

Auf der Titelseite dieses Aktionsprogramms erscheint dreimal der Name Alexander Rüstow. Warum verspürt man drinnen so wenig von seinem *Geist*?  
Oswald v. Nell-Breuning SJ

### Strahlengefährdung

Mit der zunehmenden Zahl von Kernreaktoren zur energetischen Ausnutzung der Atomkräfte ist die Gefährdung des einzelnen Menschen und der gesamten Menschheit durch Strahlen zu einer wichtigen Lebensfrage geworden. Bei einer Betrachtung der zukünftigen Situation müssen wir zunächst feststellen, daß die Entwicklung unabwendbar weitergeht. Die Erschließung und Anwendung der Möglichkeiten, die sich aus den wachsenden Erkenntnissen der Wissenschaft ergeben, ist heute nicht mehr aufzuhalten.

Unter den einzelnen Gefahrenquellen nehmen die Schädigungsmöglichkeiten durch die ständig auftretenden Strahlungen den größten Raum ein. Daneben treten Gefährdungen durch Licht (-Blitz), Hitze und Explosionsluftdruck nur bei Unglücksfällen und Atomwaffeneinsatz im Kriegsfall ein. Beim Kernzerfall entstehen je nach dem Ausgangselement und den jeweiligen Bedingungen verschiedene Arten von Strahlen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Korpuskular-Strahlen, die aus schnell bewegten Elementarteilchen (Korpuskeln) bestehen und den elektromagnetischen Schwingungen verschiedener Wellenlängen. Zu den ersten gehören die alpha-Strahlen, die aus elektrisch positiv geladenen Heliumatom-Kernen mit sehr großer Energie, aber geringer Reichweite bestehen. Die beta-Strahlen sind energiereiche Elektronen, also Elementarteilchen mit negativer elektrischer Ladung und etwa den Kathoden-Strahlen vergleichbar. Die gamma-Strahlen sind elektromagnetische Schwingungen wie die Strahlen des sichtbaren Lichtes, nur mit kürzerer Wellenlänge und größerer Energie. Außer den genannten Strahlenarten zählen noch einige andere,

im allgemeinen weniger bedeutsame zu diesen energiereichen oder auch sogenannten ionisierenden Strahlen. Die enge Verwandtschaft zwischen den Röntgen-Strahlen und den gamma-Strahlen berechtigt, auch die Röntgen-Strahlen in die Betrachtung mit einzubeziehen, um so mehr, als sie nicht nur in ihrer Art den gamma-Strahlen weitgehend entsprechen, sondern auch ihre Wirkungen und die durch sie möglichen Schäden gleichartig sind. Alle genannten Strahlenarten können ungeachtet ihrer verschiedenen Art und physikochemischen Eigenschaften in ihrer biologischen Wirkung miteinander verglichen werden und summieren sich auch. Als biologisches Maß der Röntgen-Strahlen dient die Einheit 1 rem, während man die anderen Strahlen hinsichtlich ihrer biologischen Wirksamkeit umrechnen muß und dann in Röntgen-Äquivalenten ausdrücken kann. Die gleichzeitige Berücksichtigung der Röntgen-Strahlen ist auch deswegen berechtigt, weil die Anwendung der Röntgen-Strahlen in den letzten Jahren ein Ausmaß erreicht hat, das Grund genug zu einer kritischen Betrachtung gibt, und darüber hinaus, weil die meisten unserer heutigen Kenntnisse über die Wirkungen ionisierender Strahlen gerade durch Versuche mit Röntgen-Strahlen an Bakterien, Pflanzen und niederen Tieren gewonnen worden sind.

Die berechtigte Frage, ob die Ergebnisse von Untersuchungen an Tieren und Pflanzen auf den Menschen übertragen werden dürfen, kann man bejahen. Bei aller äußeren Unterschiedlichkeit zwischen dem Menschen einerseits und dem Tier- und Pflanzenreich andererseits unterliegen die Reaktionen in der einzelnen Zelle denselben biologischen Grundgesetzen, auch gleichen sich insbesondere die Vorgänge bei der Übertragung der Erbmerkmale. Und so, wie diese beim normalen Ablauf gleichartig sind, sind sie auch durch dieselben Eingriffe in derselben Weise zu beeinflussen. Daher ist es berechtigt, von experimentellen Untersuchungen an niederen Organismen Rückschlüsse auf die Folgen



gleichartiger Einwirkungen beim Menschen zu ziehen.

Bevor man eine mögliche Strahlengefährdung durch die Errichtung von Kernkraftanlagen, die ausgedehnte Anwendung von radioaktiven Elementen in der Medizin und Technik oder durch die Verbreitung von radioaktivem Staub nach Atombomben-Explosionen erörtern kann, ist es erforderlich, einen Überblick über diejenige Strahlenbelastung eines Menschen zu geben, der er auch bisher ohne Kernreaktoren und Atombomben-Versuche ausgesetzt gewesen ist. Bei einer Feststellung der Strahlengefährdung muß man dabei zwischen der Gefährdung des einzelnen Menschen in der Gesamtbevölkerung und der besonderen Gefährdung spezieller Personengruppen unterscheiden. Da sich die Strahlenschäden in Geweben und Organen summieren, ist stets die Strahlenbelastung während des ganzen Lebens zugrunde zu legen. Für das Auftreten genetischer Schäden ist dabei jeweils die Strahlenmenge zu berücksichtigen, die der Mensch von der Zeit der Geburt bis zur Zeugung der nächsten Generation – also innerhalb einer Generationsdauer, die beim Menschen mit 30 Jahren angenommen wird – erhält.

Die Strahlenmenge aus natürlichen Quellen beträgt ohne Berücksichtigung örtlicher Besonderheiten 3 bis 5 rem/30 Jahre. Sie setzt sich zusammen aus der kosmischen oder Ultra-Strahlung (ca. 25%), der Umgebungs-Strahlung (ca. 60%) und der Körpereigen-Strahlung (ca. 15%). Die kosmische Strahlung hat ihren Ursprung in den überall im Weltraum stattfindenden Kernreaktionen und nimmt mit steigender Höhe infolge Fortfall der Schutzwirkung der Lufthülle zu. Die Umgebungs- und Körpereigen-Strahlung entsteht durch die in allen Stoffen und auch im Körper in Spuren vorkommenden radioaktiven Elemente. Hinzu kommt im Verlauf einer Generationsdauer durch künstliche Strahlenquellen, zum Beispiel bei Röntgen-Untersuchungen (ca. 90%!), Durchleuchtungsgeräte in Schuhgeschäften, durch Leuchtzifferblätter auf

Uhren und Meßinstrumenten und Fernsehen abermals eine Dosis von 3 bis 4 rem. Wenn eine Stunde Fernsehen direkt am Bildschirm auch nur eine Strahlenmenge von 0,0005 rem ergibt, so würde aber doch bei regelmäßiger Benutzung von zwei Stunden am Tag innerhalb einer Generationsdauer von 30 Jahren die recht bedenkliche Strahlenmenge von ca. 10 rem erreicht. In den oben genannten 3 bis 4 rem ist auch die Strahlenmenge von radioaktiven Staubteilchen aus der Luft nach Atombomben-Explosionen enthalten. Diese ist zur Zeit noch gering und beträgt nur 0,1 rem/Generationsdauer. Sie wird jedoch infolge einer Aufenthaltszeit der strahlenden Atombombenreste in der Atmosphäre von 5 bis 15 Jahren bei Fortsetzung der Atomwaffen-Versuche in dem gleichen Ausmaß steigen, wie die Anzahl der Versuche zunimmt. Diese Zahlen stellen Durchschnittswerte, bezogen auf die Gesamtbevölkerung dar und betragen ein Vielfaches bei Personen, die in besonders gefährdeten Betrieben arbeiten.

Direkte Strahlenschäden sind in der allgemeinen Bevölkerung durch diese „Normal“-Strahlenbelastung nie verursacht worden. Von Bedeutung sind aber ihre Auswirkungen in erbbiologischer Hinsicht. Hier gibt es keine kleinste Strahlenmenge, bei der mit Sicherheit eine Schädigung vermeidbar ist. Schon kleinste Strahlenmengen können erbbiologische Wirkungen haben. Steigert man die Strahlendosis um einen bestimmten Prozentsatz, so erhöht sich die Zahl der folgenden Erbschäden um genau den gleichen Prozentsatz, so daß auch geringfügige Erhöhungen über die normale Strahlenbelastung hinaus bereits als bedenklich angesehen werden müssen. Hinzu kommt, daß es für das Erbgut eine Erholung, wie wir sie bei Geweben und Organen beobachten können, nicht gibt. Nicht nur eine Einzelbestrahlung kann hier Mutationen (Erbsprünge) auslösen, diese können auch durch Summation zustande kommen. Dabei ist es sogar gleichgültig, ob die Schädigungen in einer Keimzelle



stattfinden oder bei einer Vereinigung von Ei- und Samenzelle zusammentreffen. Die erworbenen nachteiligen Anlagen brauchen dabei noch gar nicht in der ersten Folgegeneration in Erscheinung zu treten; sie zeigen sich vielmehr in einem Teil der Fälle erst in späteren Generationen, wenn durch die weitergehende Fortpflanzung diese verborgenen Erbanlagen mit gleichsinnig wirkenden Veränderungen im Erbgut des andern Elternteils zusammentreffen.

Aus diesen Erkenntnissen heraus ist die Empfehlung zuständiger Stellen in England zu verstehen, die nahelegen, daß Angehörige besonders strahlengefährdeter Betriebe untereinander nicht heiraten sollen. Noch einen Schritt weiter geht die amerikanische Atomenergiekommission, die Eheschließungen zwischen Betriebsangehörigen, die in Atomenergieanlagen arbeiten, als unerwünscht ablehnt. Bei dieser Sachlage ist es nicht besonders beruhigend, daß amerikanische und japanische Wissenschaftler bei ihren unlängst durchgeführten Untersuchungen an 80000 Kindern aus den Jahren 1946 bis 1953 der bei den Atombomben-Explosionen über Hiroshima und Nagasaki strahlengefährdeten Frauen eine wesentliche Steigerung der Zahl von Fehlgeburten oder Mißbildungen nicht auffinden konnten. Diese können noch kommen. Eine endgültige Aussage über das Ausmaß und die Schwere der Spätfolgen werden erst fortlaufende Untersuchungen ergeben können, die sich über die zukünftigen Generationen erstrecken müssen. Zu dieser vorsichtigen und zurückhaltenden Bewertung zwingen vor allem die Ergebnisse der zahlreich durchgeführten erbbiologischen Untersuchungen mit Röntgen-Strahlen an niederen Tieren, und wir haben, wie einleitend herausgestellt wurde, allen Grund und gutes Recht, diese Beobachtungen auf den Menschen zu beziehen und als gültig anzuerkennen.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Wirkung der ionisierenden Strahlen auf den Organismus und das Erbgut können wir dahingehend zusammenfassen, daß

eine Gefährdung durch die heutige Strahlenbelastung für den einzelnen Menschen in der Gesamtbevölkerung nicht gegeben ist. Mit jeder weiteren Zunahme der Strahlung aus künstlichen Strahlenquellen wird aber die Nachkommenschaft mehr und mehr gefährdet. Die als Folge der Schädigung der Erbanlagen auftretenden Veränderungen sind für die folgenden Generationen stets nachteilig und bewirken je nach dem Ausmaß der Schädigung unter den Nachkommen eine körperliche oder geistige Fehlentwicklung, eine verminderte Fortpflanzungsfähigkeit oder eine verkürzte Lebensdauer. Sie sind deshalb unerwünscht und sollten, soweit wie möglich, vermieden werden. Es ergibt sich die Folgerung, daß auch die kleinste Zunahme der Strahlenmenge im Verlauf der Generationszeit als unerwünscht angesehen werden muß.

Erörterungen, welche Zunahme der Strahlenbelastung als vertretbar angesehen werden kann, sind nur von bedingtem Wert. Andererseits ist aber nur in der Form überhaupt eine konkrete Fragestellung möglich, daß man die heute vorhandenen Schädigungen ermittelt und dann die Frage stellt, bei welcher Strahlenmenge diese zum Beispiel doppelt so häufig auftreten werden. Unter diesen Voraussetzungen kann man die Ergebnisse der experimentellen Vererbungsforschung heranziehen und zu einer hinreichend gesicherten Aussage kommen. Nimmt man nun, um bei dem Beispiel der Verdoppelung zu bleiben, bei einer derzeitigen „normalen“ Strahlenbelastung von etwa 10 rem für derartige Leiden eine durchschnittliche Häufigkeit von 3 auf 100000 – berechnet für 17 verschiedene vererbare Leiden – an, so würde es bedeuten, daß bei einer zusätzlichen Strahlenbelastung von 10 rem anstelle von 3 nunmehr 6 Erkrankungen auf 100000 der Bevölkerung kommen würden. Es wird also eine Verdoppelung der bisherigen Schädigungen auftreten. Eine Zunahme der Folgen von Strahlenschäden ist aber in jedem Fall bedenklich und darf nicht ohne weiteres in ihrer Bedeutung unter-



schätzt werden. Wenn deshalb heute in Amerika angenommen wird, daß eine zusätzliche Strahlenbelastung von 10 rem hingenommen werden könne, da bei dieser Voraussetzung nur eine Verdoppelung der heutigen Zahl von Erbsprüngen eintreten würde, und daß diese noch tragbar sei, so muß man dieser Betrachtungsweise eine gewisse Willkürlichkeit zusprechen und diese Auffassung als Arzt und Sozial-Hygieniker ablehnen.

Personen, die einer höheren Strahlenbelastung ausgesetzt sind, sind die Röntgen-Ärzte sowie das in Röntgen-Laboratorien, Kernkraftanlagen und der mit radioaktivem Material arbeitenden Industrie und Forschung tätige Personal. Daß kleinere, aber dafür sich ständig wiederholende Bestrahlungen für den einzelnen Organismus nicht ohne Auswirkungen bleiben, geht aus einer amerikanischen Statistik über das durchschnittliche Lebensalter der Röntgen-Ärzte hervor, die während der gesamten Ausübung ihres Berufes einer zusätzlichen Strahlung ausgesetzt sind. Ihre Lebenserwartung liegt um fünf Jahre unter derjenigen der Durchschnittsbevölkerung. Darüber hinaus soll sich unter den Kindern von Röntgen-Ärzten eine Häufung von Mißbildungen feststellen lassen. Auch Gewebs- und Organschäden können eintreten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Empfindlichkeit der einzelnen Organe sehr unterschiedlich ist. Am stärksten werden immer diejenigen Zellen und Organe betroffen werden, die eine rege Tätigkeit aufweisen oder sich in der Entwicklung befinden. So finden wir zum Beispiel besonders ausgeprägte Schädigungen der blutbildenden Zellen im Knochenmark oder bei Frühstadien der Entwicklung während der Schwangerschaft. Etwas werden die Gewebs- und Organschäden durch eine mögliche Erholung gemildert.

Größere Strahlenmengen treffen im allgemeinen nur die Angestellten in besonders strahlengefährdeten Betrieben bei Unfällen oder einmal eine größere Anzahl von Menschen beim Atomwaffeneinsatz. Eine einmalige Bestrahlung

bis zu 25 rem wird normalerweise ohne sichtbare Schädigung vertragen und erst bei einem Vierfachen dieser Dosis treten die ersten Anzeichen der Strahlenkrankheit auf, die in Einzelfällen schon einmal zum Tod führen kann. Bei einer Steigerung auf 400 rem tritt die Strahlenkrankheit in ihren schweren Formen in Erscheinung und führt bei der Hälfte der Betroffenen mehr oder weniger schnell zum Tod. Mit 700 rem ist die fast sicher tödliche Strahlenmenge erreicht. Nicht so ausgeprägt sind die Wirkungen der aufgeführten Strahlenmengen, wenn sie in kleineren Einzelbestrahlungen über einen längeren Zeitraum verteilt den Körper treffen.

Überblicken wir nun die gesamte Situation, so ergibt sich, daß zur Zeit eine wesentliche Steigerung der normalen, nicht vermeidbaren Gesamt-Strahlenmenge durch Kernkraftanlagen, Verwendung von radioaktiven Elementen und Versuche mit Kernwaffen nicht erfolgt. Somit kann eine erhöhte Gefährdung verneint werden. Wir müssen aber innerhalb der abgesteckten Grenzen mit den Strahlenmengen haushalten, wenn wir mit einem Minimum an Gefährdung ein Höchstmaß an Vorteilen gewinnen wollen. Das gilt nicht nur für die Errichtung von Kernkraftanlagen und die Verwendung von radioaktiven Stoffen in der Biologie, Medizin und Industrie, sondern in gleicher Weise auch für die Anwendung von Röntgen-Strahlen. Dabei muß es das Ziel der Technik sein, derartige Schutzvorrichtungen zu entwickeln, daß eine unkontrollierbare Gefährdung nicht eintreten kann. Darüber hinaus ist es Aufgabe des Gesetzgebers, durch entsprechende Sicherheitsvorschriften zu gewährleisten, daß, unter Berücksichtigung der jeweiligen Kenntnisse der Wissenschaft, die Gefährdung das Maß des Vertretbaren nicht überschreitet. Von dem Verantwortungsgefühl eines jeden einzelnen aber, der mit Strahlen oder strahlenden Materialien arbeitet, wird es abhängen, die Gefahr gering zu halten, damit der mögliche Gewinn zum Nutzen aller gereicht.

Günter Witt