsbedingt mit Strahlung umgehender Personen führten dann 1950 dazu, auch 'maximal zulässig' aufzugeben und durch 'so niedrig wie möglich' zu ersetzen bei gleichzeitiger Neufestlegung eines kleineren Grenzwertes für berufsbedingt strahlenexponierte Personen auf 6 mSv/Woche. Die Formulierung 'so niedrig wie möglich' trug in verantwortungsbewußter Weise den wissenschaftlichen Unsicherheiten Rechnung, stellte somit aber auch die Sicherheit des Grenzwertes in Frage.

In den folgenden Jahrzehnten wurde nun auch der Grenzwert noch mehrmals herabgesetzt, letztmalig 1990 auf 100 mSv/5Jahre (entsprechend etwa 0,4 mSv/Woche) /1/. Damit ist er gegenwärtig vergleichbar mit dem Maximalwert der natürlich bedingten Strahlenexposition. Diese Nähe zu den Werten der natürlichen Strahlenexpositionen führte nun auch dazu, die Formulierung 'so niedrig wie möglich' durch 'so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar' zu ersetzen.

Der mehrmaligen Herabsetzung des Grenzwertes von 6 mSv/Woche auf 0,4 mSv/Woche lagen jedoch keine Erkenntnisse über quantitative und wissenschaftlich erklärbare Beziehungen zwischen Strahlenexpositionen im Grenzwertbereich und gesundheitsschädlichen Folgen zugrunde. Sie ergaben sich aus ganz anderen Gründen. Einerseits hatte sich die Strahlenmeßtechnik kontinuierlich verbessert und erlaubte immer genauere Kontrollen. Andererseits zeigte sich gerade dabei, daß die gleichfalls kontinuierlich stattgefundenen Weiterentwicklung der technischen Schutzmaßnahmen für berufsbedingten Umgang mit Strahlung zu Strahlenexpositionen geführt hat, die deutlich unter den Grenzwerten lagen. Also war es eingedenk der wissenschaftlichen Unsicherheiten möglich und auch vernünftig, die Grenzwerte immer weiter herabzusetzen.

Aus der zunehmend breiteren Anwendung von Strahlungsquellen, in der Medizin, der Forschung und der Industrie, einschließlich der Kernenergieindustrie, folgte die Notwendigkeit der Festlegung von Grenzwerten für die Strahlenexposition der Bevölkerung. Da es keinen Hinweis auf Schäden im beruflichen Dosis-Grenzwertbereich gab, wurden sie stets etwa um einen Faktor 10 niedriger als für berufsbedingt mit Strahlung umgehende Personen festgelegt. Gegenwärtig liegt der Bevölkerungsgrenzwert deutlich unter dem Maximalwert der natürlich gegebenen Strahlenexpositionen. D.h., es gibt auch Bevölkerungsgruppen, die natürlicherweise infolge geologischer Gegebenheiten (natürliche Radioaktivität

des Bodens) eine höhere als dem gegenwärtigen Bevölkerungs-Grenzwert entsprechende Strahlenexposition erfahren.

So wissenschaftlich einsichtig und verantwortungsbewußt der oben genannte Formulierungswandel von 'Toleranzdosis' bis zu 'so niedrig wie vernünftigerweise erreichbare Dosis' sein mag, Verwirrungen und Ängste in der Öffentlichkeit konnten nicht ausbleiben. Es mußte sich öffentlich die Frage aufdrängen, ob nun Strahlenexpositionen in jedem Falle, so niedrig sie auch sein mögen, das Krebsrisiko erhöhen.

Nicht überraschend ist auch ihre Abwandlung in die Frage, ob sich die Internationale Strahlenschutzkommission bei ihrem grundsätzlichen Festhalten an 'Akzeptanz in Grenzen', nicht auch hat leiten lassen von Überlegungen zum Ja oder Nein zur Kernenergie. Natürlich hat sie das; mußte es. Alle ihre Auswertungen der internationalen wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse mußten lückenlos Neuentwicklungen in allen Bereichen, von der Medizin über alle Industriezweige, berücksichtigen. Stets war die Frage zu beantworten, ob und wie sich aus den erkannten Risiken nach Lage der Erkenntnisse und der Wissenslücken Akzeptanz in Grenzen bzw. Warnungen begründen lassen. Sollen Verbote gefordert werden, dann müssen die wissenschaftlichen Begründungen jeder Kritik standhalten. Ein solcher Wissensstand ist bei Strahlenrisiken nicht erreicht.

II. Krebsmortalität und Umweltstrahlung

Gebiete mit erhöhter natürlicher Radioaktivität sind seit vielen Jahrzehnten der Wissenschaft bekannt. Das Erzgebirge wurde bereits in den dreißiger Jahren als ein klassisches Gebiet der Radioaktivität bezeichnet. Heute liegen quantitative Bestimmungen von Expositionswerten weltweit vor und lassen erkennen, daß es große Gebiete relativ hoher natürlicher Radioaktivität neben Gebieten geringer natürlicher Radioaktivität gibt. Es war daher naheliegend zu versuchen, über epidemiologische Untersuchungen Hinweise auf mögliche Beziehungen zwischen Krebsmortalität und Umweltstrahlung zu erhalten.

Einer epidemiologischen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Krebsmortalität und Jahresdosis stehen trotz dieser Variationen der natürlichen Umweltstrahlung erhebliche Schwierigkeiten gegenüber. So fehlt eine zuverlässige und flächendeckende Registrierung der Krebssterbefälle in den meisten und besonders interessierenden Gebieten. Außerdem sind Lebensgewohnheiten und soziale Grundlagen unterschiedlich. Hinzu

kommt, daß die aus Gründen statistischer Sicherheit der Aussagen erforderliche Größe der zu vergleichenden Personengruppen Anforderungen stellt, die kaum erfüllbar sind. Bei Expositions-differenzen im mSv-Bereich müßten Millionen Personen in epidemiologischen Untersuchungen erfaßt werden. Trotz dieser Schwierigkeiten wurden viele Versuche unternommen, zu Aussagen zu kommen, mit immer weiterentwickelten statistischen Modellen.

In Deutschland-Ost besteht das wohl einzige hinreichend lange (seit 1953) geführte Krebsregister. Die Expositionswerte aus der natürlich gegebenen Umweltstrahlung steigen hier von Norden nach Süden leicht an und erreichen in Kreisen der Bergbauggebiete Thüringens und Sachsens Werte, die mehr als doppelt so hoch sind wie im Norden. Aus den bisher vorliegenden epidemiologischen Untersuchungen konnten hinsichtlich der Inzidenz bösartiger Erkrankungen, einschließlich Leukämien, bis auf eine Ausnahme, keine Unterschiede nachgewiesen werden. Die Ausnahme bildet der Kreis Aue, das Territorium des früheren Uranbergbaues, in dem bei Männern - und nur bei diesen - eine signifikant erhöhte Lungenkrebsrate nachweisbar ist, die aus dem überproportional hohen Anteil an ehemaligen Wismut-Bergleuten resultiert /2/.

Es seien noch zwei weitere epidemiologische Untersuchungsbefunde /3/ genannt, die mit zu den bisher zahlenmäßig umfassendsten gehören und deren Vergleich insofern besonders interessant erscheint, weil bei zwar relativ kleinen vergleichbaren Dosen die Dosisleistungen sehr unterschiedlich sind. In dem einen Falle handelt es sich um diejenige Gruppe von Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima/Nagasaki (23321 exponierte Personen; 34272 Personen der Kontrollgruppe), die mit Dosen unterhalb etwa 100 mSv kurzzeitig exponiert wurden. Im anderen Falle wurden Bewohner eines Gebietes in China (74000 Einwohner) untersucht, wo die natürliche Strahlenexposition 200% bis 300% über dem Landesdurchschnitt liegt und die mittlere Lebensdosis 70-jähriger Einwohner 350 mSv beträgt.

Sowohl im Falle der Hiroshima/Nagasaki-Untersuchungen als auch bei der China-Studie konnten in den genannten niedrigen Dosisbereichen keine Unterschiede im Krebsrisiko zwischen den höher exponierten Gruppen und den Kontrollgruppen statistisch sicher nachgewiesen werden.

Es existieren zahlreiche weitere epidemiologische Untersuchungen, in denen wechselnd mal Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Krebsmortalität und Umweltstrahlung ausgewiesen werden und mal nicht. Nicht

wenige derartige Untersuchungen haben sogar zu der Schlußfolgerung geführt, daß die Krebsmortalität in Gebieten besonders geringer Umweltstrahlung größer ist als in Gebieten höherer Umweltstrahlung. Doch keine einzige von allen bisherigen Studien hat wissenschaftlich widerspruchsfreie Akzeptanz erfahren können. In einer 1995 publizierten Arbeit mit dem Titel 'Bewertungen epidemiologischer Studien' /4/ kommen die Autoren zu der Schlußfolgerung, daß " die Akzeptanz von Studienergebnissen nicht nur von der Eindeutigkeit der Befunde abhängt, sondern auch von deren sozialer - oder im weitesten Sinne, politischer - Bedeutung. Hinter dem Exzerpierten Erkenntniszugewinn steht häufig ein gerichtetes Interesse".

Ein Beispiel, bei dem diese Schwierigkeiten besonders deutlich hervorgetreten sind, zeigt die Diskussion um die Häufung kindlicher Leukämien in der Umgebung des Kernkraftwerks Krümmel in der Elbmarsch. In einem Zeitraum von 16 Monaten (1989-1991) erkrankten dort 5 Kinder unter 15 Jahren an Leukämie und ein Kind an aplastischer Anämie. Die Frage entstand, ob eine der Öffentlichkeit verschwiegene Havarie im Kernkraftwerk Ursache sein könnte oder ob nur eine Zufälligkeit vorliegen könnte, die nichts mit dem Kernkraftwerk zu tun hat. Nun setzt die Prüfung, ob eine Havarie vorlag und verschwiegen wurde, Glaubwürdigkeit in die Aussagen und Unterlagen des Kernkraftwerkes voraus. Ob es sich um eine Zufälligkeit handelt, setzt wiederum Glaubwürdigkeit in die korrekte mathematische Durchführung der statistischen Untersuchung voraus. Beides ist in der Öffentlichkeit nicht gegeben. Obgleich die mathematische Statistik die Möglichkeit eines Zufalls ergeben hat /5/, dem Kernkraftwerk das Verschweigen einer Havarie nicht nachgewiesen werden konnte, sind Ängste und Zweifel geblieben.

Man kommt nicht umhin festzustellen, daß die Frage, ob die natürliche Radioaktivität bzw. die um Prozente dessen erhöhte Exposition infolge künstlicher Strahlenexpositionsquellen Krebserkrankungen fördert oder nicht oder sogar vermindert, in eine Erkenntnislücke führt. Diese Lücke zuzugeben fällt offensichtlich deshalb so schwer, weil für Strahlenexpositionen mit höheren Dosen, oberhalb etwa einiger 100 mSv, kein Zweifel besteht, daß die Wahrscheinlichkeit eines erhöhten Krebsrisikos gegeben ist und mit wachsender Dosis zunimmt.

Die Internationale Strahlenschutzkommission nimmt deshalb aus Gründen der Vorsicht und solange das Gegenteil nicht zweifelsfrei bewiesen ist an,

daß aus Strahlenexpositionen selbst geringster Dosen ein erhöhtes, wenn auch nicht nachweisbares, Krebsrisiko resultiert.

Unvermeidlich führt diese Annahme eines Krebsrisikos bei beliebig kleinen Strahlendosen dazu, die Lebensräume von Menschen in Krebsrisikogebiete nach der natürlich gegebenen Umweltstrahlung, der röntgenologischen Betreuung oder der Existenz von Kernkraftwerken aufzuteilen. Berechnungen der Anzahl der Krebs- oder Leukämietodesfälle dieser Ursachen anzustellen, fehlt eine zuverlässige wissenschaftliche Grundlage. Daß solche Berechnungen immer wieder angestellt und den Medien übergeben werden, erklärt sich mehr aus unterschiedlicher Sucht als aus Verantwortungempfinden.

III. Molekularbiologische Aspekte zum Strahlenrisiko

Seitens der Molekularbiologie bestehen Zweifel zur Annahme eines Krebsrisikos selbst bei beliebig kleinen Dosen. Die Annahme beinhaltet ja, daß strahleninduzierte Kanzerogenese durch ein singuläres Strahlenenergie-Absorptionereignis in einer Zelle ausgelöst werden kann. Die Komplexität allein der Initiationsphase der Umwandlung einer gesunden Zelle in eine Krebszelle begründet den Zweifel. In einer Kette komplizierter und voneinander abhängiger Prozesse während der Umwandlung sind Protoonkogene, Onkogene, Supressorgene und Reparaturgene miteinander verknüpft. Letzteren kommt eine besondere Funktion zu, die neben dem organismischen Immunsystem ein Erhaltungsprinzip des Lebens auf zellulärer Ebene widerspiegelt.

Träger aller Gene ist die chromosomale DNS. Ihre doppelsträngige Struktur mit gleichem Informationsgehalt in jedem Strang bildet bereits eine erste Sicherheit gegen Störungen im Informationssystem der Zelle zur Aufrechterhaltung aller Funktionen. Störungen in einem der beiden Stränge führen dadurch nicht zwingend zum Informationsverlust. Die Zelle läßt dennoch eine solche einsträngige Störung nicht bestehen. In Experimenten läßt sich gut beobachten, daß solche Störungen in Minuten bis Stunden wieder aufgehoben bzw. repariert werden. Die Produkte der Reparaturgene bilden ein komplexes Arsenal an Enzymen mit Erkennungs-, Ausschneide- und Synthesefunktionen, so daß die Störstelle erkannt und wieder repariert werden kann. Aus sterischen Gründen ist die ausgebesserte Stelle stets größer als die ursprüngliche Störstelle, wodurch auch

spontane quantenchemische Irrtümer und andere Störungen, die der Erkennung entgangen sind, mit aufgehoben werden.

Daß die DNS infolge ihrer Länge, 100.000 mal den Zellkerndurchmesser überschreitend, in superhelikaler Weise organisiert sein muß, konnte schon vor vielen Jahren nachgewiesen werden. Aus vergleichenden Bestrahlungsexperimenten an Säugerzellen mit leichten und schweren beschleunigten Ionen ergaben sich darüber hinaus Hinweise darauf, daß die chromosomale DNS in nahezu äquidistanten Abständen kernmembranassoziiert ist und weit über 1000 Subeinheiten mit funktioneller Reparaturautonomie bildet /6,7,8/. Jede Zelle verfügt also über mehr als 1000 autonom arbeitende Reparatereinheiten.

Experimentell gesichert ist heute, daß ionisierende Strahlung insbesondere einsträngige und sehr viel seltener doppelsträngige Brüche in der (doppelsträngigen) DNS bestrahlter Zellen hervorruft. Bei einsträngigen Brüchen wird die Bruchstelle enzymatisch erweitert und der gegenüberliegende intakte Strangabschnitt liefert die Information für die korrekte Neusynthese des Strangstückes. Doppelstrangbrüche, in den Strängen gegenüberliegend, wurden lange Zeit als irreparabel vermutet, weil sie den Verlust gleicher Informationen in beiden Strängen bewirken. Doch inzwischen konnte auch ihre Reparatur nachgewiesen werden. Die DNS-Superhelikalität in den Subeinheiten realisiert eine räumliche Nachbarschaft homologer DNS-Subeinheiten, wodurch die Reparatur von strahleninduzierten Doppelstrangbrüchen durch sogenannte Austauschprozesse möglich wird. Diese erfordern jedoch das Fortschreiten der Zelle im Zellzyklus und beanspruchen somit Stunden.

Nun verursacht die natürlich gegebene Umweltstrahlung in einer betrachteten Zelle unseres menschlichen Körpers strahleninduzierte DNS-Störungen nur in zeitlichen Abständen von Monaten, also in Zeiten, die sehr groß verglichen mit den intrazellulären Reparaturzeiten sind. Die betroffene Zelle hat diese Störung also längst repariert, ehe eine zweite strahleninduzierte Störung erfolgt, falls sie dann nicht schon natürlicherweise ausgeschieden ist.

So hoch die Effizienz der DNS-Reparaturmechanismen auch eingeschätzt werden muß, so ist sie doch nicht fehlerfrei. Zu fragen ist, welche Art strahleninduzierter DNS-Schäden an Initiationen maligner Zelltransformationen beteiligt sein könnten. Die in Krebszellen nachgewiesenen chromosomalen Umbauten lenkt die Aufmerksamkeit auf nicht oder fehlerhaft reparierte Doppelstrangbrüche. Sie werden dann nicht oder nur

fehlerhaft reparabel sein, wenn sie Cluster in den superhelikalen DNS-Subeinheiten bilden und sich dadurch die Reparaturenzyme gegenseitig behindern.

Die Verteilung von Doppelstrangbrüchen in den DNS-Subeinheiten einer Zelle, also auch die Clusterung von Doppelstrangbrüchen, läßt sich infolge der Kenntnisse über die Organisation der DNS im Zellkern in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdosis und für jede beliebige Strahlenart quantenphysikalisch gut berechnen, folglich auch die Rate der als irreparabel angenommenen Doppelstrangbrüche /8/. Dabei ergaben sich zwei interessante Resultate. Für energiereiche Quantenstrahlung, wie sie in der natürlichen Umweltstrahlung vorkommt, sinkt die Rate irreparabler Doppelstrangbruchcluster im Dosis-Bereich der Umweltstrahlung kontinuierlich auf so niedrige Werte ab, daß ihr Beitrag zur Initiation einer malignen Zelltransformation weit unter jeder Nachweischwelle heutiger molekularbiologischer Methoden liegt. Für Alphastrahlung hingegen, die als merklicher Anteil der Umweltstrahlung aus dem Radon resultiert, nimmt die Rate irreparabler Doppelstrangbrüche unterhalb etwa einiger 100 mSv nicht mehr ab, sondern bleibt bei 0,1 bis 0,2 konstant. D.h., sobald eine Zelle von einem Alphateilchen durchquert wird und im Zellkern Energie überträgt, entsteht mit konstanter Wahrscheinlichkeit auch ein irreparabler Doppelstrangbruch in ihrer chromosomalen DNS.

Da Radon als Alphastrahlung emittierende natürliche Expositionsquelle nicht zu vernachlässigen ist, scheint dieses Resultat die Annahme eines Krebsrisikos auch im Expositionsbereich der Umweltstrahlung bzw. bis Dosis Null herab zu stützen.

Doch dieser Schluß ist zu voreilig. Er ignoriert zumindest zwei Fakten. Erstens ist unabhängig von der Dosis stets der Anteil an DNS-Einstrangbrüchen extrem viel größer als der Anteil an irreparablen DNS-Doppelstrangbrüchen. Zweitens ist jede Reparatur eines Einstrangbruches als Signal zur DNS-Kontrolle zu werten, woraus bei der Reparatur des strahleninduzierten Bruchs die gleichzeitige Aufhebung eines Anteils der zigtausendfach häufigeren spontanen endogenen und nicht strahleninduzierten DNS-Störungen resultiert.

Aus molekularbiologischer Sicht kann also nicht ausgeschlossen werden, daß die natürliche Umweltstrahlung eine begrenzende Funktion bezüglich der spontanen und aller nicht strahleninduzierten Mutationen und Zelltransformationen haben könnte. Gleichzeitig würde sich daraus ableiten,

daß im Expositionsbereich der Umweltstrahlung eine strahlenbedingte Zunahme des Krebsrisikos nicht eintritt.

Zunächst ist dies nicht mehr als ein Denkansatz, der aber die Forschung auf gezielte Untersuchungen orientiert. So wurden z.B. nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl Mutationsuntersuchungen an peripheren Lymphozyten von Personen einer Baustelle durchgeführt /9/, die sich dort, 150 km entfernt vom Unglücksort, während und noch 4 Wochen nach dem Reaktorunfall aufhielten. Eine gut bekannte und vor allem auch spontan vorkommende Mutationsart wurde in entnommenen Lymphozyten von diesem Personenkreis und von einem Kontroll-Personenkreis über die spontane Rate hinaus chemisch induziert. Trifft der oben genannte Denkansatz zu, müßte bei dem Personenkreis der Baustelle eine geringere Anzahl an Mutationen entstanden sein., weil in ihren Lymphozyten infolge der erhöhten Strahlenexposition auch eine intensivere DNS-Kontrolle induziert worden ist. Die Untersuchungen zeigten auch dieses Ergebnis. Die Autoren dieser Arbeit halten dies jedoch noch nicht für eine Bestätigung, weil auch Verschiebungen in den Lymphozyten-Subpopulationen zugunsten strahlenresistenter Zellen bei dem exponierten Personenkreis das Resultat erklären könnten

Es ließen sich noch eine Reihe weiterer Untersuchungen anführen, die dem Denkansatz einer mutations- und transformationsbegrenzenden Funktion der natürlichen Umweltstrahlung gefolgt sind. Sie ermutigen auch zur Fortsetzung, haben aber der Internationalen Strahlenschutzkommission noch keine hinreichende Sicherheit vermitteln können, von ihrer auf Vorsicht gegründeten Position, der allgemeinen Annahme eines stetigen Zunehmens des Krebsrisikos mit wachsender Strahlenexposition, abzuweichen. Sie hat diese Denkansätze nicht ignoriert, kommt aber in ihrem Bericht 1990 zu der Schlußfolgerung : "Radiation may be able to stimulate the repair of prior radiation damage, thus decreasing its consequences, or may be able to improve immunological surveillance, thus strengthening the body's natural defence mechanisms. Such effects, currently termed 'hormesis', are poorly understood and are controversial. Most of the experimental data are inconclusive, mainly because of statistical difficulties at low doses. It is therefore inappropriate at present to take account of the possible influence of hormesis on the probability of the induction of stochastic effects by radiation".

Man muß diesen Standpunkt akzeptieren, darf aber die vorsichtsbegründete Annahme der Internationalen Strahlenschutzkommission nicht zum

unumstößlichen Dogma werden lassen und schon gar nicht auf ihrer Grundlage Gefahren der Röntgendiagnostik oder der unterschiedlichen Krebsrisiken in verschiedenen Gegenden eines Landes berechnen wollen.

IV. Zusammenfassung

Den heutigen Dosis-Grenzwerten für Strahlenexpositionen liegen wissenschaftliche Erkenntnisse über die damit verbundenen Krebsrisiken nicht zugrunde. Ihre Festsetzung wurde einerseits maßgeblich durch die Vervollkommnung der Strahlenmeßtechnik und andererseits aus Vorsicht gerade durch die Erkenntnislücken bestimmt.

Epidemiologische Untersuchungen konnten bisher weder über eine Zunoch Abnahme des Krebsrisikos mit der Dosis im Expositionsbereich der Grenzwerte widerspruchsfreie Hinweise erbringen.

Auch der Erkenntnisstand der biophysikalischen und molekularbiologischen Grundlagenforschung reicht noch nicht aus, um die zur Vorsicht verpflichtete Internationale Strahlenschutzkommission zu veranlassen, ihre auf Vorsicht bedachte Risiko-Bewertung zu verändern.

Wissenslücken sind objektiv gegeben, nicht jedoch von der Art, daß sie Ängste begründen und ihre Verbreitung in der Öffentlichkeit rechtfertigen könnten.

Literatur

- /1/ ICRP Publication 60 : 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP 21 (No. 1-3), Pergamon Press, Oxford 1991
- /2/ Arndt D., Die Strahlenexposition in den Bergbaugebieten Thüringens und Sachsens, in : Strahlenschutz in Forschung und Praxis, Band 33 (47-60), Gustav Fischer Verlag-Stuttgart-Jena-New York 1992
- /3/ Steinhäusler F., Der Mensch im Strahlenumfeld, in : Strahlenschutz: Physik und Messtechnik, Band 1 (1-18), Publikationsreihe des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V., Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1994
- /4/ Breckow J., Grosche B., Weber K.-H., Bewertung epidemiologischer Studien Fachverband für Strahlenschutz, FS-95-76-AKS, 1995
- /5/ Rübenberg P., Leukämiecluster in der Elbmarsch-Unfallfolge oder statistische Fluktuation Fachverband für Strahlenschutz, FS-96-78-T, 1996
- /6/ Regel K., DNA-Superstrukturen, Radiobiol. Radiother. 29 : 520-560 (1988)
- /7/ Erzgräber G., Rosemann M., Abel H. and Regel K., DNA-structures and radiation injury, in : Proceedings of the COSPAR-Meeting Den Haag, Pergamon Press 1990
- /8/ Rosemann M., Ein mikrodosimetrisches Modell zu Reparatur strahleninduzierter DNA-Doppelstrangbrüche in Säugerzellen, Dissertation A, Humboldt-Universität Berlin, 1992
- /9/ Tuschl H., Kovac R. und Topaloglou A., DNA Reparatur, Schwesterchromatidaustausche und immunologische Parameter nach Rn-oder beruflicher Strahlenexposition. Vortrag 1988, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, A-2444 Seibersdorf