

Bundesrepublik Deutschland
Der Bundeskanzler
9 — 68100 — 4929/58

Bonn, den 11. Dezember 1958

An den Herrn
Präsidenten des Deutschen Bundestages

**Betr.: Unterrichtung über den EURATOM-Entwurf
von Grundnormen für den Gesundheitsschutz
gegen ionisierende Strahlungen**

In Artikel 2 Satz 2 des Gesetzes zu den Verträgen vom 25. März 1957 zur Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft und der Europäischen Atomgemeinschaft (BGBl. II S. 753) ist eine Unterrichtung des Deutschen Bundestages durch die Bundesregierung für den Fall vorgesehen, daß durch den Beschluß des Rates einer der Gemeinschaften innerdeutsche Gesetze erforderlich werden.

Ich beehre mich, hiermit den Deutschen Bundestag von dem EURATOM-Entwurf von Richtlinien zur Festlegung der Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen zu unterrichten.

Die zu erlassenden Richtlinien sind für jeden Mitgliedstaat hinsichtlich des zu erreichenden Zieles verbindlich, überlassen jedoch den innerstaatlichen Stellen die Wahl der Form und Mittel (Artikel 161 Abs. 3 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) vom 25. März 1957 — BGBl. II S. 1014). Nach Artikel 33 Abs. 1 des Vertrages erläßt jeder Mitgliedstaat die geeigneten Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um die Beachtung der festgesetzten Grundnormen sicherzustellen, und trifft die für den Unterricht, die Erziehung und Berufsausbildung erforderlichen Maßnahmen. Die Grundnormen stellen Mindestvorschriften dar; es bleibt daher den einzelnen Staaten überlassen, Ergänzungen oder Erweiterungen vorzunehmen.

Das Verfahren der Festsetzung der Grundnormen ergibt sich aus Artikel 30 ff. des EURATOM-Vertrages. Wie in Artikel 31 vorgesehen, hat zunächst eine Gruppe von Persönlichkeiten

Stellung genommen, die der EURATOM-Ausschuß für Wissenschaft und Technik aus wissenschaftlichen Sachverständigen der sechs Mitgliedstaaten, insbesondere aus Sachverständigen für Volksgesundheit, ernannt hatte. Die Stellungnahme ist dem anliegenden Richtlinienentwurf beigefügt. Auf dieser Grundlage hat die EURATOM-Kommission den Entwurf von Richtlinien ausgearbeitet. Zu dem Entwurf hat der Wirtschafts- und Sozialausschuß, der aus Vertretern der verschiedenen Gruppen des wirtschaftlichen und sozialen Lebens besteht, Stellung genommen. Die Kommission hat sodann ihren Vorschlag nebst den Äußerungen der Ausschüsse dem Rat der Atomgemeinschaft zugeleitet. Der Rat hat daraufhin am 3. Dezember 1958 beschlossen, die Grundnormen dem Europäischen Parlament zuzuleiten, das seine Stellungnahme in seiner am 15. Dezember 1958 beginnenden Sitzungsperiode abzugeben beabsichtigt. Sodann hat der Rat die Grundnormen festzulegen, und zwar gemäß Artikel 218 des Vertrages bis zum 31. Dezember 1958.

Der Stellvertreter des Bundeskanzlers

Ludwig Erhard

EUROPÄISCHE
ATOMGEMEINSCHAFT—
EURATOM—
Die Kommission

Der PRÄSIDENT und die MITGLIEDER
der Kommission der Europäischen Atomgemeinschaft

an

den Herrn PRÄSIDENTEN
des Europäischen Parlaments,

den Herrn PRÄSIDENTEN
des Wirtschafts- und Sozialausschusses,

den Herrn PRÄSIDENTEN
des Rats

Brüssel, den 9. Oktober 1958

Herr Präsident!

Artikel 31 des Vertrags zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft bestimmt, daß die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen von der Kommission nach Stellungnahme einer Gruppe von Persönlichkeiten ausgearbeitet werden, die der Ausschuß für Wissenschaft und Technik ernennt.

Wir überreichen Ihnen in der Anlage den von der Kommission gemäß Artikel 31 ausgearbeiteten Entwurf von Richtlinien zur Festlegung dieser Grundnormen.

Die Stellungnahme der Gruppe von Persönlichkeiten, die vom Ausschuß für Wissenschaft und Technik ernannt worden sind, ist dem vorliegenden Dokument beigelegt.

Wir möchten darauf hinweisen, daß bei der Ausarbeitung dieses Richtlinienentwurfs die Ergebnisse des Meinungsaustausches berücksichtigt worden sind, den die Kommission mit dem Ausschuß für Wissenschaft und Technik insbesondere auf dessen Sitzung vom 6. Oktober 1958 gehabt hat.

Genehmigen Sie, Herr Präsident, den Ausdruck unserer ausgezeichneten Hochachtung.

L. ARMAND
Präsident

E. MEDI
Vizepräsident

P. DE GROOTE H. KREKELER E. M. J. A. SASSEN
Europäischer Kommissar Europäischer Kommissar Europäischer Kommissar

EUROPAISCHE
ATOMGEMEINSCHAFT

EURATOM

Die Kommission

Brüssel, den 9. Oktober 1958

Entwurf von Richtlinien

zur Festlegung der „Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen“

Inhalt

Begründung	5
Präambel	7
Titel I : Definitionen	7
Titel II : Anwendungsbereich	9
Titel III: Höchstzulässige Dosen, bei denen eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist	10
Titel IV: Höchstzulässige Expositionen und Kontaminationen	11
Titel V : Hauptgrundsätze der ärztlichen Überwachung der Beschäftigten	12
Anhang 1	15
Anhang 2	15
Anhang 3	16
Allgemeines und Erläuterungen	23

Begründung

Nach Artikel 2 des Vertrages hat die Europäische Atomgemeinschaft unter anderem einheitliche Sicherheitsnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten aufzustellen und für ihre Anwendung Sorge zu tragen.

Artikel 30 des Vertrages präzisiert diese Aufgabe, indem er bestimmt:

„In der Gemeinschaft werden Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen festgesetzt.

Unter Grundnormen sind zu verstehen:

- a) die zulässigen Höchstdosen, die ausreichende Sicherheit gewähren;
- b) die Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen und für schädlichen Befall;
- c) die Grundsätze für die ärztliche Überwachung der Arbeitskräfte.“

Artikel 31 des Vertrages bestimmt das Verfahren, nach dem die Grundnormen von der Kommission auszuarbeiten sind. Dieses Verfahren ist befolgt worden. Es ist eine Gruppe von Persönlichkeiten eingesetzt worden, die der Ausschuß für Wissenschaft und Technik aus wissenschaftlichen Sachverständigen der Mitgliedstaaten, insbesondere aus Sachverständigen für Volksgesundheit, ernannt hat. Diese Sachverständigengruppe hat der Kommission die im Vertrag geforderte Stellungnahme zugeleitet, deren sich die Kommission bei der Ausarbeitung der Grundnormen bedient hat.

Die Arbeitsgruppe bestand aus zwölf Sachverständigen; jeder Mitgliedstaat war mit zwei Sachverständigen vertreten.

Zwar liegen heute schon Empfehlungen internationaler Kommissionen vor, die vom wissenschaftlichen Standpunkt aus wertvolle Unterlagen für das Gebiet des Gesundheitsschutzes gegen ionisierende Strahlungen darstellen, doch hat bisher noch keine dieser Empfehlungen offiziellen Charakter oder die Form und den Wirkungsbereich, die der Vertrag den Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten geben will. Keine internationale Organisation hat hinsichtlich dieses Problems eine so klar umrissene Aufgabe, wie sie Euratom gestellt ist; Euratom hat die satzungsmäßige Befugnis, die gemeinsamen Grundlagen für eine Gesundheitsschutzpolitik zu schaffen, die für alle sechs Länder der Gemeinschaft maßgebend sein soll.

Der Vertrag überträgt diese Befugnis der Kommission, überläßt es aber jedem Mitgliedstaat, die geeigneten Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu

erlassen, um die Beachtung der festgesetzten Grundnormen sicherzustellen. Diese Normen stellen Richtlinien im Sinne des Artikels 161 des Vertrages dar, da sie für jeden Mitgliedstaat, an den sie gerichtet sind, hinsichtlich des zu erreichenden Zieles verbindlich sind, auch wenn den innerstaatlichen Stellen die Wahl der Form und der Mittel überlassen bleibt. Die Gesundheitsbehörden der einzelnen Staaten haben alle ihre Traditionen und Besonderheiten, denen sie Rechnung tragen müssen, wenn sie die Richtlinien der Gemeinschaft auf ihren nationalen Bereich übertragen.

Wenn gesagt wird, daß diesen Normen allgemeine Geltung gegeben werden muß, so bedeutet dies nicht, daß sie nicht präzise sein und bei aller Beschränkung auf das rein Wissenschaftliche und Sachliche alle Aspekte der Probleme erfassen müssen, die der Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten aufwirft. Die vorliegenden Richtlinien tragen diesen Gesichtspunkten Rechnung; sie berücksichtigen alle Faktoren, die als maßgeblich angesehen werden können auf einem Gebiet, auf dem wegen der Ungewißheiten, denen man dort begegnet, eine gewisse Vorsicht geboten ist. Die biologische Wirkung der Strahlungen ist nicht in allen Einzelheiten bekannt, und zahlreiche Faktoren müssen in Betracht gezogen werden. Immerhin ist beim heutigen Stand unserer Kenntnisse bereits möglich, die Risiken, die man bei der Nutzung der Kernenergie für friedliche Zwecke für annehmbar hält, einigermaßen zutreffend zu beurteilen und Grundnormen aufzustellen, die die Bevölkerung und die Beschäftigten mit ausreichender Sicherheit gegen diese Risiken schützen. Gemäß Artikel 32 des Vertrages können diese Normen auf Antrag der Kommission oder eines Mitgliedstaates in dem Maße überprüft oder ergänzt werden, wie die Wissenschaft zu neuen Erkenntnissen gelangt.

Die vom Ausschuß für Wissenschaft und Technik ernannten Sachverständigen, deren Vertrautheit mit allen Aspekten der Probleme des Strahlenschutzes unbestritten ist, haben sich in den Grundzügen an die letzten Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (Commission Internationale de Protection Radiologique) gehalten und sie den Erfordernissen der Gemeinschaft angepaßt. Es sei bemerkt, daß die Internationale Kommission für Strahlenschutz in internationalen Kreisen der Wissenschaft heute unumstritten als maßgebende Instanz auf dem Gebiet des Gesundheitsschutzes gegen ionisierende Strahlungen gilt.

Die von der Internationalen Kommission für Strahlenschutz angegebenen Werte sind in den Richtlinien als Grundlage für die Festsetzung der höchstzulässigen Dosen und höchstzulässigen Expositionen und Kontaminationen verwendet worden.

Die Hauptgrundsätze für die ärztliche Überwachung der Beschäftigten sind so umfassend wie möglich gehalten worden und stellen praktisch die Zusammenfassung aller Grundbegriffe dar, die bei der Einrichtung von Schutzvorrichtungen in Anlagen, in denen die Gefahr einer Strahleneinwirkung besteht, zu beachten sind. Es ist nicht möglich, sich auf eine Definition dieser Grundbegriffe zu beschränken; es müssen vielmehr gleichzeitig auch Grundsätze für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung aufgestellt werden. Die beiden Probleme sind eng miteinander verknüpft, und dieser Tatsache ist bei der Ausarbeitung der Grundnormen mit gutem Grund Rechnung getragen worden.

Die Verfahren, auf die die Grundsätze für den Gesundheitsschutz abstellen, haben im wesentlichen vorbeugenden Charakter und laufen in erster Linie auf eine Begrenzung der Exposition und Kontamination hinaus. Sie bieten die Gewähr, die die Öffentlichkeit mit Recht von einer planvollen, mit der fortschreitenden Anwendung der Kernenergie zu friedlichen Zwecken Hand in Hand gehenden Gesundheitsschutzpolitik erwartet. Weit davon entfernt, ein Hemmschuh für die heutige und künftige Ausweitung der Nutzung der Kernenergie zu sein, begünstigen die im Interesse der öffentlichen Gesundheit getroffenen Schutzmaßnahmen daher diese Ausweitung und stellen ihre unausweichliche Konsequenz dar.

*

Die vorliegenden Richtlinien entsprechen allen diesen Erfordernissen. Sie sind wie folgt gegliedert:

Titel I definiert eine Anzahl Begriffe, Einheiten, Größen und Symbole, die in den Richtlinien verwendet werden. Diese Definitionen sind im Sinne der vorliegenden Grundnormen zu verstehen; sie sind zum Verständnis der Tragweite der folgenden Titel unerlässlich.

Titel II grenzt den Anwendungsbereich ab, d. h. die Sektoren, auf denen die Normen anzuwenden sind, und bestimmt die Tätigkeitsgebiete und Personen-

kreise, die gegebenenfalls davon ausgenommen werden können, wenn die Beachtung zwingender Vorschriften nicht unnötig oder übermäßig ausgedehnt werden soll.

Titel III und IV beziehen sich auf die Buchstaben a und b des Artikels 30 des Vertrages und setzen die „zulässigen Höchstdosen, die ausreichende Sicherheit gewähren“ und die „Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen und für schädlichen Befall“ fest. Für die Bevölkerung als Ganzes ist die Dosis so berechnet, daß den genetischen Risiken Rechnung getragen wird und die höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen für beruflich strahlenexponierte Personen und für besondere Bevölkerungsgruppen unter entsprechender Gewichtung (pondération) im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung berücksichtigt werden. Diese Dosen sichern die Bevölkerung auch gegen die somatischen Risiken. Die Normen tragen der Bestrahlung von außen und der Bestrahlung von innen Rechnung, nicht jedoch dem natürlichen Strahlenpegel oder den bei ärztlichen Untersuchungen oder ärztlicher Behandlung verabfolgten Bestrahlungen.

Titel V behandelt die „Hauptgrundsätze“ der ärztlichen Überwachung der Beschäftigten. Die Beachtung der höchstzulässigen Dosen, Expositionen und Kontaminationen beruht vor allem auf der Organisation einer physikalischen Strahlenschutzkontrolle und einer ärztlichen Kontrolle, deren wesentliche Grundsätze festzulegen sind. Die ärztliche Überwachung der Beschäftigten setzt außerdem voraus, daß Maßnahmen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit getroffen werden, die in ihren Grundzügen in Kapitel III festgelegt sind.

In den *Anhängen 1, 2 und 3* sind Tabellen enthalten, die es ermöglichen, gewisse in den Titeln II und IV angegebene Werte in der Praxis anzuwenden.

Die Ausführungen im Kapitel „*Allgemeines und Erläuterungen*“ sind kein integrierender Bestandteil der Richtlinien, sondern Erläuterungen zur Unterrichtung des Lesers.

DER RAT DER EUROPAISCHEN ATOMGEMEINSCHAFT

HAT

auf Grund der Bestimmungen des Vertrages, insbesondere der Artikel 30 und 31;

auf Grund der Stellungnahme der Gruppe von Persönlichkeiten, die vom Ausschuß für Wissenschaft und Technik aus wissenschaftlichen Sachverständigen der Mitgliedstaaten ernannt worden sind;

auf Grund der Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses;

nach Anhörung der Versammlung;

in der Erwägung, daß Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen im Sinne der Bestimmungen des Vertrags festgelegt werden sollen, um jeden Mitgliedstaat in die Lage zu versetzen, die geeigneten Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu erlassen, um die Beachtung dieser Grundnormen sicherzustellen, sowie die für den Unterricht, die Erziehung und Berufsausbildung erforderlichen Maßnahmen zu treffen und diese Vorschriften im Einklang mit den in den übrigen Mitgliedstaaten geltenden Vorschriften zu erlassen;

in der Erwägung, daß der Gesundheitsschutz der Beschäftigten und der Bevölkerung es erfordert, daß jede Tätigkeit, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlungen mit sich bringt, durch Vorschriften geregelt wird;

in der Erwägung, daß die Grundnormen den Bedingungen, unter denen die Kernenergie verwandt wird, angepaßt werden müssen und daß sie, je nachdem ob es sich um die individuelle Sicherheit beruflich strahlenexponierter Personen und Angehöriger besonderer Bevölkerungsgruppen oder um den Schutz der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit handelt, verschieden sind;

in der Erwägung, daß die Durchführung des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten und der Bevölkerung eine ärztliche Kontrolle wie auch eine physikalische Kontrolle erfordert;

in der Erwägung, daß die ärztliche Überwachung der Beschäftigten wirkungslos wäre, wenn nicht bestimmte Hauptgrundsätze des Gesundheitsschutzes auf die Gesamtbevölkerung angewandt würden;

in der Erwägung, daß der Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten ein Kontroll- und Aufsichtssystem erfordert, um die Beachtung der Grundnormen sicherzustellen;

auf Vorschlag der Kommission

DIE VORLIEGENDEN RICHTLINIEN ERLASSEN.

TITEL I

Definitionen

Für die Anwendung der vorliegenden Richtlinien gelten folgende Definitionen:

Artikel 1

§ 1.— Einheiten, Größen und Symbole

„Aktivität“ ist die Anzahl der Zerfallsakte in der Zeiteinheit. Die Aktivität wird in „Curie“ ausgedrückt.

Das „Curie“ ist diejenige Radionuklidmenge, bei der $3,7 \times 10^{10}$ Zerfallsakte pro Sekunde stattfinden. Es dient als Maßeinheit der Radioaktivität. Als größere Maßeinheit wird das „Kilocurie“ mit einem Wert von 10^3 Curie, als kleinere Maßeinheiten werden das „Millicurie“ mit einem Wert von 10^{-3} Curie und das „Mikrocurie“ mit einem Wert von 10^{-6} Curie verwendet.

Das „rad“ ist die Einheit der Energiedosis: $1 \text{ rad} = 100 \text{ erg pro Gramm bestrahlten Stoffs an dem betreffenden Ort}$.

Das „rem“ ist die vom menschlichen Körper absorbierte Dosis ionisierender Strahlungen, welche die gleiche biologische Wirkung hervorrufen wie ein rad einer im gleichen Gewebe absorbierten Röntgenstrahlung.

Die als Bezugsgröße genommene Röntgenstrahlung ist diejenige, deren mittlere spezifische Ionisation gleich 100 Ionenpaaren pro Mikron Strecke im Wasser ist. Dies entspricht Röntgenstrahlen von etwa 250 kV.

Das „Röntgen“ ist eine solche Menge einer Röntgen- oder Gammastrahlung, die die mit ihr verbundene Korpuskularemission je 0,001293 g Luft Ionen in der Luft erzeugt, die eine der elektrostatischen Einheit gleiche Menge positiver oder negativer Elektrizität tragen.

§ 2.— Dosen

Die „Energiedosis“ ist die Energiemenge, die von ionisierenden Teilchen an die Masseneinheit des bestrahlten Stoffes an dem betreffenden Punkt abgegeben wird, gleichgültig welcher Art die verwendete ionisierende Strahlung ist. Die Einheit der Energiedosis ist das „rad“.

Die „Expositionsdosis“ bei Röntgen- oder Gammastrahlen an einem gegebenen Punkt ist das Maß der Strahlung im Hinblick auf ihre Fähigkeit, Ionisation zu erzeugen. Die Einheit der Expositionsdosis bei Röntgen- oder Gammastrahlen ist das „Röntgen“ (r).

Die „Personendosis“ ist die Dosis ionisierender Strahlungen, die der Einzelne in einem gegebenen Zeitraum aufnimmt.

Die „absorbierte Integraldosis“ ist die gesamte Energiemenge, die von ionisierenden Teilchen in dem ganzen in Betracht gezogenen Gebiet an die Materie abgegeben wird. Die Einheit der absorbierten Integraldosis ist das „Gramm-rad“.

Die „relative biologische Wirksamkeit“ (R. B. W.) entspricht dem Verhältnis einer Dosis Röntgenstrahlen als Bezugsgröße zu der in Betracht gezogenen Dosis der ionisierenden Strahlung, welche die gleiche biologische Wirkung hervorruft.

Die für die R. B. W. der verschiedenen Strahlenarten angenommenen Werte werden in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Strahlung	R. B. W.	Biologische Wirkung
Röntgen-, Gamma-, Elektronen- und Betastrahlen jeder Energie	1	Ganzkörperbestrahlung (kritisches Organ: blutbildende Gewebe)
Schnelle Neutronen sowie Protonen bis zu 10 MeV	10	Ganzkörperbestrahlung (kritische Reaktion: Kataraktbildung)
Von natürlichen Radioelementen ausgestrahlte Alphateilchen	Vergleichen mit 0,1/Mikrocurie Radium. Sonst = 10	Karzinogenese
Schwere Rückstoßkerne	20	Katarakt

Die „biologische Wirkungsdosis“, genannt R. B. W.-Dosis, ist das Produkt aus der Energiedosis in rad und dem R. B. W.-Faktor. Die R. B. W.-Dosis wird in „rem“ ausgedrückt.

„Höchstzulässige Dosen, bei denen ausreichende Sicherheit gewährleistet ist“, sind diejenigen Dosen ionisierender Strahlungen, bei deren Aufnahme sich nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse für den Einzelnen während seines Lebens oder für die Bevölkerung keine wahrnehmbaren gesundheitlichen Schäden ergeben. Die höchstzulässigen Dosen werden ermittelt unter Berücksichtigung der vom Einzelnen oder von der Bevölkerung aufgenommenen Bestrahlung mit Ausnahme der Bestrahlung, die von dem natürlichen Strahlenpegel und von ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen herrührt.

Die „kumulierte Dosis“ ist die zeitlich integrierte Summe aller vom Einzelnen aufgenommenen Bestrahlungsdosen gleich welcher Herkunft mit Ausnahme der Bestrahlung, die von dem natürlichen Strahlenpegel und von ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen herrührt.

Die „Bevölkerungsdosis“ ist die von der Bevölkerung in einem gegebenen Zeitabschnitt aufgenommene und unter Berücksichtigung der demographischen Gegebenheiten gewogene Dosis ionisierender Strahlungen.

§ 3.— Physikalische und radiologische Begriffe

„Kontamination“ ist eine radioaktive Kontamination, d. h. die Verunreinigung einer beliebigen Materie oder einer beliebigen Umgebung durch radioaktive Stoffe.

Im besonderen Falle der Beschäftigten umfaßt diese Kontamination sowohl die äußere Verunreinigung der Haut als auch die innere Verunreinigung, gleichviel auf welchem Wege sie erfolgt (auf dem Atemwege, über den Verdauungstrakt, durch die Haut usw.).

„Radioaktiver Zerfall“ ist der Vorgang der spontanen Auflösung eines Atomkerns unter Emission eines Teilchens oder eines Photons oder eines Teilchens und eines Photons.

Unter „Fluß“ wird die Anzahl Teilchen verstanden, die je Zeiteinheit eine Einheit einer senkrecht zur Strahlungsrichtung stehenden Fläche durchsetzt. Der „Fluß“ wird im allgemeinen in Teilchen je $\text{cm}^2/\text{Sek.}$ ausgedrückt.

Der „natürliche Strahlenpegel“ ist die Gesamtheit der ionisierenden Strahlungen, die von natürlichen Erd- und kosmischen Strahlern herrühren.

„Inkorporation“ ist die innere Kontamination, bei der radioaktive Stoffe am Stoffwechsel des Körpers teilnehmen.

„Bestrahlung“ ist jede Exposition gegenüber einer ionisierenden Strahlung.

„Gewollte Bestrahlung“ ist eine im voraus kalkulierte und als Risiko in Kauf genommene Ganz- oder Teilexposition gegenüber ionisierenden Strahlungen bei beruflich strahlenexponierten Personen.

„Nuklid“ ist das durch seine Massenzahl, seine Atomnummer und seinen Energiezustand bestimmte Atom.

„Ionisierende Strahlungen“ sind elektromagnetische Strahlungen, Photonen oder Quanten der Röntgen- oder Gammastrahlung, oder Korpuskularstrahlungen (Alphateilchen, Betateilchen, Elektronen, Positronen, Protonen, Neutronen und schwere Teilchen), die in der Lage sind, die Bildung von Ionen zu bewirken.

„Radioaktivität“ ist der unter Emission eines Teilchens oder eines Photons erfolgende spontane Zerfall eines Nuklids, der zur Bildung eines neuen Nuklids führt.

„Radiotoxizität“ ist die auf den ionisierenden Strahlungen eines inkorporierten radioaktiven Elements beruhende Toxizität. Sie hängt nicht nur von den radioaktiven Eigenschaften, sondern auch vom stoffwechselbedingten Umlauf des Elements im Organismus oder im Organ und somit von seinem chemischen und physikalischen Zustand ab.

„Strahler“ ist ein Apparat oder Stoff, der die Fähigkeit hat, ionisierende Strahlungen auszusenden.

„Abgeschlossener Strahler“ ist ein Strahler, der aus radioaktiven Stoffen besteht, die in festen und inaktiven Stoffen fest inkorporiert sind, oder der in eine inaktive Hülle eingeschlossen ist, deren Widerstand ausreicht, um bei üblicher betriebsmäßiger Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe zu verhindern und die Möglichkeit einer Kontamination auszuschalten.

„Offener Strahler“ ist ein Strahler, der aus radioaktiven Stoffen besteht und dessen Aufmachung nicht so ist, daß ein Austreten radioaktiver Stoffe verhindert und ein Kontaminationsrisiko ausgeschaltet werden kann.

„Radioaktive Stoffe“ sind alle Stoffe, die Radioaktivität aufweisen.

§ 4.— Sonstige Begriffe

Unter „Unfall“ ist ein zufälliges Ereignis zu verstehen, das eine Bestrahlung mit sich bringen kann, bei der die höchstzulässigen Dosen überschritten werden.

Unter „ärztlicher Kontrolle“ ist die Gesamtheit der ärztlichen Untersuchungen und der Maßnahmen zu verstehen, die der behördlich ermächtigte Arzt trifft, um die ärztliche Überwachung der Beschäftigten im Hinblick auf ihren Schutz vor ionisierenden Strahlungen durchzuführen und die Beachtung der Grundnormen sicherzustellen.

Unter „physikalischer Strahlenschutzkontrolle“ ist die Gesamtheit der Messungen und Bestimmungen zu verstehen, die vorgenommen werden, um den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten gegen ionisierende Strahlungen durchzuführen und die Beachtung der Grundnormen sicherzustellen.

„Sachverständige“ sind Personen, die über die erforderliche Sachkenntnis und Ausbildung verfügen, um ionisierende Strahlungen messen und als Berater für die Durchführung wirksamer Maßnahmen zum Schutze der Einzelnen und für das richtige Funktionieren der Schutzeinrichtungen tätig werden zu können.

„Besondere Bevölkerungsgruppen“. Zu ihnen gehören:

- a) Personen, die sich auf Grund ihrer Tätigkeit gelegentlich im Kontrollbereich aufhalten, aber nicht als „beruflich strahlenexponierte Personen“ betrachtet werden;
- b) Personen, die mit Geräten umgehen, welche ionisierende Strahlungen aussenden oder radioaktive Stoffe in solchen Mengen enthalten, daß die ausgesandten Strahlungen keine Überschreitung der für diese Personenkategorie höchstzulässigen Dosen zur Folge haben;
- c) Personen, die sich in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs aufhalten und aus diesem Grunde einer höheren Bestrahlung ausgesetzt sein können, als für die Gesamtbevölkerung festgesetzt worden ist.

Ein „behördlich ermächtigter Arzt“ ist ein für die ärztliche Kontrolle verantwortlicher Arzt, dessen berufliche Eignung und Autorität von der zuständigen Behörde anerkannt und verbürgt werden.

„Beruflich strahlenexponierte Personen“ sind Personen, die in einem Kontrollbereich gewöhnlich einer Beschäftigung nachgehen, bei der sie den mit ionisierenden Strahlungen verbundenen Gefahren ausgesetzt sind.

„Kontrollbereich“ ist ein bestimmter Ort des Raumes, an dem sich ein Strahler befindet, der in der Lage ist, die für beruflich strahlenexponierte Personen höchstzulässige Dosis abzugeben, oder an dem eine physikalische Strahlenschutzkontrolle und eine ärztliche Kontrolle durchgeführt werden.

„Überwachungsbereich“ ist jeder Ort des Raumes am Rande eines Kontrollbereichs, an dem ständig die Gefahr besteht, daß die für die Gesamtbevölkerung höchstzulässige Dosis überschritten wird, und an dem eine physikalische Strahlenschutzkontrolle durchgeführt wird.

TITEL II

Anwendungsbereich

Artikel 2.—

Die vorliegenden Richtlinien gelten für die Herstellung, die Bearbeitung, die Handhabung, die Verwendung, den Besitz, die Lagerung, die Beförderung und die Beiseiteschaffung natürlicher und künstlich radioaktiver Stoffe sowie für jede andere Tätigkeit, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlungen mit sich bringt.

Artikel 3.—

Für die Ausübung der in Artikel 2 aufgeführten Tätigkeiten ist in allen Mitgliedstaaten eine vorherige Genehmigung erforderlich; diese wird von den Stellen erteilt, die von den Mitgliedstaaten hierzu befugt werden.

Artikel 4.—

Auf das Erfordernis dieser Genehmigung kann jedoch verzichtet werden, wenn es sich handelt um:

- a) die Handhabung radioaktiver Stoffe, deren Konzentration weniger als 0,002 Mikrocurie pro Gramm oder deren Gesamtaktivität weniger als 0,1 Mikrocurie beträgt. Diese Werte sind für Radionuklide höchster Toxizität festgesetzt; sie werden in jedem Falle unter Zugrundelegung der relativen Radiotoxizität und der Angaben der Tabellen des Anhangs 1, Seite 15, bestimmt;
- b) die Handhabung von typenmäßig von den zuständigen Behörden zugelassenen Apparaten, die ionisierende Strahlungen aussenden, sofern die radioaktiven Stoffe zur Verhinderung jeder Berührung und jedes Entweichens wirksam abgedeckt sind und die Dosisleistung im Abstand von 0,1 m von der Oberfläche des Apparates den Wert von 0,1 Millirem pro Stunde niemals überschreitet.

Artikel 5.—

Eine Genehmigung ist immer erforderlich:

- a) für die Verwendung radioaktiver Stoffe zu Heilzwecken;

- b) für den Zusatz radioaktiver Stoffe bei der Herstellung von Lebensmitteln, Arzneimitteln, kosmetischen Erzeugnissen und Erzeugnissen zum Gebrauch im häuslichen Bereich;
- c) für die Verwendung radioaktiver Stoffe bei der Herstellung von Spielwaren.

TITEL III

Höchstzulässige Dosen, bei denen eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist

Artikel 6.—

Die Exposition der Personen, die ionisierenden Strahlungen ausgesetzt sind, ist ebenso wie die Zahl der in dieser Weise exponierten Personen möglichst niedrig zu halten.

KAPITEL I

Höchstzulässige Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen

Artikel 7. — Ganzkörperbestrahlung

§ 1.— Die höchstzulässige Dosis für eine beruflich strahlenexponierte Person wird in rem ausgedrückt; sie wird unter Berücksichtigung des Alters der Person und unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Jahresdosis von 5 rem berechnet. Die höchstzulässige Dosis für eine beruflich strahlenexponierte Person eines bestimmten Lebensalters wird nach der folgenden Grundformel errechnet:

$$D = 5 (N - 18)$$

$$D = \text{Dosis in rem}$$

$$N = \text{Alter in Jahren.}$$

Die Dosis D bedeutet die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommene Dosis.

§ 2.— Bei den Strahlenschutzeinrichtungen wird von einer durchschnittlichen Dosis von 0,1 rem pro Woche ausgegangen.

§ 3.— Die während eines Zeitraums von 13 aufeinanderfolgenden Wochen kumulierte Höchstdosis darf 3 rem nicht überschreiten. Für ihre Berechnung gelten folgende Vorschriften:

- a) Personen, die nach Vollendung des 18. Lebensjahres beginnen, können eine (auf einen Zeitraum von 13 aufeinanderfolgenden Wochen verteilte) kumulierte Dosis von 3 rem erhalten, sofern die Grundformel beachtet wird und die im Laufe eines Jahres kumulierte Dosis 12 rem niemals überschreitet. Die Verabfolgung einer Einzeldosis von 3 rem kann nur ausnahmsweise zugelassen werden.
- b) Ist die früher kumulierte Dosis mit Sicherheit bekannt und bleibt sie unter der nach der Grundformel bestimmten Dosis, so kann die Kumulie-

rung der Dosen nach der Rate von 3 rem pro 13 Wochen so lange zugelassen werden, wie die nach der Grundformel errechnete höchstzulässige Dosis nicht erreicht ist.

- c) Ist die früher kumulierte Dosis nicht mit Sicherheit bekannt, so wird davon ausgegangen, daß sie gleich ist der nach der Grundformel errechneten höchstzulässigen Dosis.
- d) Ist die früher kumulierte Dosis mit Sicherheit bekannt und entspricht sie den Normen, die zu einer Zeit galten, als die empfohlenen höchstzulässigen Dosen über denen lagen, die sich nach der Grundformel ergeben, so wird die Berechnung gemäß Buchstabe c vorgenommen.
- e) Beruflich strahlenexponierte Personen, die das 18. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, dürfen vor Erreichung dieses Alters keinesfalls eine kumulierte Dosis von über 5 rem pro Jahr empfangen; die bis zum 30. Lebensjahr höchstzulässige Gesamtdosis wird auf 60 rem festgesetzt.

Artikel 8. — Gewollte Bestrahlung

Im Falle einer gewollten Bestrahlung kann bei beruflich strahlenexponierten Personen eine Dosis von 12,5 rem zugelassen werden. Diese Dosis darf nur einmal im Leben empfangen werden; sie wird in die nach der Grundformel errechnete höchstzulässige Gesamtdosis integriert. Wird diese höchstzulässige Gesamtdosis überschritten, so bleibt der überschreitende Wert außer Betracht.

Artikel 9.— Bestrahlung infolge eines Unfalls

Bei Bestrahlung einer beruflich strahlenexponierten Person infolge eines Unfalls wird eine Dosis von 3 bis 25 rem in die nach der Grundformel für das Alter der betreffenden Person errechnete kumulierte höchstzulässige Dosis integriert, sofern sie nur einmal im Leben empfangen wird. Wird diese höchstzulässige Gesamtdosis überschritten, so bleibt der überschreitende Wert außer Betracht.

Artikel 10.— Teilbestrahlung

Überschreiten die bei einer Teilbestrahlung des Organismus von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen insgesamt aufgenommenen Dosen nicht die durch die Grundformel festgelegten Grenzen, so wird die höchstzulässige Dosis festgesetzt

- a) bei Bestrahlungen von außen, die von den Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße und Knöchel) aufgenommen werden, auf 15 rem pro 13 Wochen und 60 rem pro Jahr;
- b) bei Bestrahlungen von außen, die von der Haut in ihrer Gesamtheit aufgenommen werden, auf 8 rem pro 13 Wochen und 30 rem pro Jahr;
- c) bei Bestrahlungen der inneren Organe mit Ausnahme der blutbildenden Organe, der Keimdrüsen und der Augenlinsen auf 4 rem pro 13 Wochen und 15 rem pro Jahr.

KAPITEL II

Höchstzulässige Dosen für die besonderen
Bevölkerungsgruppen

Artikel 11.—

- a) Für Personen, die zu den in Artikel 1 § 4 Abs. 5 Buchstaben a und b aufgeführten besonderen Bevölkerungsgruppen gehören, wird die höchstzulässige Dosis auf 1,5 rem pro Jahr festgesetzt; es handelt sich dabei um die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommene Dosis.
- b) Für Personen, die zu der in Artikel 1 § 4 Abs. 5 Buchstabe c aufgeführten besonderen Bevölkerungsgruppe gehören, wird die höchstzulässige Dosis auf 0,5 rem pro Jahr festgesetzt; es handelt sich dabei um die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommene Dosis.

KAPITEL III

Höchstzulässige Dosis für die
Gesamtbevölkerung

Artikel 12.—

Für die Gesamtbevölkerung wird die bis zum Alter von 30 Jahren kumulierte höchstzulässige Dosis auf 5 rem pro Person festgesetzt. Bei dieser Dosis sind die von den beruflich strahlenexponierten Personen und die von den besonderen Bevölkerungsgruppen empfangenen Dosen unter entsprechender Gewichtung (pondération) zu berücksichtigen. Die Bestrahlungen auf Grund des natürlichen Strahlenpegels sowie die bei ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen verabfolgten Bestrahlungen bleiben dabei außer Betracht.

TITEL IV

Höchstzulässige Expositionen und
Kontaminationen

Artikel 13.—

§ 1.— Unter „höchstzulässigen Expositionen“ sind Bestrahlungen von außen zu verstehen, die, zeitlich sowie auf den Organismus verteilt, nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse dem Einzelnen oder der Bevölkerung die höchstzulässige Dosis zuführen.

§ 2.— Die Expositionen werden je nach Lage des Falls ausgedrückt in Expositionsdosen, in der Luft gemessenen Dosen und Teilchenfluß.

§ 3.— Die Tabelle des Anhangs 2 auf Seite 15 gibt den Neutronenfluß an, der jeweils der höchstzulässigen Dosis für die beruflich strahlenexponierten Personen entspricht.

Artikel 14.—

§ 1.— Unter „höchstzulässigen Kontaminationen“ sind Kontaminationen zu verstehen, bei denen die Mengen der in der Atemluft oder im Trinkwasser vorhandenen Radionuklide die in der Tabelle des Anhangs 3, Seite 16 bis 22, aufgeführten höchstzulässigen Konzentrationen nicht überschreiten.

§ 2.— Die Konzentrationen werden in Aktivität pro Volumeneinheit ausgedrückt.

§ 3.— In der Tabelle des Anhangs 3 sind die Konzentrationen angegeben, die der höchstzulässigen Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen entsprechen.

§ 4.— Bei Kontamination durch eine Mischung von Radionukliden bekannter Art, die in dieselben Organe inkorporiert werden, ist die kumulative Wirkung der durch diese Radionuklide hervorgerufenen Bestrahlungen zu berücksichtigen.

§ 5.— Bei Kontamination eines einzigen Organs durch eine Mischung von Radionukliden bekannter Art ist bei der Errechnung der höchstzulässigen Konzentrationen die Summe der von den verschiedenen Nukliden herrührenden Bestrahlungen zu berücksichtigen.

§ 6.— Die Kontamination verschiedener Organe durch Inkorporation einer Mischung von Radionukliden ist als Ganzbestrahlung zu betrachten.

§ 7.— Bei Kontamination durch eine Mischung von Radionukliden unbekannter Zusammensetzung sind die in der Tabelle des Anhangs 3 für eine beliebige Mischung von Beta- und Gammastrahlern und für eine beliebige Mischung von Alphastrahlern angegebenen Werte zugrunde zu legen.

Artikel 15.—

Ist die Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen auf 40 Stunden pro Woche beschränkt, so können die in der Tabelle des Anhangs 3 für die Atemluft angegebenen Konzentrationen mit dem Faktor 3 multipliziert werden. Bei einem zeitlich begrenzten Aufenthalt in einer durch einen radioaktiven Stoff kontaminierten Atmosphäre kann der Korrekturfaktor je nach Expositionsdauer über 3 liegen; er darf jedoch niemals über 10 liegen.

Artikel 16.—

Die Werte der höchstzulässigen Expositionen und Kontaminationen für Fälle, in denen es sich nicht um Ganzbestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen handelt, werden von den in Titel III festgesetzten höchstzulässigen Dosen abgezogen. Außerhalb der Kontrollbereiche betragen die höchstzulässigen Konzentrationen, nach welchen sich die höchstzulässigen Kontaminationen bestimmen, ein Zehntel der in der Tabelle des Anhangs 3 angegebenen Werte.

TITEL V

Hauptgrundsätze der ärztlichen Überwachung der Beschäftigten

Artikel 17.—

Zur ärztlichen Überwachung der Beschäftigten gehören die physikalische Strahlenschutzkontrolle und die ärztliche Kontrolle; sie umfaßt darüber hinaus den Einsatz von Mitteln für den Gesundheitsschutz der Gesamtbevölkerung.

Artikel 18.—

Jeder Mitgliedstaat richtet ein Aufsichtssystem ein, um die Oberaufsicht über die Kontrollmaßnahmen auszuüben und Überwachungs- und Interventionsmaßnahmen in allen Fällen zu fördern, in denen sich diese als notwendig erweisen.

KAPITEL I

Physikalische Strahlenschutzkontrolle

Artikel 19.—

Die physikalische Strahlenschutzkontrolle wird qualifizierten Sachverständigen übertragen, die mit den Problemen der physikalischen Strahlenschutzkontrolle besonders vertraut sind. Der Umfang der eingesetzten Mittel muß der Größe der Anlagen und dem Ausmaß der Risiken entsprechen, die mit den Beschäftigungen verbunden sind, bei denen es zu einer Einwirkung ionisierender Strahlungen kommt.

Artikel 20.—

Zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle gehört folgendes:

§ 1.— Abgrenzung und Kennzeichnung der Kontrollbereiche, d. h. der Orte, an denen die in Artikel 11 Buchstabe a für die besonderen Bevölkerungsgruppen festgesetzte höchstzulässige Dosis von 1,5 rem pro Jahr überschritten werden kann und an denen sich der Strahlenschutz auf die Beachtung der in Titel III Kapitel I für beruflich strahlenexponierte Personen festgesetzten höchstzulässigen Dosen gründet.

§ 2.— Prüfung und Kontrolle der Schutzvorrichtungen.

Hierzu gehören:

- a) Die vorherige Prüfung und Genehmigung der Vorhaben zur Errichtung von Anlagen, bei denen die Gefahr einer Bestrahlung gegeben ist, und der Einfügung dieser Anlagen in den Gesamtbetrieb;
- b) die Abnahme der neuen Anlagen unter dem Gesichtspunkt der physikalischen Strahlenschutzkontrolle;
- c) die Überprüfung der Wirksamkeit der technischen Schutzvorrichtungen;

- d) die Überprüfung des einwandfreien Funktionierens der Meßinstrumente und ihres richtigen Gebrauchs.

§ 3.— Folgende Messungen:

- a) Ermittlung der Expositionen an den in Betracht kommenden Orten mit Angabe der Art und gegebenenfalls der Qualität der betreffenden Strahlungen, damit insbesondere die relative biologische Wirksamkeit der ionisierenden Strahlungen (RBW) berücksichtigt werden kann, sowie — je nach Lage des Falls — Bestimmung der Expositions-dosis, der in der Luft gemessenen Dosis oder des Flusses.
- b) Ermittlung der radioaktiven Kontaminationen mit Angabe der Art und des physikalischen und chemischen Zustandes der kontaminierenden radioaktiven Stoffe sowie Bestimmung ihrer Aktivität und ihrer volumen- und oberflächenmäßigen Konzentration.
- c) Ermittlung der Personendosis für den Gesamtkörper nach Maßgabe der Bestrahlungsmodalitäten. Bei Personen, die einer Bestrahlung von außen ausgesetzt sind, geschieht die Ermittlung der kumulierten Personendosis mittels eines oder mehrerer von der Person ständig getragener Meßgeräte; bei Personen, die einer Bestrahlung von innen ausgesetzt sind, geschieht die Ermittlung der Personendosis mittels jeglichen physikalischen und medizinischen Verfahrens, durch das sich die Inkorporierung ermitteln läßt.

Artikel 21.—

Die Zeitfolge der Ermittlungen ist so festzulegen, daß die Beachtung der Grundnormen in jedem Falle gewährleistet ist.

Artikel 22.—

- a) Die Protokolle über die Ermittlung der Personendosen werden mindestens dreißig Jahre aufbewahrt, nachdem die Beschäftigung, die zu einer Einwirkung ionisierender Strahlungen führte, ihr Ende gefunden hat.
- b) Die Ermittlungsergebnisse hinsichtlich der Expositionen und der radioaktiven Kontaminationen sowie die Unterlagen über die Interventionsmaßnahmen werden im Archiv aufbewahrt.

KAPITEL II

Ärztliche Kontrolle

Artikel 23.—

Die ärztliche Kontrolle der Beschäftigten wird durch qualifizierte Ärzte ausgeübt, die in jedem Mitgliedstaat von den hierzu bestellten Organen zur Ausübung dieser Kontrolle ermächtigt worden sind.

Artikel 24.—

Kein Beschäftigter darf einen Arbeitsplatz erhalten, an dem er ionisierenden Strahlen ausgesetzt ist, oder auf einem solchen Arbeitsplatz belassen werden, wenn der ärztliche Befund dem entgegensteht.

Artikel 25.—

Die ärztliche Kontrolle der Beschäftigten umfaßt folgendes:

§ 1.— **Ärztliche Einstellungsuntersuchung**

- a) Zu dieser Untersuchung gehört die Aufnahme einer vollständigen Anamnese, in der etwaige frühere Bestrahlungen zu vermerken sind, und eine klinische Gesamtuntersuchung; diese ist durch Einzeluntersuchungen zu ergänzen, soweit dies für eine Beurteilung des Zustandes der durch eine Bestrahlung am meisten gefährdeten Organe und Funktionen für erforderlich gehalten wird.
- b) Der untersuchende Arzt muß von der anfänglichen Verwendung des Beschäftigten und jedem Wechsel in seiner Verwendung sowie den mit der Verwendung verbundenen Bestrahlungen Kenntnis haben.
- c) Die Mitgliedstaaten stellen für die ermächtigten Ärzte ein als Hinweis dienendes Verzeichnis über die Untauglichkeitskriterien auf und treffen die erforderlichen Regelungen, damit sich die Beschäftigten gegebenenfalls im Beschwerdewege an ärztliche Behörden wenden können.

§ 2.— **Regelmäßige oder besondere ärztliche Untersuchungen**

zur Feststellung des Zustands der besonders strahlungsempfindlichen Organe oder Funktionen.

- a) Die Zeitfolge dieser Untersuchungen bestimmt sich nach den Arbeitsbedingungen und dem Gesundheitszustand des Beschäftigten. Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungen darf ein Jahr nicht überschreiten und ist zu verkürzen, wenn die Bestrahlungsbedingungen oder der Gesundheitszustand der Beschäftigten es erfordern.
- b) Nach Beendigung der Beschäftigung setzt der ermächtigte Arzt die ärztliche Überwachung so lange fort, wie er sie zum Schutze der Gesundheit des Betroffenen für notwendig hält.
- c) Für die Beschäftigten, bei denen das Risiko einer Strahlenexposition besteht, gilt die folgende Einteilung nach ärztlichen Gesichtspunkten:
 1. arbeitsuntaugliche Beschäftigte, die aus dem Gefahrenbereich zu entfernen sind;
 2. unter Beobachtung gestellte Beschäftigte, deren Tauglichkeit zum Ertragen des Risikos noch nachgewiesen werden muß;
 3. taugliche Beschäftigte, die das mit ihrer Tätigkeit verbundene Risiko weiterhin ertragen können;

4. Beschäftigte, die nach Beendigung einer Tätigkeit, die sie ionisierenden Strahlungen ausgesetzt hat, weiter unter ärztlicher Überwachung stehen.

§ 3.— **Außergewöhnliche Überwachung**

- a) Diese Überwachung erfolgt bei einer erheblichen Bestrahlung von außen sowie bei einer Kontamination des Beschäftigten.
- b) Die üblichen Untersuchungen sind durch alle Untersuchungen, alle Dekontaminationsmaßnahmen sowie alle Soforthilfeverfahren zu ergänzen, die der Arzt für notwendig hält.
- c) Über die Belassung des Beschäftigten an seinem Arbeitsplatz sowie über seine Entfernung, Isolierung und ärztliche Behandlung entscheidet der Arzt.
- d) Jeder Beschäftigte, der eine zufällige Bestrahlung von außen von mehr als 25 rem oder eine zufällige Kontamination von innen erlitten hat, ist der ärztlichen Kontrolle zu unterstellen.

Artikel 26.—

§ 1.— Für jeden Beschäftigten wird eine medizinische Personalakte angelegt, die auf dem laufenden zu halten und mindestens 30 Jahre im Archiv aufzubewahren ist, nachdem die Beschäftigung, die zu einer Einwirkung ionisierender Strahlungen führte, ihr Ende gefunden hat.

§ 2.— Die medizinische Personalakte enthält Angaben über:

- a) die Verwendungen des Beschäftigten;
- b) die vom Beschäftigten empfangenen Personendosen;
- c) die Ergebnisse der ärztlichen Untersuchungen.

§ 3.— Die Mitgliedstaaten treffen die erforderlichen praktischen Maßnahmen, damit die medizinische Personalakte jedes Beschäftigten regelmäßig auf dem laufenden gehalten wird. Sie tragen ferner dafür Sorge, daß innerhalb der Gemeinschaft der ungehinderte Umlauf aller sachdienlichen Informationen über die Verwendungen der Beschäftigten und die empfangenen Bestrahlungen gewährleistet wird.

Artikel 27.—

Jeder Beschäftigte, der durch Bestrahlungen gefährdet werden könnte, ist über die Risiken, welche die Beschäftigung für seine Gesundheit mit sich bringt, sowie über die Arbeitsmethoden und die zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen zu unterrichten und auf die Bedeutung hinzuweisen, die einer Beachtung der ärztlichen Vorschriften zukommt.

KAPITEL III

Gesundheitsschutz der Bevölkerung

Artikel 28.—

Zum Gesundheitsschutz der Bevölkerung gehören eine ständige Überwachung, die durch die zustän-

digen Organe ausgeübt wird, und ein Aufsichtssystem sowie die Vorbereitung der Maßnahmen, die bei einem Unfall zu treffen sind, und die Schaffung der Einrichtungen zur Durchführung der in einem solchen Falle nötigen Interventionen.

Artikel 29.—

Unter „Überwachung“ ist die Gesamtheit aller Vorkehrungen und Kontrollen zu verstehen, die darauf abzielen, alle Faktoren zu ermitteln und auszuschalten, die bei der Erzeugung und der Verwendung ionisierender Strahlungen oder bei Verrichtungen, die eine Strahleneinwirkung mit sich bringen, die Bevölkerung der Gefahr einer Bestrahlung aussetzen können. Der Umfang der eingesetzten Mittel richtet sich nach dem Ausmaß der Strahlenrisiken, insbesondere der Risiken einer durch Unfall ausgelösten Bestrahlung, und nach der Bevölkerungsdichte.

Artikel 30.—

Die Überwachung wird durchgeführt:

- a) in den „Überwachungsbereichen“, d. h. an den Orten, an denen sich der Strahlenschutz auf die Beachtung der höchstzulässigen Dosis von 0,5 rem pro Jahr gründet, die in Artikel 11 Buchstabe b für die Personen festgesetzt worden ist, die zu der in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs sich aufhaltenden besonderen Bevölkerungsgruppe gehören;
- b) im gesamten Staatsgebiet unter Zugrundelegung der für die Gesamtbevölkerung festgesetzten höchstzulässigen Dosis.

Artikel 31.—

Zur Überwachung gehören die Prüfung und die Kontrolle der Schutzvorrichtungen sowie die Dosismessungen, die zum Schutze der Bevölkerung vorzunehmen sind.

§ 1.— Zur Prüfung und Kontrolle der Schutzvorrichtungen gehören:

- a) die vorherige Prüfung und Genehmigung von Vorhaben zur Errichtung von Anlagen, bei denen die Gefahr einer Bestrahlung gegeben ist, sowie von Standortplanungen für solche Anlagen innerhalb des Staatsgebiets;
- b) die Abnahme der neuen Anlagen unter dem Gesichtspunkt des Schutzes vor Bestrahlungen und Kontaminationen, die sich über die räumlichen Grenzen des Betriebes hinaus auswirken könnten, unter Berücksichtigung der demographischen, meteorologischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse;
- c) die Überprüfung der Wirksamkeit der technischen Schutzvorrichtungen;
- d) die Abnahme der Einrichtungen zur Strahlen- und Kontaminationsmessung unter dem Gesichtspunkte der physikalischen Kontrolle;

- e) die Überprüfung des einwandfreien Funktionierens der Meßinstrumente und ihres richtigen Gebrauchs.

§ 2.— Die Dosismessungen, die zum Schutze der Bevölkerung vorzunehmen sind, umfassen:

- a) die Ermittlung der Bestrahlungen von außen mit Angabe der Qualität der betreffenden Strahlungen sowie — je nach Lage des Falles — die Bestimmung der Expositionsdosis, der in der Luft gemessenen Dosis oder des Flusses;
- b) die Ermittlung der radioaktiven Kontaminationen mit Angabe der Art und des physikalischen und chemischen Zustandes der kontaminierenden radioaktiven Stoffe sowie die Bestimmung der Aktivität der radioaktiven Stoffe und ihrer Konzentration (pro Volumeneinheit in der Atmosphäre und im Wasser, pro Flächeneinheit auf dem Boden, pro Gewichtseinheit bei den biologischen und Nahrungsmittelproben);
- c) die Ermittlung der „Bevölkerungsdosis“, die unter Berücksichtigung der Bestrahlungsmodalitäten und unter Abwägung (pondération) der demographischen Tatbestände zu erfolgen hat. Insbesondere sind hierbei die von den verschiedenen Strahlern herrührenden Bestrahlungen, soweit irgend möglich, zu addieren.

§ 3.— Die Zeitfolge der Ermittlungen ist so festzulegen, daß die Beachtung der Grundnormen in jedem Falle gewährleistet ist.

§ 4.— Die Dokumente über die Messungen der Bestrahlung von außen und der radioaktiven Kontamination sowie die Ermittlungsergebnisse über die von der Bevölkerung empfangene Dosis werden im Archiv aufbewahrt.

Artikel 32.—

Jeder Mitgliedstaat richtet ein Aufsichtssystem ein, um die Oberaufsicht über den Gesundheitsschutz der Bevölkerung auszuüben und alle Überwachungs- und Interventionsmaßnahmen in allen Fällen zu fördern, in denen sich diese als notwendig erweisen.

Artikel 33.—

§ 1.— Im Hinblick auf etwaige Unfälle haben die Mitgliedstaaten:

- a) festzulegen, welche Maßnahmen von den zuständigen Behörden zu treffen sind;
- b) die zum Schutze und zur Erhaltung der Volksgesundheit erforderlichen Interventionseinrichtungen — in personeller und materieller Hinsicht — zu bestimmen und zu organisieren.

§ 2.— Die Mitgliedstaaten haben der Kommission die in Durchführung von § 1 Buchstaben a und b getroffenen Maßnahmen mitzuteilen.

§ 3.— Jeder Unfall, der eine Bestrahlung der Bevölkerung mit sich bringt, ist, wenn die Umstände es erfordern, umgehend den benachbarten Mitgliedstaaten und der Euratomkommission zu melden.

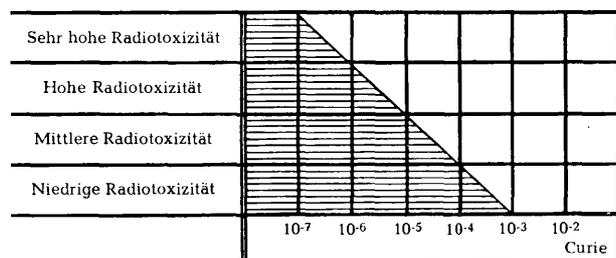
Relative Radiotoxizität der Nuklide

1. Für die Einteilung der radioaktiven Nuklide nach ihrer relativen Radiotoxizität werden folgende Gruppen gebildet:

- A. Sehr hohe Radiotoxizität $\text{Sr}^{90} + \text{Y}^{90}, \text{Po}^{210}, \text{At}^{211},$
 $\text{Ra}^{226} + 55\% \text{ * Folgeprodukte},$
 $\text{Ac}^{227}, \text{Pu}^{239}, \text{ *Am}^{241}, \text{Cm}^{242}$
- B. Hohe Radiotoxizität $\text{Ca}^{45}, \text{ *Fe}^{59}, \text{Sr}^{89}, \text{Y}^{91}, \text{Ru}^{106} + \text{Rh}^{106},$
 $\text{I}^{131}, \text{ *Ba}^{140} + \text{La}^{140}, \text{Ce}^{144} + \text{ *Pr}^{144},$
 $\text{Sm}^{51}, \text{ *Eu}^{154}, \text{ *Tm}^{170},$
 $\text{Pb}^{210} + \text{Bi}^{210} (\text{RaD} + \text{E}), \text{ *U}^{233},$
 $\text{ *Th}^{234} + \text{ *Pa}^{244}$
- C. Mittlere Radiotoxizität $\text{ *Na}^{24}, \text{P}^{32}, \text{S}^{35}, \text{Cl}^{36}, \text{ *K}^{42}, \text{ *Sc}^{46},$
 $\text{Sc}^{47}, \text{Sc}^{48}, \text{ *V}^{48}, \text{ *Mn}^{56}, \text{Fe}^{55}, \text{ *Co}^{60},$
 $\text{Ni}^{59}, \text{ *Cu}^{64}, \text{ *Zn}^{65}, \text{ *Ga}^{72}, \text{ *As}^{76},$
 $\text{ *Rb}^{86}, \text{ *Zr}^{95}, \text{ *Nb}^{95}, \text{ *Mo}^{99}, \text{ Tc}^{96},$
 $\text{ *Rh}^{105}, \text{Pd}^{103} + \text{Rh}^{103}, \text{ *Ag}^{105}, \text{Ag}^{111},$
 $\text{Cd}^{109}, \text{ *Ag}^{109}, \text{ *Sn}^{113}, \text{ *Te}^{127}, \text{ *Te}^{129},$
 $\text{Cs}^{137} + \text{ *Ba}^{137}, \text{Pr}^{143}, \text{Pm}^{147}, \text{ *Ho}^{166},$
 $\text{ *Lu}^{177}, \text{ *Ta}^{182}, \text{ *W}^{181}, \text{ *Re}^{183}, \text{ *Ir}^{190},$
 $\text{ *Ir}^{192}, \text{ *Pt}^{191}, \text{ *Pt}^{193}, \text{ *Au}^{196}, \text{ *Au}^{198},$
 $\text{ *Au}^{199}, \text{ *Tl}^{200}, \text{ *Tl}^{202}, \text{ Tl}^{204}, \text{ *Pb}^{203}$
- D. Niedrige Radiotoxizität $\text{H}^3, \text{ *Be}^7, \text{C}^{14}, \text{F}^{18}, \text{ *Cr}^{51}, \text{Ge}^{71}, \text{ *Tl}^{201}$

2. Aktivität, unterhalb welcher auf das Erfordernis einer amtlichen Genehmigung verzichtet werden kann.

Der schraffierte Teil gibt die Aktivitätsgrade an, bei denen auf das Erfordernis einer amtlichen Genehmigung verzichtet werden kann.



(Ordinate: Relative Radiotoxizität des Nuklids
 Abszisse: Aktivität in Curie)

Tabelle über die für beruflich strahlenexponierte Personen geltende höchstzulässige Dosis und den ihr jeweils entsprechenden Neutronenfluß (40 Stunden / Woche)

Neutronenenergie	Neutronenfluß (Neutronen pro cm ² Sek.)
0,025 eV	700
10 eV	700
10 KeV	350
0,1 MeV	70
0,5 MeV	30
1 MeV	20
2 MeV	12
3 bis 10 MeV	10

* = Gammastrahler

ANHANG 3

**Höchstzulässige Konzentration eines radioaktiven Nuklids in der Atemluft und im Trinkwasser
für eine anhaltende Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen**

(Die Tabelle stützt sich auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz vom 1. Dezember 1954)

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
1	H ³ (HTO oder H ³ ₂ O)	Ges. Körper (2)	0,2	10 ⁻⁵
		(GI) (3)	0,2	10 ⁻⁵
4	Be ⁷	Knochen	1	5 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
6	C ¹⁴ (CO ₂ in der Luft)	Fett	3 × 10 ⁻³	10 ⁻⁵
		(GI)	6 × 10 ⁻²	10 ⁻⁵
9	F ¹⁸	Knochen	0,2	3 × 10 ⁻⁵
		(GI)	> 0,2	> 3 × 10 ⁻⁵
11	Na ²⁴	Ges. Körper	8 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	8 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
15	P ³²	Knochen	2 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
		(GI)	8 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
16	S ³⁵	Haut	5 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
		(GI)	6 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
17	Cl ³⁶	Ges. Körper	4 × 10 ⁻³	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
19	K ⁴²	Muskel	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	3 × 10 ⁻³	6 × 10 ⁻⁷

(1) Es handelt sich um eine provisorische Tabelle: sie muß demnächst nach Maßgabe der neuen Feststellungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz überarbeitet werden.

(2) Ges.Körper = Gesamtkörper

(3) (GI) = Gastrointestinaltrakt

(h) Die in Mikrocurie und Microcurie/ml ausgedrückten Werte sind für das Ausgangselement angegeben. Es wird angenommen, daß die radioaktiven Folgeprodukte einen entsprechenden Anteil des radioaktiven Gleichgewichts mit dem Ausgangsprodukt erreichen, nachdem dieses vom Organismus absorbiert worden ist.

(r) Es wird angenommen, daß ein Curie natürlichen Urans gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁸ oder gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁴ oder gleich 9.10⁸ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁵ ist. Es wird angenommen, daß ein Curie natürlichen Thoriums gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von Th²³² oder gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von Th²³⁰ ist. Es wird angenommen, daß keines der anderen radioaktiven Folgeprodukte von U²³⁸ oder Th²³² im Augenblick der Nahrungsaufnahme oder der Einatmung vorhanden ist.

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
20	Ca ⁴⁵	Knochen	10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁹
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
21	Sc ⁴⁶	Milz	0,4	7 × 10 ⁻⁸
		Leber	0,3	5 × 10 ⁻⁸
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸
21	Sc ⁴⁷	Milz	4	9 × 10 ⁻⁷
		Leber	3	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	9 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁷
21	Sc ⁴⁸	Milz	3	6 × 10 ⁻⁷
		Leber	1	3 × 10 ⁻⁷
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸
23	V ⁴⁸	Knochen	0,3	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
24	Cr ⁵¹	Nieren	0,7	10 ⁻⁵
		(GI)	2 × 10 ⁻²	4 × 10 ⁻⁶
25	Mn ⁵⁶	Nieren	0,15	4 × 10 ⁻⁶
		Leber	0,4	4 × 10 ⁻⁶
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
26	Fe ⁵⁵	Blut	5 × 10 ⁻³	7 × 10 ⁻⁷
		(GI)	0,1	2 × 10 ⁻⁵
26	Fe ⁵⁹	Blut	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
27	Co ⁶⁰	Leber	2 × 10 ⁻²	10 ⁻⁶
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸
28	Ni ⁵⁹	Leber	0,3	2 × 10 ⁻⁵
		(GI)	4 × 10 ⁻³	7 × 10 ⁻⁷
29	Cu ⁶⁴	Leber	6 × 10 ⁻²	5 × 10 ⁻⁶
		(GI)	5 × 10 ⁻³	9 × 10 ⁻⁷
30	Zn ⁶⁵	Knochen	6 × 10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
31	Ga ⁷²	Knochen	3	10 ⁻⁶
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
32	Ge ⁷¹	Nieren	10	4 × 10 ⁻⁵
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
33	As ⁷⁶	Nieren	0,2	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻⁴	4 × 10 ⁻⁸
37	Rb ⁸⁶	Muskel	3 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
		(GI)	3 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
38	Sr ⁸⁹	Knochen	7 × 10 ⁻⁵	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	7 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
38	Sr ⁹⁰ + Y ⁹⁰ (h)	Knochen	8 × 10 ⁻⁷	2 × 10 ⁻¹⁰
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
39	Y ⁹¹	Knochen	4 × 10 ⁻²	9 × 10 ⁻⁹
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
40	Zr ⁹⁵ + Nb ⁹⁵	Knochen	0,4	8 × 10 ⁻⁸
		(GI)	6 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
41	Nb ⁹⁵	Knochen	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁷
42	Mo ⁹⁹	Knochen	5	6 × 10 ⁻⁴
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
43	Tc ⁹⁶	Nieren	3 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
44	Ru ¹⁰⁶ + Rh ¹⁰⁶ (h)	Nieren	0,1	3 × 10 ⁻⁸
		(GI)	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
45	Rh ¹⁰⁵	Nieren	0,4	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
46	Pd ¹⁰³ + Rh ¹⁰³ (h)	Nieren	10 ⁻²	8 × 10 ⁻⁷
		(GI)	5 × 10 ⁻³	9 × 10 ⁻⁷
47	Ag ¹⁰⁵	Leber	2	10 ⁻⁵
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸

Atomnummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzentrationen	
			im Trinkwasser Mikrocurie/ml	in der Atemluft Mikrocurie/ml
47	Ag ¹¹¹	Leber	5	3 × 10 ⁻⁵
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸
48	Cd ¹⁰⁹ + Ag ¹⁰⁹ (h)	Leber	7 × 10 ⁻²	7 × 10 ⁻⁸
		(GI)	0,7	10 ⁻⁴
50	Sn ¹¹³	Knochen	0,2	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁷
52	Te ¹²⁷	Nieren	3 × 10 ⁻²	10 ⁻⁷
		(GI)	7 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
52	Te ¹²⁹	Nieren	10 ⁻²	4 × 10 ⁻⁸
		(GI)	2 × 10 ⁻⁴	4 × 10 ⁻⁸
53	I ¹³¹	Schilddrüse	6 × 10 ⁻⁵	6 × 10 ⁻⁹
		(GI)	> 6 × 10 ⁻⁵	> 6 × 10 ⁻⁹
54	Xe ¹³³	Ges. Körper	4 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁶
54	Xe ¹³⁵	Ges. Körper	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁶
55	Cs ¹³⁷ + Ba ¹³⁷ (h)	Muskel	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
56	Ba ¹⁴⁰ + La ¹⁴⁰ (h)	Knochen	5 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	6 × 10 ⁻⁸
57	La ¹⁴⁰	Knochen	0,3	4 × 10 ⁻⁷
			3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
58	Ce ¹⁴⁴ + Pr ¹⁴⁴ (h)	Knochen	8 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁹
		(GI)	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
59	Pr ¹⁴³	Knochen	8 × 10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	9 × 10 ⁻⁸
61	Pm ¹⁴⁷	Knochen	0,2	4 × 10 ⁻⁸
		(GI)	2 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
62	Sm ¹⁵¹	Knochen	5 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁹
		(GI)	8 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
63	Eu ¹⁵⁴	Knochen	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁹
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
67	Ho ¹⁶⁶	Knochen	5	8×10^{-7}
		(GI)	5×10^{-4}	8×10^{-8}
69	Tm ¹⁷⁰	Knochen	6×10^{-2}	10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	8×10^{-8}
71	Lu ¹⁷⁷	Knochen	6	10^{-6}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
73	Ta ¹⁸²	Leber	10^{-1}	2×10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	9×10^{-8}
74	W ¹⁸¹	Knochen	0,1	5×10^{-6}
		(GI)	7×10^{-4}	10^{-7}
75	Re ¹⁸³	Schilddrüse	9×10^{-2}	9×10^{-6}
		Haut	0,3	3×10^{-5}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
77	Ir ¹⁹⁰	Nieren	10^{-2}	8×10^{-7}
		Milz	0,2	10^{-6}
		(GI)	3×10^{-3}	6×10^{-7}
77	Ir ¹⁹²	Nieren	9×10^{-4}	5×10^{-8}
		Milz	6×10^{-3}	3×10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	9×10^{-8}
78	Pt ¹⁹¹	Nieren	6×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	7×10^{-4}	10^{-7}
78	Pt ¹⁹³	Nieren	5×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	9×10^{-4}	2×10^{-7}
79	Au ¹⁹⁶	Leber	5×10^{-2}	2×10^{-7}
		Nieren	5×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
79	Au ¹⁹⁸	Leber	4×10^{-2}	2×10^{-7}
		Nieren	3×10^{-3}	10^{-7}
		(GI)	6×10^{-4}	10^{-7}
79	Au ¹⁹⁹	Leber	9×10^{-2}	4×10^{-7}
		Nieren	8×10^{-3}	3×10^{-7}
		(GI)	2×10^{-3}	3×10^{-7}

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
81	Tl ²⁰⁰	Muskel	2×10^{-2}	2×10^{-6}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
81	Tl ²⁰¹	Muskel	8×10^{-2}	7×10^{-6}
		(GI)	9×10^{-3}	2×10^{-6}
81	Tl ²⁰²	Muskel	2×10^{-2}	2×10^{-6}
		(GI)	5×10^{-3}	9×10^{-7}
81	Tl ²⁰⁴	Muskel	8×10^{-3}	8×10^{-7}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
82	Pb ²⁰³	Knochen	0,1	7×10^{-6}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
82	Pb ²¹⁰ + Folgeprod. (h)	Knochen	2×10^{-6}	8×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-3}	4×10^{-7}
84	Po ²¹⁰ (löslich)	Milz	3×10^{-5}	5×10^{-10}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
84	Po ²¹⁰ (unlöslich)	Lunge	— — —	10^{-10}
85	At ²¹¹	Schilddrüse	3×10^{-6}	5×10^{-10}
		(GI)	$> 3 \times 10^{-6}$	$> 5 \times 10^{-10}$
86	Rn ²²⁰ + Folgeprod.	Lunge	— — —	10^{-7}
86	Rn ²²² + Folgeprod.	Lunge	— — —	10^{-7}
88	Ra ²²⁶ + 55% Folge- prod. (h)	Knochen	4×10^{-8}	8×10^{-12}
89	Ac ²²⁷ + Folge- prod. (h)	Knochen	3×10^{-6}	4×10^{-12}
		(GI)	6×10^{-5}	10^{-8}
90	Th — natürlich (r)	Knochen	5×10^{-7}	3×10^{-11}
		(GI)	10^{-6}	2×10^{-10}
90	Th — natürlich (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
90	Th ²³⁴ + Pa ²³⁴ (h)	Knochen	5×10^{-2}	10^{-8}
		(GI)	2×10^{-4}	3×10^{-8}
92	U — natürlich (r) (löslich)	Nieren	10^{-4}	3×10^{-11}
		(GI)	2×10^{-6}	3×10^{-10}

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
92	U — natürlich (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
92	U ²³³ (löslich)	Knochen	$1,5 \times 10^{-4}$	3×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
92	U ²³³ (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
94	Pu ²³⁹ (löslich)	Knochen	6×10^{-6}	2×10^{-12}
		(GI)	3×10^{-6}	2×10^{-12}
94	Pu ²³⁹ (unlöslich)	Lunge	— — —	2×10^{-12}
95	Am ²⁴¹	Knochen	2×10^{-4}	4×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
96	Cm ²⁴²	Knochen	10^{-3}	2×10^{-10}
		(GI)	2×10^{-6}	4×10^{-10}
Eine beliebige Mischung von Spaltprodukten (Beta, Gamma)			10^{-7}	10^{-9}
Eine beliebige Mischung von Strahlern (Alpha)			10^{-7}	5×10^{-12}

Allgemeines und Erläuterungen

1. Risiken bei der Einwirkung ionisierender Strahlungen

- 1.1. Die ionisierenden Strahlungen bewirken durch Energieübertragung Veränderungen in der inneren Struktur der lebenden Materie; sie beinträchtigen auf diese Weise deren Stoffwechsel und können bei zu starker, zu langer oder zu häufiger Einwirkung schwerwiegende Folgen für Gesundheit und Leben des Menschen haben und wegen ihrer Wirkung auf die Keimdrüsen die Nachkommenschaft in Mitleidenschaft ziehen.
- 1.2. Die biologischen Auswirkungen der Strahlungen sind, abgesehen von ihren erheblichen Folgen im Bereich der Keimdrüsen, durch zwei Besonderheiten gekennzeichnet:
- a) Da die Strahlungen von den Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden, wird die befallene Person durch nichts auf eine gegebenenfalls schädliche Einwirkung aufmerksam gemacht.
 - b) Es vergeht meist eine längere Latenzzeit, die sich über Jahrzehnte erstrecken kann, bevor die ersten Schäden auftreten.

2. Auswirkungen der Bestrahlungen auf den Menschen

Für den Menschen, der ionisierenden Strahlungen ausgesetzt ist, kommen zweierlei biologische Auswirkungen in Betracht: einmal die somatischen Auswirkungen, die das bestrahlte Individuum selbst betreffen, und sodann die genetischen Auswirkungen, die seine Nachkommenschaft betreffen.

2.1. Somatische Auswirkungen

Die Einwirkung der ionisierenden Strahlungen im Bereich der Gewebe und Organe (insbesondere der kritischen Organe) führt bei der bestrahlten Person zu mehr oder weniger ernststen Störungen; diese können sofort auftreten, latent sein oder sich erst später bemerkbar machen. Zu den Auswirkungen, die sich im Falle einer übergroßen kumulierten Dosis erst später bemerkbar machen, gehören chronische Blutkrankheiten sowie Krebs.

Bei Tieren, die während ihrer Lebenszeit schwache, jedoch kontinuierliche oder häufig wiederholte Dosen empfangen haben, läßt sich statistisch eine Verkürzung der durchschnittlichen Lebensdauer nachweisen. Beim Menschen besteht zur Zeit noch keine Gewißheit darüber, ob eine solche Verkürzung der Lebensdauer eintritt; das Problem wird gegenwärtig noch untersucht.

Die angeborenen Mißbildungen infolge ionisierender Strahleneinwirkung auf den Embryo,

dessen in der Entwicklung begriffene Gewebe besonders empfindlich sind, gehören zu den somatischen Auswirkungen und sind in keiner Weise erblich; lediglich ein etwaiger Befall der embryonalen Keimdrüsen kann genetische Folgen haben.

Die somatischen Auswirkungen sind je nach Höhe der Dosis und je nach dem zeitlichen Abstand der Bestrahlungen bis zu einem gewissen Grade reversibel; die Wiederherstellung kann durch den Organismus selbst bewirkt werden, und zwar innerhalb der befallenen Zellen selbst oder dadurch, daß die befallenen Zellen durch gesunde Zellen ersetzt werden.

Die Möglichkeit einer Wiederherstellung ist besonders im Falle der sofort eintretenden Schäden nachgewiesen. Aber auch in diesem Falle tritt keine vollständige Wiederherstellung ein. Im übrigen kumulieren sich die Auswirkungen schwacher, jedoch häufig wiederholter Dosen bis zu einem bestimmten Grad in den Geweben des Organismus. Diese Kumulierung der Dosen ist bei den retardierten Auswirkungen von besonderer Bedeutung. Ob es bei den retardierten Auswirkungen oder wenigstens bei einigen von ihnen eine Schwellendosis gibt, ist stark umstritten. Für den Strahlenschutz muß daher angesichts der Tatsache, daß sich die Strahlungen nicht vollständig ausschalten lassen, der Grundsatz gelten, daß jede Strahlenexposition auf ein Mindestmaß zu begrenzen ist.

2.2. Genetische Auswirkungen

Die ionisierenden Strahlungen können beim Auftreffen auf die Fortpflanzungszellen eines Menschen die Struktur der in den Zellen enthaltenen Gene verändern und so zu erblichen Mutationen führen. Da fast alle Mutationen als schädlich gelten, bedeutet die Einwirkung ionisierender Strahlungen eine nicht unerhebliche Gefährdung der Nachkommenschaft.

Da die Mutationen als irreversibel gelten, haben die Energiedosen kumulative Wirkung. Zudem kann nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse hinsichtlich der genetischen Auswirkungen keine Dosis als unschädlich gelten. Die auf diese Weise hervorgerufenen Mutationen folgen dem Vererbungsgesetz im Zusammenspiel der beiden folgenden Möglichkeiten: Ausdehnung der Mutationen auf die Gesamtbevölkerung (selbst wenn nur eine beschränkte Gruppe strahlenexponiert ist) und natürliche Ausmerze.

Außerdem spielen beim Entstehen der beim Menschen beobachteten Mutationen, deren Erfassung nur auf statistischem Wege für die Gesamtbevölkerung möglich ist, außer Strahlung

gen auch noch andere Faktoren eine Rolle, deren Bedeutung im einzelnen noch sehr wenig bekannt ist.

Bei der Beurteilung der genetischen Folgen der Einwirkung neuer Strahlenquellen auf den Menschen wäre daher ein globaler Gewichtungsfaktor (facteur global de pondération) einzusetzen, und es müßten zugleich mit dem Risiko auch die Vorteile in Betracht gezogen werden, die der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit aus der friedlichen Verwendung der Atomenergie erwachsen. Man muß daher eine auf die Gesamtbevölkerung bezogene Bestrahlungsdosis festlegen, die nur eine ganz geringe Zunahme der mutationellen Gesamtbelastung zur Folge hat und somit vom genetischen Standpunkt aus noch zulässig ist. Dies setzt voraus, daß die Gesamtheit der beruflich strahlenexponierten Personen nur einen sehr geringen Prozentsatz der Gesamtbevölkerung ausmacht, was augenblicklich der Fall ist.

Es ist schließlich zu berücksichtigen, daß genetische Auswirkungen nur bei den noch im Fortpflanzungsalter stehenden Personen zu befürchten sind.

3. Physikalische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken

3.1. Art und Stärke der ionisierenden Strahlungen

Wie tief die einfallende Strahlung in das Gewebe eindringt und wie groß ihre Auswirkungen sind, hängt von der Energie der Strahlung ab sowie davon, ob es sich um Korpuskular- oder Wellenstrahlen handelt.

Zwischen der Dosis und der Zahl der im Gewebe gebildeten Ionen besteht eine unmittelbare Beziehung. Der Absorptionsprozeß vollzieht sich in der Weise, daß sich die Ionisationen nicht symmetrisch in der lebenden Materie verteilen, sondern innerhalb einer mehr oder weniger großen Reichweite im Gewebe häufen. Die schädliche Einwirkung hängt von der linearen Dichte der innerhalb der Reichweite der ionisierenden Strahlungen erzeugten Ionisationen ab und nimmt mit ihr zu: Die von Alpha-Teilchen erzeugten Ionisationen sind z. B. auf einer winzig kleinen Strecke gehäuft, und die durch sie hervorgerufenen Schäden sind stark konzentriert und besonders schwer, während sich bei Röntgenstrahlen von großer Energie oder bei Gammastrahlen die Ionisationen auf eine weit größere Strecke verteilen. Für ein und dieselbe Energiedosis ist daher die räumliche Verteilung der Ionisationen ein wichtiger Faktor für die biologische Auswirkung. Ein als „Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit“ (RBW) bezeichneter Koeffizient für die verschiedenen Strahlungsarten ermöglicht es, dieser Tatsache Rechnung zu tragen und die schädliche Auswirkung der Strahlungen unter Berücksichtigung ihres physikalischen Charakters zu berechnen.

3.2. Verhältnis zwischen Strahlungsdosen und ihren biologischen Auswirkungen

Die Gesamtmenge an Energie, die von der Strahlung an das von ihr durchsetzte lebende Gewebe abgegeben wird, bestimmt wesentlich das Ausmaß der Gefährdung; die biologische Auswirkung nimmt mit ihr zu.

3.2.1. Dosen und biologische Auswirkungen

Die von den Strahlungen hervorgerufenen Auswirkungen hängen ab:

- a) von der Menge der an dem jeweiligen Punkt absorbierten Energie (absorbierte Dosis oder „Energiedosis“);
- b) von den spezifischen Eigenschaften der betreffenden Strahlung, die durch den Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW) gekennzeichnet sind.

3.2.2. Energiedosis

Die Energiedosis wird in „rad“ ausgedrückt. Der Wert der Energiedosis kann bestimmt werden:

- a) durch unmittelbare Messung;
- b) bei Röntgen- und Gammastrahlen von weniger als 3 MeV durch Messung der Expositionsdosis in „Röntgen“, wobei diese Faktoren, die von der Strahlungsenergie und der jeweiligen Materie abhängig sind, entsprechend berücksichtigt werden müssen;
- c) an Hand des Teilchenflusses.

3.2.3. RBW-Dosis und Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW)

Die als „RBW-Dosis“ bezeichnete biologische Wirkungsdosis ist das Produkt aus der Energiedosis in „rad“ und dem RBW-Faktor. Dieser Faktor hängt von der Art der Strahlungen und ihrer Energie ab. Die RBW-Dosis wird in „rem“ ausgedrückt.

Im vorliegenden Dokument versteht man unter Dosis stets die „RBW-Dosis“, ausgedrückt in „rem“.

3.3. Zeitliche Verteilung der Bestrahlungen

Die somatischen Auswirkungen der Bestrahlungen sind verschieden, je nachdem ob die Energiedosis auf einmal (Einzeitbestrahlung) oder während aufeinanderfolgender, zeitlich gestaffelter Expositionen verabfolgt wird (fraktionierte Bestrahlung).

Diese Auffassung stützt sich auf die Tatsache, daß sich das befallene Gewebe in der Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bestrahlungen von den verursachten Schäden ganz oder teilweise erholen kann.

Handelt es sich um eine einmalige Dosis, so sind deren Auswirkungen verschieden, je nach-

dem ob sie innerhalb sehr kurzer Zeit oder während einer länger anhaltenden Bestrahlungszeit verabfolgt worden ist.

3.4. Einfluß des Volumens des bestrahlten Gewebes

Das Risiko ist um so größer, je stärker die Integraldosis ist.

3.5. Art der Bestrahlung: Bestrahlung von außen oder von innen

Bei der Ermittlung der Auswirkungen der Bestrahlungen muß zwischen folgendem unterschieden werden:

- *Bestrahlungen von außen*, bei denen sich der Strahler außerhalb des Organismus befindet. In diesem Falle spielen die Entfernung zwischen dem Strahler und dem Organismus sowie die Eindringtiefe und die Verteilung der Strahlungen im Organismus eine entscheidende Rolle;
- radioaktive Kontaminationen, bei denen die Strahler mit dem Gewebe in Berührung sind; es handelt sich hierbei entweder um eine äußere Kontamination der Haut oder um eine Kontamination durch radioaktive Stoffe, die auf verschiedenen Wegen ins Innere des menschlichen Körpers gelangt sind: über die Atemwege, den Verdauungstrakt, durch die Haut, usw. ... (Inkorporation). In letzterem Falle ist die Bestrahlung in erster Linie an die effektive Halbwertszeit des Radionuklids gebunden; die Verteilung des Nuklids im Körper und in den verschiedenen Organen und die Wichtigkeit des befallenen Organs für den Gesamthaushalt des Körpers spielen daher bei der durch Inkorporation hervorgerufenen *Bestrahlung von innen* eine entscheidende Rolle.

Trotzdem darf nicht außer acht gelassen werden, daß sich die Auswirkungen der Bestrahlung von innen und der Bestrahlung von außen in allen Fällen addieren. Dieser Tatsache muß bei der Ermittlung der empfangenen Dosen und bei der Festsetzung der höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen im Falle kombinierter Bestrahlungen Rechnung getragen werden.

4. Biologische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken

4.1. Strahlenempfindlichkeit und Radiotoxizität — Kritische Organe

Die Gewebe und Organe des menschlichen Körpers sind gegenüber der Einwirkung von Strahlungen nicht in gleicher Weise empfindlich. Zu den strahlenempfindlichsten sind die Keimdrüsen, die blutbildenden Organe, die Haut, die Darmschleimhaut, die Augenlinsen und die Gewebe im Embryonalzustand zu zählen. Diejenigen Gewebe und Organe, die infolge ihrer

Strahlenempfindlichkeit und auf Grund der Bestrahlungsbedingungen (räumliche Verteilung, Konzentration radioaktiver Stoffe in bestimmten Organen) besonders exponiert sind und deren Befall zu den größten Schädigungen des Organismus führt, nennt man kritische Gewebe und Organe. Eine Begrenzung der von diesen Organen empfangenen Dosen ist besonders wichtig.

Bei einer Ganzbestrahlung des Körpers von außen gelten die blutbildenden Organe, die Keimdrüsen und Augenlinsen als kritische Organe.

Führt eine Bestrahlung von außen infolge ihrer geringen Eindringtiefe zu einer auf die Außenschichten des Körpers begrenzten Einwirkung, so wird die Haut zum kritischen Organ.

Für die schädliche Einwirkung inkorporierter radioaktiver Stoffe sind deren physikalische und chemische Eigenschaften bestimmend. Die chemische Beschaffenheit der radioaktiven Stoffe bestimmt deren Verteilung in den Organen des Körpers; die Reichweite der von ihnen ausgesandten Strahlungen bestimmt ihren Wirkungsbereich. Diese Faktoren zusammen genommen bestimmen die relative Radiotoxizität.

4.2. Teilbestrahlung und Ganzbestrahlung

Bei Ganzbestrahlung wird der gesamte Körper in Mitleidenschaft gezogen, und das Risiko ist daher hier besonders groß.

Teilbestrahlung ist im allgemeinen weniger schädlich und bietet eher Aussicht auf Wiederherstellung. Das Risiko ist in diesem Falle um so größer, je stärker die Integraldosis ist.

4.3. Art der am Menschen festgestellten biologischen Auswirkungen

Im Vorstehenden war von zwei Arten biologischer Auswirkungen die Rede: den somatischen und den genetischen.

Während für die somatischen Auswirkungen die während des ganzen Lebens bis zu dem jeweiligen Alter kumulierten Dosen maßgeblich sind, spielen bei den genetischen Auswirkungen lediglich die bis zum Ende des Fortpflanzungsalters kumulierten Dosen eine Rolle. Zur Errechnung der für die genetischen Auswirkungen in Betracht kommenden Dosis sind die bis zu einem bestimmten Alter empfangenen Dosen abzuwägen (pondérer), wobei die für dieses Alter bestehende Fortpflanzungswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden muß. In der Praxis wird von einem durchschnittlichen Fortpflanzungsalter von 30 Jahren ausgegangen.

Außerdem ist zu beachten, daß für die Größe des Risikos ebenfalls bestimmend ist, wie der Körper auf die Schädigung reagiert (Zerstörung, Wiederherstellung, Wucherung).

5. Strahler

Die Menschheit ist heute der Einwirkung verschiedener Strahler ausgesetzt, wobei unterschieden wird zwischen:

- a) dem natürlichen Strahlenpegel und
- b) den künstlichen Strahlern.

5.1. Natürlicher Strahlenpegel (background radiations)

Die natürliche Bestrahlung hat ihren Ursprung in den kosmischen Strahlen sowie in den in der Erdkruste, im Meer und in der Atmosphäre in unmittelbarer Bodennähe vorhandenen natürlichen radioaktiven Stoffen.

Die natürliche Bestrahlung ist eine Bestrahlung von außen und eine Bestrahlung von innen. Letztere ist auf das Vorhandensein radioaktiver Stoffe im Innern des Körpers zurückzuführen, die — wie das Radiokalium und der Radio-kohlenstoff — natürliche Bestandteile des Organismus oder — wie das Radium — äußeren Ursprungs sind.

Der natürliche Strahlenpegel ist an jeder Stelle der Erde verschieden und hängt vor allem von der Bodenbeschaffenheit und der Höhenlage ab. Zudem gibt es ihn schon so lange, wie die Menschheit existiert.

Für die Festsetzung der höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen bleibt er daher außer Betracht.

5.2. Künstliche Strahler

Es gibt künstliche Strahler der verschiedensten Art, und ihre relative Bedeutung ändert sich ständig. Sie wird z. Z. im wesentlichen durch folgende Faktoren bestimmt: 1) die zunehmende Verwendung der Röntgenstrahlen zu medizinischen, technischen und wissenschaftlichen Zwecken; 2) die Zunahme der Verwendungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe, insbesondere in Forschungslaboratorien, in der Medizin und in der Industrie; 3) die unablässigen Fortschritte auf dem Gebiet der Freisetzung von Kernenergie zur Verwendung für friedliche Zwecke.

Die Gefahren, die dadurch entstehen, daß Spaltprodukte aus Kernexplosionsversuchen in der Erdatmosphäre verbreitet werden, seien nur am Rande erwähnt.

5.2.1. Verwendung von Röntgenstrahlen zu medizinischen, technischen oder industriellen Zwecken

Bei ihrer Verwendung entsteht die Gefahr einer Bestrahlung von außen, und zwar sowohl für die mit den Strahlen umgehende Person als auch — bei Verwendung zu medizinischen Zwecken — für den Kranken, der einer Untersuchung oder Behandlung unterzogen wird.

Ist der Schutz unzureichend oder erfährt er eine Beeinträchtigung, so kann die Gefährdung auch auf die unmittelbare Nachbarschaft übergreifen.

Durch die sehr weitgehende Ausdehnung der radiologischen Untersuchungen auf einen ständig größer werdenden und jetzt schon ansehnlichen Teil der Bevölkerung entstehen genetische Gefahren, die ein Problem bilden, das nicht außer acht gelassen werden darf.

5.2.2. Verwendung radioaktiver Stoffe, insbesondere in Forschungslaboratorien, in der Medizin und in der Industrie

Es handelt sich hier um Verwendungsmöglichkeiten, deren Entwicklung in vollem Gange ist. Die Risiken sind verschieden, je nachdem um welche Art von Strahlern es sich handelt:

5.2.2.1. *Abgeschlossene Strahler*, die Bestrahlungen von außen hervorrufen. Unter normalen Verwendungsbedingungen können abgeschlossene Strahler keine Kontaminationsgefahr bilden. Sie können jedoch ein akzidentelles Eventualrisiko im Hinblick auf eine durch Verstreuung des Strahlers und ein etwaiges Undichtwerden oder Zerbrechen der Umhüllung verursachte Bestrahlung von innen darstellen. In diesen Fällen verhalten sie sich wie offene Strahler.

5.2.2.2. *Offene Strahler*, die Bestrahlungen von außen, Bestrahlungen von innen oder beides zugleich hervorrufen. Die Tatsache, daß sich offene Strahler in ihrer Umgebung verbreiten können, ohne daß ihre Verstreuung kontrolliert werden kann, stellt im Hinblick auf die dadurch bewirkte Kontamination von Örtlichkeiten und Personen ein zusätzliches Risiko dar.

5.2.3. Atomanlagen

Bei Atomanlagen (Reaktoren, Atomkraftwerke, Betriebe für chemische Aufbereitung und Aufarbeitung usw.) bestehen sowohl die bei abgeschlossenen als auch die bei offenen Strahlern gegebenen Risiken, wozu erschwerend hinzukommt, daß selbst bei normalen Betriebsverhältnissen gewaltige Mengen an Energie und radioaktiven Stoffen zum Einsatz kommen. Die Möglichkeit von Unfällen kann nicht restlos ausgeschaltet werden. Um den Schutz der Beschäftigten während des normalen Betriebs und den Schutz der benachbarten Bevölkerung bei einem Unfall zu gewährleisten, müssen bei der Erstellung der Pläne und beim Bau der Anlagen die Risiken berücksichtigt werden, die sich für mehr oder weniger große Bevölkerungsteile ergeben. Für den Einsatzfall müssen Interventions-einrichtungen zur Verfügung stehen.

Unter normalen Betriebsverhältnissen bilden der Umgang mit radioaktiven Abfällen sowie

ihre vorübergehende Lagerung und Beiseiteschaffung große Probleme, für die noch keine restlos befriedigende Lösung gefunden worden ist.

Durch das Beiseiteschaffen von Abfällen entsteht u. a. für die Gesamtbevölkerung die Gefahr einer Kontamination des Ernährungskreislaufs, die nicht unterschätzt werden darf. Wenn auch noch weitere Forschungen nötig sind, so ist es doch an Hand der jetzt schon verfügbaren Daten, insbesondere was das Trinkwasser und die Atemluft anlangt, möglich, mit hinreichender Sicherheit die entsprechenden Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung zu ergreifen.

5.2.4. Teilchenbeschleuniger

Die Teilchenbeschleuniger (Betatrone, Linearbeschleuniger, Zyklotrone, Synchrotrone, usw. . . .) können je nach der aufgewandten Energie bedeutende Strahlungsmengen von besonders starkem Durchdringungsvermögen erzeugen und zur Entstehung radioaktiver Elemente an Ort und Stelle führen. Bei ihrer Verwendung muß den Schutzvorkehrungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

6. Höchstzulässige Dosis

Jeder Mensch ist während seines Lebens der durch den natürlichen Strahlenpegel bedingten Bestrahlung ausgesetzt. Der Umfang dieser Bestrahlung und ihr Einfluß auf die natürliche Entwicklung des Menschengeschlechts sind noch wenig bekannt. Jede vom Menschen erzeugte künstliche Bestrahlung, die zum natürlichen Strahlenpegel hinzukommt, kann schädliche Wirkungen haben.

Da der heutige Stand unserer Zivilisation und die Bedürfnisse der Menschheit den Einsatz künstlicher ionisierender Strahler unvermeidlich machen, müssen geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden, damit die Auswirkung der so hervorgerufenen zusätzlichen Bestrahlungen im Rahmen eines erträglichen Risikos bleibt; insbesondere müssen die höchstzulässigen Dosen bestimmt werden.

Seit vor einigen Jahrzehnten erstmalig auf internationaler Ebene die Festsetzung höchstzulässiger Dosen empfohlen wurde, sind diese wiederholt herabgesetzt worden, da inzwischen die Kenntnisse hinsichtlich der Möglichkeiten für das Entstehen von Schäden ständig vertieft und in der Anwendung von Schutzmaßnahmen weitere technische Fortschritte erzielt worden sind.

Die höchstzulässigen Dosen lassen die natürliche Bestrahlung, die von der Gesamtbevölkerung seit jeher empfangen wird und auf die keine Einwirkung möglich ist, außer Betracht; diese natürliche Bestrahlung ist im übrigen je nach Bodenbeschaffenheit und Höhenlage verschieden.

Auch die vom Patienten bei ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen empfangenen Bestrahlungen werden bei den höchstzulässigen Dosen

außer Betracht gelassen; die Anwendung von Strahlungen richtet sich in solchen Fällen nach medizinischen Gesichtspunkten. Die empfangene Dosis ist also hier als unentbehrlich zu betrachten, und sie kann bei der Festsetzung der höchstzulässigen Dosen nicht berücksichtigt werden.

Dennoch spielt bei der Errechnung der von der Gesamtbevölkerung tatsächlich empfangenen Gesamtdosis die Bestrahlung zu medizinischen Zwecken eine große Rolle; obgleich die Anwendung ionisierender Strahlungen bei ärztlichen Untersuchungen oder Behandlungen ausschließlich in die Zuständigkeit der Medizin fällt, müssen die Ärzte doch auf diese Tatsachen hingewiesen und es muß von ihnen gefordert werden, daß sie alles tun, damit die bei diagnostischen Untersuchungen von den Keimdrüsen vor Ende des Fortpflanzungsalters empfangene Dosis niedrig gehalten wird, ohne daß deshalb auf die Nutzung der Errungenschaften der Radiologie für die praktische Medizin verzichtet zu werden braucht.

Der Strahlenschutz muß im wesentlichen in der Vorbeugung bestehen, denn die Strahlungen werden nicht wahrgenommen und wirken sich erst später aus. Die Bestrahlung der exponierten Personen soll in jedem Falle möglichst gering sein; außerdem ist es wichtig, daß auch die Zahl der exponierten Personen beschränkt wird.

Der Strahlenschutz soll sich im wesentlichen auf folgende Maßnahmen stützen:

- a) Festsetzung der höchstzulässigen Dosen für den Einzelnen und die Gesamtbevölkerung;
- b) Begrenzung der Bestrahlungen von außen, was im wesentlichen durch die einwandfreie Abschirmung und die Entfernung der Strahler sowie durch die Begrenzung der Bestrahlungsdauer erreicht wird;
- c) Begrenzung der Gefahren einer Kontamination der Luft, des Wassers, des Bodens und des Ernährungskreislaufes, was im wesentlichen durch eine Kontrolle der Abfälle erreicht wird;
- d) Einführung von Betriebsvorschriften und Gesundheitsregeln;
- e) strenge Überwachung der Arbeitsbedingungen, sowie Kontrolle der Expositionen und Kontaminationen;
- f) Messung der von den exponierten Personen empfangenen Dosen (Bestrahlung von außen und von innen), damit die Beachtung der höchstzulässigen Dosen sichergestellt und den bestrahlten Personen nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse während ihres ganzen Lebens ein normaler Gesundheitszustand gewährleistet wird.

7. Festsetzung der höchstzulässigen Dosen nach Personengruppen

Die höchstzulässigen Dosen können nicht für alle Menschen gleich sein, sondern müssen den tatsächlichen Umständen angepaßt werden, unter denen die Kernenergie angewandt wird. Sie werden außer-

dem verschieden sein, je nachdem ob es sich um die persönliche Sicherheit der beruflich strahlenexponierten Personen oder um Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit mehr oder weniger ausgedehnter Bevölkerungsschichten handelt.

Die Beachtung der höchstzulässigen Dosen für die beiden ersten Personengruppen (beruflich strahlenexponierte Personen und besondere Bevölkerungsgruppen) muß mit der höchstzulässigen Dosis für die Gesamtbevölkerung vereinbar und hinsichtlich ihrer genetischen Auswirkungen noch erträglich sein. Dies setzt voraus, daß die Gesamtheit der beruflich strahlenexponierten Personen sowie die der besonderen Bevölkerungsgruppen nur einen so geringen Bruchteil der Gesamtbevölkerung ausmachen, daß die Gewichtung (pondération) der von ihnen empfangenen Dosen in bezug auf die Gesamtbevölkerung nicht zu einer Überschreitung der für letztere höchstzulässigen Dosis führt.

Man kann zum Beispiel annehmen, daß, wenn 0,7 v. H. der Bevölkerung gemäß der Grundformel 2.1.1. einer Dosis von 5 rem pro Jahr beruflich exponiert sind, die im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogene (pondérée) Dosis etwa 1 rem je 30 Jahre beträgt. Aus dem Bericht der Vereinten Nationen geht jedoch hervor, daß die beruflich strahlenexponierten Personen in den wirtschaftlich entwickelten Ländern zur Zeit etwa 0,1 v. H. der Bevölkerung ausmachen.

Ebenso kann man annehmen, daß, wenn zum Beispiel 6 v. H. der Bevölkerung auf Grund ihres Aufenthalts in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs 0,5 rem pro Jahr empfangen, die im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogene (pondérée) Dosis etwa 1 rem je 30 Jahre beträgt.

7.1. Beruflich strahlenexponierte Personen

In diesem Falle werden im wesentlichen somatische Gefahren in Betracht gezogen. In gewissem Umfang ist die Möglichkeit einer Wiederherstellung gegeben und gestattet die Festsetzung einer während des Berufslebens der betreffenden Person kumulierten höchstzulässigen Dosis. Wird diese Dosis nicht überschritten, dürfte nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse die Gesundheit während des ganzen Lebens keine wahrnehmbare Beeinträchtigung erfahren.

Für den Gesundheitsschutz der beruflich strahlenexponierten Personen, d. h. solcher, die auf Grund ihres Berufs der Einwirkung von Strahlern ausgesetzt sind, müssen strenge Maßnahmen ergriffen werden. Dieser Schutz setzt insbesondere voraus, daß ausreichende Überwachungseinrichtungen vorhanden sind, um die Beachtung der höchstzulässigen Dosen zu gewährleisten. In dem Bereich, in dem beruflich strahlenexponierte Personen beschäftigt sind (Kontrollbereich), muß eine physikalische Kontrolle durchgeführt werden, die eine Abgrenzung der gefährlichen Bereiche ermöglicht, in denen die Bestrahlung anomale Ausmaße erreichen kann. Über dieser Gesamtkontrolle sind

eine physikalische und eine ärztliche Einzelkontrolle erforderlich; die Messung der von den Beschäftigten empfangenen Dosen bildet zusammen mit den normalen und den außergewöhnlichen ärztlichen Untersuchungen einen wesentlichen Bestandteil des Schutzsystems gegen die schädlichen Strahlenwirkungen.

Wie unter 6. ausgeführt, bleibt bei den höchstzulässigen Dosen neben der Bestrahlung infolge des natürlichen Strahlenpegels auch die Bestrahlung anlässlich ärztlicher Untersuchungen oder Behandlungen unberücksichtigt. Falls bei beruflich strahlenexponierten Personen die Verwendung von Strahlen zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken medizinisch gerechtfertigt ist, ist eine derartige Exposition angesichts des Nutzens, den die bestrahlte Person daraus erwarten kann, als unumgänglich anzusehen; sie kann nur von persönlichen Faktoren abhängig gemacht werden, die mit dem Gesundheitszustand der betreffenden Person zusammenhängen, und darf bei der Berechnung der höchstzulässigen Dosis für die berufliche Exposition keine Berücksichtigung finden.

7.2. Besondere Bevölkerungsgruppen

Außer den Personen, die beruflich der Wirkung ionisierender Strahler ausgesetzt sind, müssen weitere, als „besondere Bevölkerungsgruppen“ bezeichnete Personengruppen bestimmt werden: Diese Personen sind zwar nicht beruflich strahlenexponiert, laufen aber Gefahr, eine Bestrahlung zu empfangen, die die von der Gesamtbevölkerung empfangene durchschnittliche Bestrahlung überschreitet.

Zu diesen Gruppen gehören folgende Personen:

- a) Personen, die sich auf Grund ihrer Tätigkeit gelegentlich im Kontrollbereich aufhalten. Obgleich diese Bestrahlungen bisweilen bei Ausübung einer beruflichen Tätigkeit erfolgen können, werden sie doch als nichtberufliche Bestrahlungen angesehen.
- b) Personen, die mit Geräten umgehen, die ionisierende Strahlungen aussenden oder radioaktive Stoffe in solchen Mengen enthalten, daß die von ihnen ausgehenden Strahlungen die für diese Personengruppe höchstzulässige Dosis nicht überschreiten.
- c) Personen, die sich in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs aufhalten und aus diesem Grunde einer Bestrahlung ausgesetzt sein können, die die von der Gesamtbevölkerung empfangene durchschnittliche Bestrahlung überschreitet.

7.3. Gesamtbevölkerung

In dieser Gruppe wird die Gesamtbevölkerung des Landes erfaßt.

Infolge der fortschreitenden Zunahme der künstlichen Strahler entsteht die Gefahr, daß sich die Strahlungsdosen, die zum natürlichen Strahlenpegel noch hinzukommen, beträchtlich

erhöhen. Es ist daher erforderlich, das Expositions-niveau der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit zu ermitteln und unter dem Gesichtspunkt der genetischen Auswirkungen zu begrenzen. Diese genetischen Auswirkungen können nur statistisch ermittelt werden, und zur Errechnung der Dosen müssen die von den unter 7.1. und 7.2. genannten Personengruppen empfangenen Dosen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogen (pondérée) werden. Die auf diese Weise für die Gesamtbevölkerung vorgesehene Höchstdosis sichert sie auch gegen die somatischen Risiken.

8. Notwendigkeit einer Kontrolle

Zur Gewährleistung des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten und der Bevölkerung genügt es nicht, höchstzulässige Dosen, Expositionen und Kontaminationen festzusetzen; es muß auch für deren Beachtung gesorgt werden.

Dies macht eine regelmäßige physikalische und ärztliche Kontrolle erforderlich. Diese Kontrolle ist von befugten Personen oder Organen durchzuführen, die mit geeigneten Geräten ausgestattet sind und über das erforderliche Personal verfügen.

Bei der physikalischen Kontrolle werden alle Faktoren überwacht, die bei irgendeinem Vorgang zu einem Bestrahlungsrisiko für die beruflich oder nichtberuflich strahlenexponierten Personen und für die Bevölkerung führen können. Sie umfaßt u. a. die Abgrenzung der Bereiche, in denen die Möglichkeit einer Gefahr gegeben ist, die Überwachung der Anlagen und Meßgeräte, die Ermittlung der Bestrahlung von außen sowie der radioaktiven Kontamination und der empfangenen Dosen und notfalls die Durchführung der Dekontaminationsmaßnahmen.

Im Rahmen der ärztlichen Kontrolle ist für eine entsprechende Auslese bei der Einstellung beruflich strahlenexponierter Personen sowie für deren normale und außergewöhnliche ärztliche Überwachung Sorge zu tragen. Insbesondere ist auf Grund der empfangenen Dosen eine Gesundheitsbilanz zu erstellen. Außerdem wirkt die ärztliche Kontrollinstanz im Verein mit dem für die physikalische Kontrolle zuständigen Organ bei Vorbeugungsmaßnahmen allgemeiner Art mit.

Für die Durchführung dieser unentbehrlichen Kontrollmaßnahmen werden folgende Unterscheidungen gemacht:

- a) *Kontrollbereiche*: Jede Örtlichkeit des Raumes, in dem sich der Strahlenschutz auf die Beachtung von höchstzulässigen Dosen für die beruflich strahlenexponierten Personen gründet. In diesen Bereichen ist eine physikalische und eine ärztliche Kontrolle durchzuführen.
- b) *Überwachungsbereiche*: Jede Örtlichkeit des am Rande eines Kontrollbereichs gelegenen Raumes, in dem die ständige Gefahr besteht, daß die für die Gesamtbevölkerung höchstzulässige Dosis überschritten wird und in dem sich der Strahlenschutz auf die Beachtung der höchstzulässigen Dosis gründet, die für die in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs sich aufhaltende besondere Bevölkerungsgruppe festgesetzt worden ist. In diesen Bereichen ist regelmäßig eine physikalische Kontrolle durchzuführen.
- c) *Übriges Staatsgebiet*: Hierunter ist das gesamte Staatsgebiet mit Ausnahme der Kontrollbereiche und der Überwachungsbereiche zu verstehen. Hier sind Kontrollen allgemeiner Art vorzunehmen.

Da die Möglichkeit besteht, daß sich in Atomanlagen Unfälle ereignen, bei denen Radioaktivität in großer Menge freigesetzt werden könnte, sind Interventionsgebiete vorzusehen, die die Kontrollbereiche und Überwachungsbereiche umfassen und sich auf einen mehr oder weniger großen Teil des übrigen Staatsgebiets erstrecken können. In den Interventionsgebieten sind Einrichtungen zu schaffen, mit deren Hilfe bei einem Unfall sofortige Maßnahmen ausgelöst werden können.

9. Notwendigkeit einer Aufsicht

Bei den vorgesehenen Kontrollmaßnahmen wird vorausgesetzt, daß Aufsichtsorgane, die über qualifizierte Sachverständige verfügen, die durchgeführten Kontrollen überwachen und sich davon überzeugen, daß die Grundnormen und die empfohlenen Schutzmaßnahmen beachtet werden.

EUROPAISCHE
ATOMGEMEINSCHAFT

—
EURATOM
—

Brüssel, den 20. September 1958

Stellungnahme
der vom Ausschuß für Wissenschaft und Technik ernannten
Sachverständigen
zu den Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölke-
rung und der Beschäftigten gegen die Gefahren ionisierender
Strahlungen

Liste der vom Ausschuß für Wissenschaft und Technik ernannten Sachverständigen, die damit beauftragt waren, der Euratomkommission eine Stellungnahme zu den Grundnormen abzugeben.

- Vorsitzender:** Prof. H. *Holthusen*, Mitglied der Fachkommission „Strahlenschutz“ der Deutschen Atomkommission, *Hamburg*.
- Belgien:** Dr. *Halter*, Directeur Général au Ministère de la Santé Publique, *Bruxelles*.
- Deutschland:** Dr. *Gauwerky*, Chefarzt der therapeutischen Abteilung des Strahleninstitutes, *Hamburg*.
Prof. *Jaeger*, Oberregierungsrat Physikalisch-Technische Bundesanstalt Abt. VI, *Braunschweig*.
- Frankreich:** Prof. *Bugnard*, Institut National d'Hygiène, *Paris (16e)*.
Dr. H. *Jammet*, Chef du Service d'Hygiène Atomique et de Radiopathologie du C. E. A., *Saclay*.
- Italien:** Dr. Mario *Chiozzotto*, Istituto superiore di Sanita, *Roma*.
Dr. Carlo *Polvani*, *Milano*.
- Luxemburg:** M. Ch. Edouard *Rischar*d, Médecin inspecteur de la Santé publique, *Luxembourg*.
Dr. R. *Schaus*, *Paris (10e)*.
- Niederlande:** Dr. F. *Bezemer*, p/a Centrale Dienst van de Arbeidsinspectie, 's *Gravenhage*.
Dr. J. *Wester*, 's *Gravenhage*.
- Wissenschaftliches Sekretariat und Protokollführung** Dr. A. *Lafontaine*, *Bruxelles*.

I n h a l t

Präambel	34
Begründung	35
Kapitel I: Allgemeines und Erläuterungen	37
Kapitel II: Grundnormen	43
Titel I: Anwendungsbereich	43
Titel II: Höchstzulässige Dosen	44
Titel III: Höchstzulässige Expositionen und Kontaminationen	46
Titel IV: Gesundheitsschutz der Beschäftigten	47
Titel V: Gesundheitsschutz der Bevölkerung	50
Anhänge	
Anhang I: Relative Radiotoxizität der Nuklide	52
Anhang II: Tabelle über die für beruflich strahlenexponierte Personen geltende höchstzulässige Dosis und den ihr jeweils ent- sprechenden Neutronenfluß	52
Anhang III: Höchstzulässige Konzentration eines radioaktiven Nuklids in der Atemluft und im Trinkwasser für eine anhaltende Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen	53
Kapitel III: Definitionen	60

Präambel

Artikel 30 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) bestimmt, daß „in der Gemeinschaft Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen festgesetzt werden.

Unter Grundnormen sind zu verstehen:

- a) die zulässigen Höchstdosen, die ausreichende Sicherheit gewähren;
- b) die Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen und für schädlichen Befall;
- c) die Grundsätze für die ärztliche Überwachung der Arbeitskräfte.“

Artikel 31 des Vertrages bestimmt im einzelnen, daß die Grundnormen von der Kommission nach Stellungnahme einer Gruppe von Persönlichkeiten ausgearbeitet werden, die der Ausschuß für Wissenschaft und Technik aus wissenschaftlichen Sachverständigen der Mitgliedstaaten, insbesondere aus Sachverständigen für Volksgesundheit, ernennt.

Der Ausschuß für Wissenschaft und Technik hat auf seiner konstituierenden Sitzung vom 17. April 1958 eine aus zwölf Sachverständigen gebildete Arbeitsgruppe eingesetzt (zwei Vertreter für jeden Mitgliedstaat).

Der Vizepräsident des Ausschusses für Wissenschaft und Technik, Professor HOLTHUSEN, ist zum Vorsitzenden der Sachverständigengruppe ernannt worden mit der Aufgabe, die Verbindung mit dem Ausschuß wahrzunehmen.

Die Sachverständigengruppe trat am 7. Mai 1958 um 10.00 Uhr zu ihrer ersten Sitzung zusammen, auf der sie als Ausgangsbasis für ihre Arbeit das von der Kommission vorgelegte und von der Abteilung Gesundheitsschutz ausgearbeitete Programm annahm, das in Dokument EUR/C/496/58 enthalten ist.

Dieses Dokument gibt die Punkte an, denen eine besondere Bedeutung für die Ausarbeitung der Grundnormen zukommt; sie sind in vier Kapitel gegliedert:

- I. Definitionen (Einheiten, Größen, Expositionsdosis, Energiedosis, relative biologische Wirksamkeit, höchstzulässige Konzentration, wissenschaftliche Begriffe, Strahler, Gefahren);
- II. Energiedosen und höchstzulässige Konzentrationen (für die Beschäftigten, für die Bevölkerungsgruppen in der Nachbarschaft der Anlagen, für die gesamte Bevölkerung);

III. Dosen und Konzentrationen, unterhalb deren noch keine Schutzmaßnahmen angewandt zu werden brauchen;

IV. Kontrolle des Strahlenschutzes (physikalische Kontrolle und ärztliche Kontrolle).

Die Sachverständigengruppe beschloß, die in diesem Dokument aufgezählten Aufgaben auf die einzelnen Sachverständigen zu verteilen; die mit der Untersuchung der einzelnen Punkte beauftragten Mitglieder der Gruppe wurden gebeten, ihren Bericht bis zum 5. Juni 1958 dem Sekretariat zuzuleiten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden während der Tagung vom 16. bis 30. Juni 1958 erörtert, in deren Verlauf auch die erste Fassung des Vorentwurfs ausgearbeitet worden ist.

Am 23. und 24. Juli hat die Sachverständigengruppe an dem am 30. Juni übermittelten Vorentwurf verschiedene Änderungen vorgenommen und den Berichterstatter gebeten, unter Berücksichtigung der Bemerkungen, die ihm noch bis zum 5. August zugehen würden, eine zweite Fassung herzustellen.

Der vom Berichterstatter verteilte Text diente dann der Sachverständigengruppe auf ihrer Tagung vom 1. bis 3. September 1958 als Grundlage für die Ausarbeitung des der Kommission vorzulegenden endgültigen Wortlauts des Vorentwurfs, dessen Vorlage nach den letzten Erörterungen, die in Genf stattfanden, von jedem der Sachverständigen gebilligt worden ist.

Der Sachverständigengruppe lagen zunächst zahlreiche Vorschriften und Empfehlungen betreffend den Schutz gegen ionisierende Strahlungen in den einzelnen Ländern vor.

Den meisten dieser Dokumente lagen die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (Commission Internationale de Protection contre les Radiations — C. I. P. R.) zugrunde, nach denen sich die Sachverständigengruppe im wesentlichen gerichtet hat.

Eine gewisse Schwierigkeit ergab sich daraus, daß eine offizielle Ausgabe der Berichte über die letzten Sitzungen der C. I. P. R. noch nicht vorliegt und auch vor Ende des Sommers nicht erscheinen wird. Immerhin hat die Gruppe aus den verschiedenen Vorschlägen, die der Anlaß zu den neuesten Arbeiten der C. I. P. R. gewesen sind, Anregungen schöpfen können.

Alle diese Erkenntnisse und Erfahrungen haben als Grundlage für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes gedient.

Begründung

Die Notwendigkeit, Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen festzulegen, steht außer Frage; der Wissenschaftliche Ausschuß der UNO erklärt in seinem letzten Bericht, daß jede Maßnahme zur Eindämmung der Strahlenwirkungen auf die Bevölkerung dazu beiträgt, die Gesundheit des Menschen zu erhalten.

I.

Im *ersten Kapitel*, das den Titel „Allgemeines und Erläuterungen“ trägt, werden die Gründe aufgezählt, welche die Aufstellung von Grundnormen rechtfertigen, nämlich die Risiken, die bei einer Exposition gegenüber ionisierenden Strahlungen gegeben sind, die sie bestimmenden physikalischen und biologischen Faktoren sowie die verschiedenen Faktoren, die bei der Anwendung der Normen eine Rolle spielen, nämlich die Strahlungsquellen, deren Wirkung die Menschheit ausgesetzt ist, der im wesentlichen vorbeugende Charakter des Strahlenschutzes, die Begründung der Festsetzung von höchstzulässigen Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen oder nicht beruflich strahlenexponierte Personen, die erforderlichen Kontrollen und das geplante Aufsichtssystem.

Im Text dieses Kapitels werden außerdem einige Erläuterungen gegeben, die dem besseren Verständnis der Normen in ihrer ganzen Tragweite dienen sollen.

II.

Das *zweite Kapitel* ist den eigentlichen Grundnormen gewidmet. Dabei hat man sich an einen Plan gehalten, der sich an die Bestimmungen des Artikels 30 des Vertrages anlehnt.

1. Titel I bestimmt den Anwendungsbereich, d. h. die Fälle, in denen die Normen anzuwenden sind, und die Fälle, in denen hiervon abgesehen werden kann, wenn man die Beachtung strenger Vorschriften nicht unnötig oder übermäßig ausdehnen will.
2. Titel II bezieht sich auf die im Buchstaben a des Artikels 30 erwähnten „zulässigen Höchstdosen, die ausreichende Sicherheit gewähren“, und Titel III auf die „Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen und für schädlichen Befall“ gemäß Buchstabe b.

Die vorgeschlagenen Normen sehen Grundvorschriften für beruflich strahlenexponierte Personen, höchstzulässige Dosen für besondere Bevölkerungsgruppen, die als nichtberuflich strahlenexponiert gelten, und eine Dosis für die Gesamtbevölkerung vor. Die letztgenannte Dosis ist unter Berücksichtigung der genetischen Risiken berechnet, wobei unter Abwägung im Verhältnis

zur Gesamtbevölkerung auch den höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen für beruflich strahlenexponierte Personen oder nicht beruflich strahlenexponierte Personen Rechnung getragen wird; sie sichert die Bevölkerung gleichzeitig gegen die somatischen Risiken.

Die Normen tragen der Bestrahlung von außen und der Bestrahlung von innen Rechnung. Für die beruflich oder nichtberuflich strahlenexponierten Personen lassen sie den natürlichen Strahlenpegel und die bei ärztlichen Untersuchungen oder ärztlicher Behandlung verabfolgte Bestrahlung außer acht.

Für Fälle einer außergewöhnlichen gewollten oder zufälligen Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen sind ebenfalls höchstzulässige Dosen vorgesehen.

3. Titel III setzt die zulässigen Grenzwerte für Exposition und Kontamination fest. Die zulässige Exposition bzw. Kontamination wird durch die Bestrahlung von außen und die Konzentration von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser und in der Atemluft bestimmt, die nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnis dem einzelnen und der Bevölkerung unter gegebenen Voraussetzungen die höchstzulässige Dosis zuführen.
4. In Titel IV und V werden die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Beschäftigten und der Bevölkerung festgelegt. Die Beachtung der zulässigen Dosen und der zulässigen Exposition und Kontamination erfordert die Festsetzung von Richtlinien für die Organisation des Gesundheitsschutzes beruflich strahlenexponierter Personen und des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung. Zu den fundamentalen Grundsätzen des Gesundheitsschutzes gehören eine physikalische Kontrolle und eine ärztliche Kontrolle, die eng miteinander verknüpft sind und deren Aufgabe es ist, die Beachtung a) der „zulässigen Höchstdosen, die ausreichende Sicherheit gewähren“, und b) der „Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen und für schädlichen Befall“ zu gewährleisten; damit wird insbesondere dem Buchstaben c des Artikels 30 des Vertrages Rechnung getragen, der die „ärztliche Überwachung der Arbeitskräfte“ betrifft.
5. Als Anhang zum zweiten Kapitel werden die zur Auslegung der Normen erforderlichen Tabellen herausgegeben. Die Zahlenwerte können gegebenenfalls geändert werden, ohne daß deshalb der Text der Normen geändert werden muß.

III.

Das *dritte Kapitel* faßt die Definitionen zusammen, die für die Auslegung des Textes bestimmt sind

und genau angeben, in welchem Sinne einige Begriffe im vorliegenden Dokument gebraucht werden.

*

Der Text ist also wie folgt gegliedert:

Kapitel I — Allgemeines und Erläuterungen

Es ist folgende Gliederung zugrunde gelegt worden:

1. Risiken bei der Einwirkung ionisierender Strahlungen.
2. Auswirkungen der Strahlungen auf den Menschen: somatische und genetische Auswirkungen.
3. Physikalische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken
 - a) Art und Energie der ionisierenden Strahlungen;
 - b) Verhältnis zwischen Strahlendosis und ihrer biologischen Wirkung. Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit;
 - c) Einfluß der zeitlichen Verteilung der Dosen;
 - d) Einfluß des Volumens des bestrahlten Gewebes;
 - e) Modalitäten der Bestrahlung: Bestrahlungen von außen oder von innen.
4. Biologische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken
 - a) Strahlenempfindlichkeit und Radiotoxizität — Kritische Organe;
 - b) Teilbestrahlung und Ganzbestrahlung;
 - c) Einfluß des Charakters der am Menschen festgestellten biologischen Auswirkungen.
5. Strahler
 - a) Natürlicher Strahlenpegel
 - b) Künstliche Strahler
 1. Verwendung von Röntgenstrahlen zu medizinischen, technischen oder industriellen Zwecken;
 2. Verwendung radioaktiver Stoffe, insbesondere in Forschungslaboratorien, in der Medizin und in der Industrie (abgeschlossene und offene Strahler);
 3. Atomanlagen;
 4. Teilchenbeschleuniger.
6. Notwendigkeit, höchstzulässige Dosen und sonst höchstzulässige Expositionen und Kontaminationen festzusetzen.
7. Notwendigkeit, die für die Festsetzung höchstzulässiger Dosen in Betracht kommenden Personengruppen zu bestimmen.
8. Notwendigkeit einer physikalischen Kontrolle und einer ärztlichen Kontrolle. Kontrollbereiche und Überwachungsbereiche — Interventionsgebiet.
9. Notwendigkeit einer Aufsicht.

Kapitel II — Grundnormen

Dieser Abschnitt enthält die eigentlichen Vorschriften und gliedert sich in nachstehende Titel:

1. Titel I — Anwendungsbereich
2. Titel II — Höchstzulässige Dosen
3. Titel III — Höchstzulässige Exposition und Kontaminationen
4. Titel IV — Gesundheitsschutz der Beschäftigten
5. Titel V — Gesundheitsschutz der Bevölkerung
6. Anhänge

Kapitel III — Definitionen

Dieses Kapitel enthält die Definitionen, die dem besseren Verständnis der praktischen und technischen Bedeutung der verwendeten Begriffe dienen sollen.

*

Die Grundnormen für den Gesundheitsschutz, welche die Sachverständigengruppe vorschlägt, entsprechen dem derzeitigen Stand unserer Erkenntnis; die außerordentliche und rasche Entwicklung der Kernwissenschaften erfordert in immer stärkerem Maße eine vertiefte Erforschung der komplexen Probleme der biologischen Wirkung ionisierender Strahlungen.

Unsere fortschreitende Erkenntnis, die laufenden Forschungen, die neuen Anwendungsmöglichkeiten für Kernenergie wie z. B. ihre Verwendung als Antriebskraft und die genaue Abschätzung der Risiken werden wahrscheinlich über kurz oder lang Änderungen in den jetzt aufgestellten Normen erforderlich machen. Der Euratomvertrag sieht auch in Artikel 32 vor, daß „die Grundnormen auf Antrag der Kommission oder eines Mitgliedstaates nach dem Verfahren des Artikels 32 überprüft oder ergänzt werden können. Die Kommission hat jeden von einem Mitgliedstaat gestellten Antrag zu prüfen.“

Im übrigen sind einige der im vorliegenden Dokument enthaltenen Definitionen noch umstritten, insbesondere einige physikalische Begriffe, Einheiten, Größen und Symbole. Es ist zweifellos erforderlich, so rasch wie möglich eine Angleichung auf internationaler Ebene herbeizuführen und eine einheitliche Fachsprache auf dem Kerngebiet festzulegen, wie dies in Artikel 8 des Euratomvertrags ausdrücklich vorgesehen ist.

*

Der vorliegende Text der Grundnormen hält sich im Rahmen der in Artikel 30 des Vertrags vorgezeichneten Grenzen. Trotzdem müssen noch einige weitere Punkte, die mit der Anwendung der Grundnormen und dem Gesundheitsschutz eng zusammenhängen, zum Gegenstand ergänzender Vorschriften gemacht werden.

Insbesondere müssen

1. auf Grund der Artikel 35, 36 und 38 des Vertrages Bestimmungen für die Praxis erlassen

werden, welche die Beachtung der vorliegenden Normen gewährleisten, soweit es sich um atmosphärische, flüssige oder feste radioaktive Abfälle handelt;

2. auf Grund des Artikel 33 „geeignete Rechtsvorschriften“ erlassen werden, „um die Beachtung der festgesetzten Grundnormen sicherzustellen“ sowie „die für den Unterricht, die Erziehung und Berufsausbildung erforderlichen Maßnahmen“ ergriffen werden.

Durch entsprechende Vorschriften müssen die erforderlichen Grundlagen festgelegt werden:

- a) für die Ausbildung qualifizierter Kräfte, die den mit der Beachtung der Grundnormen beauftragten Schutzdienst durchführen, überwachen und beaufsichtigen;
- b) für die Schaffung von Laboratorien und Einrichtung von Lehrgängen zur Ausbildung von Fachkräften und Durchführung von Forschungsmaßnahmen;
- c) für die erforderliche Koordinierung in Fragen der Dosimetrie und der Maßsysteme „zur einheitlichen Abstimmung der anzuwendenden Vorschriften“.

3. Um im Sinne des Artikels 8 möglichst rasch zu einer internationalen Angleichung und zur Schaffung einer einheitlichen Fachsprache auf dem Kerngebiet zu kommen, müssen auch für das spezielle Gebiet des Gesundheitsschutzes Vorschriften erlassen werden über die Normung der Instrumente und vor allem der Methoden und der Ausdrucksweise für Ergebnisse physikalischer Bestimmungen und biologischer Untersuchungen.
4. Die Beförderung radioaktiver Stoffe und die Verwendung von Kernenergie als Antriebskraft werfen ganz besondere Probleme für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten auf, die den Erlaß besonderer Vorschriften zur Beachtung der vorliegenden Normen erfordern.

KAPITEL I

Allgemeines und Erläuterungen

1. Risiken bei Einwirkung ionisierender Strahlungen

- 1.1. Die ionisierenden Strahlungen bewirken durch Energieübertragung Veränderungen in der inneren Struktur der lebenden Materie; sie beeinträchtigen auf diese Weise deren Stoffwechsel und können bei zu starker, zu langer oder zu häufiger Einwirkung schwerwiegende Folgen für Gesundheit und Leben des Menschen haben und wegen ihrer Einwirkung auf die Keimdrüsen die Nachkommenschaft in Mitleidenschaft ziehen.
- 1.2. Die biologischen Auswirkungen der Strahlungen sind, abgesehen von ihren erheblichen Fol-

gen im Bereich der Keimdrüsen, durch zwei Besonderheiten gekennzeichnet:

- a) Da die Strahlungen von den Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden, wird die befallene Person durch nichts auf eine gegebenenfalls schädliche Einwirkung aufmerksam gemacht;
- b) es vergeht meist eine längere Latenzzeit, die sich über Jahrzehnte erstrecken kann, bevor die ersten Schäden auftreten.

2. Auswirkungen der Strahlungen auf den Menschen

Für den Menschen, der ionisierenden Strahlungen ausgesetzt ist, kommen zweierlei biologische Auswirkungen in Betracht: Einmal die somatischen Auswirkungen, die das bestrahlte Individuum selbst betreffen, und sodann die genetischen Auswirkungen, die seine Nachkommenschaft betreffen.

2.1. Somatische Auswirkungen

Die Einwirkung der ionisierenden Strahlungen im Bereich der Gewebe und Organe (insbesondere der kritischen Organe) führt bei der bestrahlten Person zu mehr oder weniger ernststen Störungen; diese können sofort auftreten, latent sein oder sich erst später bemerkbar machen. Zu den sich erst später bemerkbar machenden Auswirkungen einer überstarken kumulierten Dosis sind Krebs- und chronische Bluterkrankungen zu zählen.

Es ist im übrigen statistisch erwiesen, daß schwache, aber häufig wiederholte oder ununterbrochen empfangene Dosen bei Tieren die durchschnittliche Lebensdauer verringern. Ob für den Menschen das gleiche gilt, kann bisher noch nicht mit Sicherheit gesagt werden; das Problem wird zur Zeit noch untersucht.

Die angeborenen Mißbildungen infolge ionisierender Strahleneinwirkung auf den Embryo, dessen in der Entwicklung begriffene Gewebe besonders empfindlich sind, gehören zu den somatischen Auswirkungen und sind in keiner Weise erblich; lediglich ein etwaiger Befall der Keimdrüsen im embryonalen Zustand kann genetische Folgen haben.

Die somatischen Auswirkungen sind je nach Höhe der Dosis und je nach dem zeitlichen Abstand der Bestrahlungen bis zu einem gewissen Grade reversibel; die Wiederherstellung des geschädigten Gewebes kann durch den Organismus selbst bewirkt werden, und zwar innerhalb der befallenen Zellen selbst oder dadurch, daß die befallenen Zellen durch gesunde Zellen ersetzt werden.

Die Möglichkeit einer Wiederherstellung des Gewebes ist insbesondere im Falle der sofort auftretenden Schäden nachgewiesen. Aber auch in diesem Falle tritt keine vollständige Wiederherstellung ein. Im übrigen kumulieren sich die

Auswirkungen schwacher, jedoch häufig wiederholter Dosen bis zu einem bestimmten Grade in den Geweben des Organismus. Diese Kumulierung ist bei den retardierten Auswirkungen von besonderer Bedeutung. Ob es bei den retardierten Auswirkungen oder wenigstens bei einigen von ihnen eine Schwellendosis gibt, ist stark umstritten. Für den Strahlenschutz muß daher angesichts der Tatsache, daß sich die Strahlungen nicht vollständig ausschalten lassen, der Grundsatz gelten, daß jede Strahlenexposition auf ein Mindestmaß zu begrenzen ist.

2.2. Genetische Auswirkungen

Die ionisierenden Strahlungen können beim Auftreffen auf die Fortpflanzungszellen eines Menschen die Struktur der in den Zellen enthaltenen Gene verändern und so zu erblichen Mutationen führen. Da fast alle Mutationen als schädlich gelten, bedeutet die Einwirkung ionisierender Strahlungen eine nicht unerhebliche Gefährdung der Nachkommenschaft.

Da Mutationen als irreversibel gelten, haben die Energiedosen kumulative Wirkung. Nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse kann hinsichtlich der genetischen Auswirkungen keine Dosis als unschädlich gelten.

Die auf diese Weise hervorgerufenen Mutationen folgen dem Vererbungsgesetz im Zusammenspiel der beiden folgenden Möglichkeiten: Ausdehnung der genetischen Auswirkungen auf die Gesamtbevölkerung (selbst wenn nur eine beschränkte Gruppe strahlenexponiert ist) und natürliche Ausmerze. Außerdem spielen beim Entstehen der beim Menschen beobachteten Mutationen, deren Erfassung nur auf statistischem Wege für die Gesamtbevölkerung möglich ist, außer Strahlungen noch andere Faktoren eine Rolle, deren Bedeutung im einzelnen noch sehr wenig bekannt ist.

Bei der Beurteilung der genetischen Folgen der Einwirkung neuer Strahlenquellen auf den Menschen wäre daher ein globaler Gewichtungsfaktor einzusetzen, und es müßten zugleich mit dem Risiko auch die Vorteile in Betracht gezogen werden, die der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit aus der friedlichen Verwendung der Atomenergie erwachsen. Man muß daher eine auf die Gesamtbevölkerung bezogene Bestrahlungsdosis festlegen, die vom genetischen Standpunkt aus noch zulässig ist, da sie die Gesamtbelastung, die für die Mutation bestimmend ist, nur ganz geringfügig erhöht. Dies setzt voraus, daß die Gesamtheit der beruflich bestrahlten Personen nur einen sehr geringen Prozentsatz der Gesamtbevölkerung ausmacht, was augenblicklich auch der Fall ist.

Es ist schließlich zu berücksichtigen, daß genetische Auswirkungen nur bei den noch im Fortpflanzungsalter stehenden Personen zu befürchten sind.

3. Physikalische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken

3.1. Art und Energie der ionisierenden Strahlungen

Wie tief die einfallende Strahlung in das Gewebe eindringt und wie groß ihre Auswirkungen sind, hängt von der Energie der Strahlung ab sowie davon, ob es sich um Korpuskular- oder Wellenstrahlen handelt.

Zwischen der Dosis und der Zahl der im Gewebe gebildeten Ionen besteht eine unmittelbare Beziehung. Der Absorptionsprozeß vollzieht sich in der Weise, daß sich die Ionisationen nicht symmetrisch in der lebenden Materie verteilen, sondern sich innerhalb einer mehr oder weniger großen Reichweite im Gewebe häufen. Die schädliche Wirkung hängt von der linearen Dichte der innerhalb der Reichweite der ionisierenden Strahlungen erzeugten Ionisationen ab und nimmt mit ihr zu: Die von Alphateilchen erzeugten Ionisationen sind z. B. auf einer winzig kleinen Strecke gehäuft, und die durch sie hervorgerufenen Schäden sind stark konzentriert und besonders schwer, während sich bei Röntgenstrahlen von großer Energie oder bei Gammastrahlen die Ionisationen auf eine weit größere Strecke verteilen. Für ein und dieselbe Energiedosis ist daher die räumliche Verteilung der Ionisationen ein wichtiger Faktor für die biologische Auswirkung. Ein als „Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit“ (RBW) bezeichneter Koeffizient für die verschiedenartigen Strahlungen ermöglicht es, dieser Tatsache Rechnung zu tragen und die schädliche Auswirkung der Strahlungen unter Berücksichtigung ihres physikalischen Charakters zu berechnen.

3.2. Verhältnis zwischen Strahlungsdosis und ihrer biologischen Auswirkung

Die Gesamtmenge an Energie, die von der Strahlung an das von ihr durchsetzte lebende Gewebe abgegeben wird, ist ein wesentlicher Risikofaktor; die biologische Auswirkung nimmt mit ihr zu.

3.2.1. Dosen und biologische Auswirkungen

Die von den Strahlungen hervorgerufenen Auswirkungen hängen ab:

- von der Menge der an dem jeweiligen Punkt absorbierten Energie (absorbierte Dosis oder Energiedosis);
- von den spezifischen Eigenschaften der betreffenden Strahlung, die durch den Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW) gekennzeichnet sind.

3.2.2. Energiedosis

Die Energiedosis wird in „rad“ ausgedrückt. Der Wert der Energiedosis kann bestimmt werden:

- durch unmittelbare Messung;
- bei Röntgen- und Gammastrahlen bis zu 3 MeV durch Messung der Expositions-

dosis in Röntgen, wobei diese Faktoren, die von der Strahlungsenergie und der jeweiligen Materie abhängen, entsprechend berücksichtigt werden müssen;

c) an Hand des Teilchenflusses.

3.2.3. RBW-Dosis und Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW)

Die als „RBW-Dosis“ bezeichnete biologische Wirkungsdosis ist das Produkt aus der Energiedosis in „rad“ und dem RBW-Faktor. Dieser Faktor hängt von der Art der Strahlungen und ihrer Energie ab. Die RBW-Dosis wird in „rem“ ausgedrückt.

Im vorliegenden Dokument versteht man unter Dosis die „RBW-Dosis“, ausgedrückt in „rem“.

3.3. Zeitliche Verteilung der Bestrahlungen

Die somatischen Auswirkungen der Bestrahlungen sind verschieden, je nachdem, ob die Energiedosis auf einmal (Einzeitbestrahlung) oder während aufeinanderfolgender, zeitlich gestaffelter Expositionen verabfolgt wird (fraktionierte Bestrahlung).

Diese Auffassung stützt sich auf die Tatsache, daß sich das befallene Gewebe in der Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bestrahlungen von den verursachten Schäden ganz oder teilweise erholen kann.

Handelt es sich um eine einmalige Dosis, so sind deren Auswirkungen verschieden, je nachdem, ob sie innerhalb sehr kurzer Zeit oder während einer länger anhaltenden Bestrahlungszeit verabfolgt worden ist.

3.4. Einfluß des Volumens des bestrahlten Gewebes

Das Risiko ist um so größer, je stärker die Integraldosis ist.

3.5. Modalitäten der Bestrahlung: Bestrahlung von außen oder von innen

Bei der Ermittlung der Auswirkungen der Bestrahlungen muß zwischen folgendem unterschieden werden:

— *Bestrahlung von außen*, bei der sich der Strahler außerhalb des Organismus befindet. In diesem Fall spielen die Entfernung zwischen dem Strahler und dem Organismus sowie die Eindringtiefe und die Verteilung der Strahlungen im Organismus eine entscheidende Rolle;

— radioaktiver Kontamination, bei der die Strahler mit dem Gewebe in Berührung sind; es handelt sich hierbei entweder um äußere Kontamination der Haut oder um eine Kontamination durch radioaktive Stoffe, die auf verschiedenen Wegen ins Innere des menschlichen Körpers gelangt sind: über die Atemwege, den Verdauungstrakt, durch die Haut usw. ... (Inkorporation). In letzterem Fall

ist die Bestrahlung in erster Linie an die effektive Halbwertszeit des Radionuklids gebunden; die Verteilung des Nuklids im Körper und in den verschiedenen Organen und die Wichtigkeit des befallenen Organs für den Gesamthaushalt des Körpers spielen daher bei der durch Inkorporation hervorgerufenen *Bestrahlung von innen* eine entscheidende Rolle.

Trotzdem darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Auswirkungen der Bestrahlung von innen und der Bestrahlung von außen sich in allen Fällen addieren. Dieser Tatsache muß bei der Ermittlung der empfangenen Dosen und bei der Festsetzung der höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen im Falle kombinierter Bestrahlungen Rechnung getragen werden.

4. Biologische Gegebenheiten als bestimmende Faktoren für die Art der Risiken

4.1. Strahlenempfindlichkeit und Radiotoxizität — Kritische Organe

Die Gewebe und Organe des menschlichen Körpers sind gegenüber der Einwirkung von Strahlungen nicht gleich empfindlich. Zu den strahlenempfindlichsten sind die Keimdrüsen, die blutbildenden Organe, die Haut, die Darmschleimhaut, die Augenlinsen und die Gewebe im Embryonalzustand zu zählen. Diejenigen Gewebe und Organe, die infolge ihrer Strahlenempfindlichkeit und auf Grund der Bestrahlungsbedingungen (räumliche Verteilung, Konzentration radioaktiver Stoffe in bestimmten Organen) besonders exponiert sind und deren Befall zu den größten Schädigungen des Organismus führt, nennt man kritische Gewebe und Organe. Eine Begrenzung der von diesen Organen empfangenen Dosen ist besonders wichtig.

Bei einer Ganzbestrahlung des Körpers von außen gelten die blutbildenden Organe, die Keimdrüsen und die Augenlinsen als kritische Organe.

Führt jedoch eine Bestrahlung von außen infolge ihres geringen Eindringens zu einer auf die Außenschichten des Körpers begrenzten Einwirkung, so wird die Haut zum kritischen Organ.

Für die Strahlenwirkung inkorporierter radioaktiver Stoffe sind deren physikalische und chemische Eigenschaften bestimmend. Die chemische Beschaffenheit der radioaktiven Stoffe bestimmt deren Verteilung in den Organen des Körpers; die Reichweite der von ihnen ausgesandten Strahlungen bestimmt ihren Wirkungsbereich. Diese Faktoren zusammengenommen bestimmen die relative Radiotoxizität.

4.2. Teilbestrahlung und Ganzbestrahlung

Bei Ganzbestrahlung wird der gesamte Körper in Mitleidenschaft gezogen, das Risiko ist daher hier besonders groß.

Teilbestrahlung ist im allgemeinen weniger schädlich und bietet eher Aussicht auf Wiederherstellung. Das Risiko ist in diesem Falle um so größer, je stärker die Integraldosis ist.

4.3. Art der am Menschen festgestellten biologischen Auswirkungen

Im vorstehenden war von zwei Arten von biologischen Auswirkungen die Rede: den somatischen und den genetischen.

Während für die somatischen Auswirkungen die während des ganzen Lebens bis zu dem jeweiligen Alter kumulierten Dosen maßgeblich sind, spielen bei den genetischen Auswirkungen lediglich die bis zum Ende des Fortpflanzungsalters kumulierten Dosen eine Rolle. Zur Errechnung der für die genetischen Auswirkungen in Betracht kommenden Dosis sind die bis zu einem bestimmten Alter empfangenen Dosen zu gewichten, wobei die für dieses Alter bestehende Fortpflanzungswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden muß. In der Praxis wird von einem durchschnittlichen Fortpflanzungsalter von 30 Jahren ausgegangen.

Außerdem ist zu beachten, daß für die Größe des Risikos ebenfalls bestimmend ist, wie der Körper auf die Schädigung reagiert. (Zerstörung, Wiederherstellung, Wucherung).

5. Strahler

Die Menschheit ist heute der Einwirkung verschiedener Strahler ausgesetzt, wobei unterschieden wird zwischen:

- a) dem natürlichen Strahlenpegel,
- b) den künstlichen Strahlern.

5.1. Natürlicher Strahlenpegel (background radiation)

Die natürliche Bestrahlung rührt her von den kosmischen Strahlen sowie den im Bereich der Erdkruste, der Ozeane und der Atmosphäre in unmittelbarer Nähe des Bodens vorhandenen natürlichen radioaktiven Stoffen.

Es handelt sich um eine Bestrahlung, die sowohl von außen als auch von innen erfolgt. Letztere ist auf das Vorhandensein radioaktiver Stoffe im Innern des Körpers zurückzuführen, die — wie das Radiokalium und der Radio-kohlenstoff — natürliche Bestandteile des Organismus oder — wie Radium — äußeren Ursprungs sind.

Der natürliche Strahlenpegel ist an jeder Stelle der Erde je nach Bodenbeschaffenheit und Höhenlage verschieden. Zudem gibt es ihn schon so lange, wie die Menschheit existiert.

Für die Bestimmung der höchstzulässigen Dosen und Konzentrationen bleibt er daher außer Betracht.

5.2. Künstliche Strahler

Diese sind sehr verschiedenartig, und ihre relative Bedeutung ist ständigen Veränderungen unterworfen. Sie wird z. Z. im wesentlichen durch folgende Faktoren bestimmt:

1. die zunehmende Verwendung der Röntgenstrahlen zu medizinischen, technischen oder wissenschaftlichen Zwecken;
2. die Zunahme der Verwendungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe, insbesondere in Forschungslaboratorien, in der Medizin und in der Industrie;
3. die unablässigen Fortschritte auf dem Gebiet der Freisetzung von Kernenergie zur Verwendung für friedliche Zwecke.

Die Gefahren, die dadurch entstehen, daß Spaltprodukte aus Kernexplosionsversuchen in der Erdatmosphäre verbreitet werden, seien nur am Rande erwähnt.

5.2.1. Verwendung von Röntgenstrahlen zu medizinischen, technischen oder industriellen Zwecken

Bei ihrer Verwendung entsteht die Gefahr einer Bestrahlung von außen, und zwar sowohl für die mit den Strahlen umgehende Person als auch — bei Verwendung zu medizinischen Zwecken — für den Kranken, der einer Untersuchung oder Behandlung unterzogen wird.

Ist der Schutz unzureichend oder erfährt er eine Beeinträchtigung, so kann die Gefährdung auch auf die unmittelbare Nachbarschaft übergreifen.

Durch die sehr weitgehende Ausdehnung der radiologischen Untersuchungen auf einen ständig größer werdenden und jetzt schon ansehnlichen Teil der Bevölkerung entstehen genetische Gefahren, die ein Problem bilden, das nicht außer acht gelassen werden darf.

5.2.2. Verwendung radioaktiver Stoffe, insbesondere in Forschungslaboratorien, in der Medizin und in der Industrie

Es handelt sich hier um Verwendungsmöglichkeiten, deren Entwicklung in vollem Gange ist. Die Risiken sind verschieden, je nachdem, um welche Art von Strahlern es sich handelt:

- 5.2.2.1. **Abgeschlossene Strahler**, die Bestrahlungen von außen hervorrufen. Unter normalen Verwendungsbedingungen können abgeschlossene Strahler keine Kontaminationsgefahr bilden. Sie können jedoch ein akzidentelles Eventualrisiko im Hinblick auf eine durch Verstreuung des Strahlers und ein etwaiges Undichtwerden oder Zerbrennen seiner Umhüllung zurückzuführende Bestrahlung von innen darstellen. In diesen Fällen verhalten sie sich wie offene Strahler;
- 5.2.2.2. **offene Strahler**, die Bestrahlungen von außen, Bestrahlungen von innen oder

beides zugleich hervorrufen. Die Tatsache, daß sich offene Strahler in ihrer Umgebung verbreiten können, ohne daß ihre Verstreuung kontrolliert werden kann, stellt im Hinblick auf die dadurch bewirkte Kontamination von Örtlichkeiten und Personen ein zusätzliches Risiko dar.

5.2.3. Atomanlagen

Bei Atomanlagen (Reaktoren, Atomkraftwerken, Betrieben für chemische Aufbereitung und Aufarbeitung usw.) bestehen sowohl die bei geschlossenen als auch die bei offenen Strahlern gegebenen Risiken, wozu erschwerend noch hinzukommt, daß selbst bei normalen Betriebsverhältnissen gewaltige Mengen an Energie und radioaktiven Stoffen zum Einsatz kommen. Die Möglichkeit von Unfällen kann nicht restlos ausgeschaltet werden. Um den Schutz der Beschäftigten während des normalen Betriebs und den Schutz der benachbarten Bevölkerung bei einem Unfall zu gewährleisten, müssen bei der Erstellung der Pläne und beim Bau der Anlagen die Risiken berücksichtigt werden, die sich für mehr oder weniger große Bevölkerungsteile ergeben. Für den Einsatzfall müssen Interventionseinrichtungen zur Verfügung stehen.

Unter normalen Betriebsverhältnissen bilden der Umgang mit radioaktiven Abfällen sowie deren vorübergehende Lagerung und ihre Beiseiteschaffung große Probleme, für die noch keine restlos befriedigende Lösung gefunden worden ist.

Durch das Beiseiteschaffen von Abfällen entsteht u. a. für die Gesamtbevölkerung die Gefahr einer Kontamination des Ernährungskreislaufs, die nicht unterschätzt werden darf. Wenn auch noch weitere Forschungen nötig sind, so ist es doch an Hand der jetzt schon verfügbaren Daten, insbesondere was das Trinkwasser und die Atemluft anlangt, möglich, mit hinreichender Sicherheit die entsprechenden Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung zu treffen.

5.2.4. Teilchenbeschleuniger

Die Teilchenbeschleuniger (Betatrone, Linearbeschleuniger, Zyklotrone, Synchrotrone usw. . .) können, je nach der aufgewandten Energie, bedeutende Strahlungsmengen von besonders starkem Durchdringungsvermögen erzeugen und zur Entstehung radioaktiver Elemente an Ort und Stelle führen. Bei ihrer Verwendung muß den Schutzvorkehrungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

6. Höchstzulässige Dosis

Jeder Mensch ist während seines Lebens der durch den natürlichen Strahlenpegel bedingten Bestrahlung ausgesetzt. Der Umfang dieser Bestrahlung

und ihr Einfluß auf die natürliche Entwicklung des Menschengeschlechts sind noch wenig bekannt. Jede vom Menschen erzeugte künstliche Bestrahlung, die zum natürlichen Strahlenpegel hinzukommt, kann schädliche Wirkungen haben.

Da der heutige Stand unserer Zivilisation und die Bedürfnisse der Menschheit den Einsatz künstlicher ionisierender Strahler unvermeidlich machen, müssen geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden, damit die Auswirkung der so hervorgerufenen zusätzlichen Bestrahlungen im Rahmen eines erträglichen Risikos bleibt; insbesondere müssen die höchstzulässigen Dosen bestimmt werden.

Seit vor einigen Jahrzehnten erstmalig auf internationaler Ebene die Festlegung höchstzulässiger Dosen empfohlen wurde, sind diese wiederholt herabgesetzt worden, da sich inzwischen die Kenntnis hinsichtlich der Möglichkeiten für das Entstehen von Schäden ständig vertieft hat und in der Anwendung von Schutzmaßnahmen technische Fortschritte erzielt worden sind.

Die höchstzulässigen Dosen lassen die natürliche Bestrahlung außer Betracht, die von der Gesamtbevölkerung seit jeher empfangen wird und auf die keine Einwirkung möglich ist; zudem ist sie ja nach Bodenbeschaffenheit und Höhenlage verschieden.

Auch die vom Patienten bei ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen empfangenen Bestrahlungen werden bei den höchstzulässigen Dosen außer Betracht gelassen; die Anwendung von Strahlen bestimmt sich in vielen Fällen nach medizinischen Gesichtspunkten. Die empfangene Dosis ist also hier als unentbehrlich zu betrachten, und sie kann bei der Ermittlung der höchstzulässigen Dosen nicht berücksichtigt werden.

Dennoch spielen bei der Errechnung der von der Gesamtbevölkerung empfangenen Gesamtdosis die Bestrahlungen zu medizinischen Zwecken eine große Rolle; obgleich die Verwendung ionisierender Strahlungen zu ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen ausschließlich in die Zuständigkeit der Medizin fällt, müssen die Ärzte doch auf diese Tatsache hingewiesen und es muß von ihnen gefordert werden, daß sie alles tun, damit die bei diagnostischen Untersuchungen von den Keimdrüsen vor Ende des Fortpflanzungsalters empfangene Dosis niedrig gehalten wird, ohne daß deshalb auf die Nutzung der Errungenschaften der Radiologie für die praktische Medizin verzichtet zu werden braucht.

Der Strahlenschutz muß in der Hauptsache vorbeugender Art sein, da die Strahlungen nicht wahrgenommen werden und ihre Auswirkungen erst später in Erscheinung treten. In allen Fällen muß die Bestrahlung exponierter Personen auf ein Mindestmaß beschränkt werden; zudem ist es wichtig, daß die Zahl der exponierten Personen begrenzt wird.

Der Strahlenschutz soll sich im wesentlichen auf folgende Maßnahmen stützen:

- a) Festsetzung von höchstzulässigen Dosen für den Einzelnen und für die Gesamtbevölkerung;

- b) Begrenzung der Bestrahlungen von außen, was im wesentlichen durch einwandfreie Abschirmung der Strahler, räumliches Fernhalten und Begrenzung der Expositionsdauer erreicht wird;
- c) Begrenzung der Gefahren einer Kontamination der Luft, des Wassers, des Bodens und des Ernährungskreislaufs, was im wesentlichen durch eine Kontrolle der radioaktiven Abfälle erreicht wird;
- d) Einführung von Betriebsvorschriften und Gesundheitsregeln;
- e) strenge Überwachung der Arbeitsbedingungen und Kontrolle der Expositionen und Kontaminationen;
- f) Messung der von strahlenexponierten Personen aufgenommenen Dosen (Bestrahlung von außen und von innen), damit die Beachtung der höchstzulässigen Dosen sichergestellt und diesen Personen nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse während ihres ganzen Lebens ein normaler Gesundheitszustand gewährleistet wird.

7. Personengruppen, die für die Festsetzung der höchstzulässigen Dosen in Betracht kommen

Die höchstzulässigen Dosen können nicht für alle Menschen gleich sein, sondern müssen den tatsächlichen Umständen angepaßt werden, unter denen die Kernenergie angewandt wird. Sie werden außerdem verschieden sein, je nachdem ob es sich um die persönliche Sicherheit der beruflich strahlenexponierten Personen oder um Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit mehr oder weniger ausgedehnter Bevölkerungsdichten handelt.

Die Beachtung der höchstzulässigen Dosen für die beiden ersten Personengruppen (beruflich strahlenexponierte Personen und besondere Bevölkerungsgruppen) muß mit der höchstzulässigen Dosis für die Gesamtbevölkerung vereinbar und hinsichtlich ihrer genetischen Auswirkungen noch erträglich sein. Dies setzt voraus, daß die Gesamtheit der beruflich strahlenexponierten Personen sowie die Gesamtheit der besonderen Bevölkerungsgruppen nur einen so geringen Bruchteil ausmacht, daß die Gewichtung der auf diesen Kreis entfallenden Dosen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung nicht zu einer Überschreitung der für die Gesamtbevölkerung geltenden höchstzulässigen Dosis führt.

Man kann zum Beispiel annehmen, daß, wenn 0,7 v. H. der Bevölkerung einer Dosis von 5 rem pro Jahr gemäß der Grundformel 2.1.1. beruflich exponiert wird, die im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogene Dosis etwa 1 rem in 30 Jahren beträgt. Nach dem Bericht der Vereinten Nationen sind in den wirtschaftlich entwickelten Ländern zur Zeit etwa 0,1 v. H. der Bevölkerung beruflich strahlenexponiert.

Ebenso kann man annehmen, daß, wenn z. B. 6 v. H. der Bevölkerung auf Grund ihres Aufenthaltes in der Nachbarschaft der Kontrollbereiche eine Dosis von 0,5 rem pro Jahr empfangen, die im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogene Dosis etwa 1 rem je 30 Jahre beträgt.

7.1. Beruflich strahlenexponierte Personen

In diesem Falle werden im wesentlichen somatische Gefahren in Betracht gezogen. In gewissem Umfang ist die Möglichkeit einer Wiederherstellung gegeben und gestattet die Festsetzung einer während des Berufslebens der betreffenden Person kumulierten höchstzulässigen Dosis. Wird diese Dosis nicht überschritten, so sollte nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse die Gesundheit während des ganzen Lebens keine wahrnehmbare Beeinträchtigung erfahren. Für den Gesundheitsschutz beruflich strahlenexponierter Personen, d. h. solcher, die auf Grund ihres Berufs Strahlern ausgesetzt sind, müssen strenge Maßnahmen ergriffen werden. Bei diesem Schutz ist insbesondere Voraussetzung, daß entsprechende Überwachungseinrichtungen vorhanden sind, um die Beachtung der höchstzulässigen Dosen zu gewährleisten. In dem Bereich, in dem beruflich strahlenexponierte Personen beschäftigt sind (Kontrollbereich), muß eine physikalische Kontrolle durchgeführt werden, die eine Abgrenzung der gefährlichen Bereiche ermöglicht, in denen die Bestrahlung anomale Ausmaße erreichen kann. Neben dieser Gesamtkontrolle sind eine physikalische und eine ärztliche Einzelkontrolle erforderlich; die Messung der von den Beschäftigten empfangenen Dosen bildet zusammen mit den normalen und den außergewöhnlichen ärztlichen Untersuchungen einen wesentlichen Bestandteil des Schutzsystems gegen die schädlichen Strahlenwirkungen.

Wie bereits in Abschnitt 6 erwähnt, bleibt bei den höchstzulässigen Dosen neben der Bestrahlung infolge des natürlichen Strahlenpegels auch die Bestrahlung anlässlich ärztlicher Untersuchungen oder Behandlungen unberücksichtigt. Falls bei beruflich strahlenexponierten Personen die Verwendung von Strahlen zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken medizinisch gerechtfertigt ist, ist eine derartige Exposition angesichts des Nutzens, den die bestrahlte Person daraus erwarten kann, als unumgänglich anzusehen; sie kann nur von persönlichen Faktoren abhängig gemacht werden, die mit dem Gesundheitszustand der betreffenden Person zusammenhängen, und darf bei der Berechnung der höchstzulässigen Dosis für die berufliche Exposition keine Berücksichtigung finden.

7.2. Besondere Bevölkerungsgruppen

Außer den Personen, die beruflich der Wirkung ionisierender Strahler ausgesetzt sind, müssen noch weitere, als „besondere Bevölkerungsgruppen“ bezeichnete Personengruppen bestimmt werden: Diese Personen sind zwar nicht beruflich strahlenexponiert, laufen aber Gefahr, eine Bestrahlung zu empfangen, die die von der Gesamtbevölkerung empfangene durchschnittliche Bestrahlung überschreitet.

Unter diese Gruppen fallen folgende Personen:

- a) Personen, die sich auf Grund ihrer Tätigkeit gelegentlich im Kontrollbereich aufhalten.

Obgleich diese Bestrahlung bisweilen bei Ausübung einer beruflichen Tätigkeit auftreten kann, wird sie doch als nichtberufliche Bestrahlung betrachtet.

- b) Personen, die mit Geräten umgehen, welche ionisierende Strahlen aussenden oder radioaktive Stoffe in solchen Mengen enthalten, daß die von ihnen ausgehenden Strahlungen die für diese Personengruppe höchstzulässige Dosis nicht überschreiten.
- c) Personen, die sich in der Nachbarschaft eines Kontrollbereichs aufhalten und aus diesem Grunde einer Bestrahlung ausgesetzt sein können, die die von der Gesamtbevölkerung empfangene durchschnittliche Bestrahlung überschreitet.

7.3. Gesamtbevölkerung

In dieser Gruppe wird die Gesamtbevölkerung des betreffenden Landes erfaßt.

Infolge der fortschreitenden Zunahme künstlicher Strahler entsteht die Gefahr, daß sich die Strahlungsdosen, die zum natürlichen Strahlungspegel noch hinzukommen, beträchtlich erhöhen. Es ist daher erforderlich, das Expositions-niveau der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit zu ermitteln und unter dem Gesichtspunkt der genetischen Auswirkungen zu begrenzen. Diese genetischen Auswirkungen können nur statistisch ermittelt werden, und zur Errechnung der Dosen müssen die von den unter 7.1. und 7.2. genannten Personengruppen empfangenen Dosen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogen werden. Die auf diese Weise für die Gesamtbevölkerung vorgesehene Höchstdosis sichert sie auch gegen die somatischen Risiken.

8. Notwendigkeit einer Kontrolle

Zur Gewährleistung des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten und der Bevölkerung genügt es nicht, höchstzulässige Dosen, Expositionen und Kontaminationen festzusetzen, es muß auch für deren Beachtung gesorgt werden.

Dies macht eine regelmäßige physikalische und ärztliche Kontrolle erforderlich. Diese Kontrolle ist von befugten Personen oder Organen durchzuführen, die mit geeigneten Geräten ausgestattet sind und über das erforderliche Personal verfügen.

Bei der physikalischen Kontrolle werden alle Faktoren überwacht, die bei irgendeinem Vorgang zu einem Bestrahlungsrisiko für die beruflich oder nichtberuflich strahlenexponierten Personen und für die Bevölkerung führen können. Sie umfaßt unter anderem die Abgrenzung der Gefahrenbereiche, die Überwachung der Anlagen und Meßgeräte, die Ermittlung der Bestrahlung von außen sowie der radioaktiven Kontamination und der empfangenen Dosen und notfalls die Durchführung der Dekontaminationsmaßnahmen.

Im Rahmen der ärztlichen Kontrolle ist für eine entsprechende Auslese bei der Einstellung beruflich

strahlenexponierter Personen sowie für deren normale und außergewöhnliche ärztliche Überwachung Sorge zu tragen. Insbesondere ist auf Grund der empfangenen Dosen eine Gesundheitsbilanz zu erstellen. Außerdem wirkt die ärztliche Kontrollinstanz im Verein mit dem für die physikalische Kontrolle zuständigen Organ bei Vorbeugungsmaßnahmen allgemeiner Art mit.

Für die Durchführung dieser unentbehrlichen Kontrollmaßnahmen werden folgende Unterscheidungen gemacht:

- a) *Kontrollbereiche*: Jede Örtlichkeit des Raumes, in dem sich der Gesundheitsschutz auf die Beachtung von höchstzulässigen Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen gründet. In diesen Bereichen sind eine physikalische Kontrolle und eine ärztliche Kontrolle durchzuführen.
- b) *Überwachungsbereiche*: Jede Örtlichkeit des am Rande eines Kontrollbereichs gelegenen Raums, in dem die ständige Gefahr besteht, daß die für die Gesamtbevölkerung höchstzulässige Dosis überschritten wird, und in dem sich der Strahlenschutz auf die Beachtung derjenigen Dosen gründet, die für die in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs sich aufhaltende besondere Bevölkerungsgruppe festgesetzt worden ist. In diesen Bereichen ist regelmäßig eine physikalische Kontrolle durchzuführen.
- c) *Übriges Staatsgebiet*: Hierunter ist das gesamte Staatsgebiet mit Ausnahme der Kontrollbereiche und der Überwachungsbereiche zu verstehen. Hier sind Kontrollen allgemeiner Art vorzunehmen.

Da die Möglichkeit besteht, daß sich in den Atomanlagen Unfälle ereignen, bei denen Radioaktivität in großer Menge freigesetzt werden könnte, sind Interventionsgebiete vorzusehen, die die Kontrollbereiche und Überwachungsbereiche umfassen und sich auf einen mehr oder weniger großen Teil des übrigen Staatsgebietes erstrecken können. In den Interventionsgebieten sind Einrichtungen zu schaffen, mit deren Hilfe bei einem Unfall sofortige Maßnahmen ausgelöst werden können.

9. Notwendigkeit einer Aufsicht

Bei den vorgesehenen Kontrollmaßnahmen wird vorausgesetzt, daß Aufsichtsorgane, die über qualifizierte Sachverständige verfügen, die durchgeführten Kontrollen überwachen und sich davon überzeugen, daß die Grundnormen und die empfohlenen Schutzmaßnahmen beachtet werden.

KAPITEL II Grundnormen

TITEL I Anwendungsbereich

1. Die vorliegenden Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Beschäftigten

werden erlassen auf Grund des Artikels 30 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) und beziehen sich auf die Verhütung der durch ionisierende Strahlungen bedingten Gefahren, insbesondere derjenigen, die sich bei der Ausnutzung der Kernenergie ergeben.

Die vorliegenden Grundnormen für den Gesundheitsschutz beziehen sich daher auf

- die Herstellung,
- die Bearbeitung,
- die Handhabung,
- die Verwendung,
- den Besitz,
- die Lagerung,
- die Beförderung
- und die Beiseiteschaffung

natürlicher und künstlich radioaktiver Stoffe sowie jede andere Tätigkeit, die mit einer Gefährdung durch ionisierende Strahlen verbunden ist.

2. Im Hinblick auf die Anwendung der vorliegenden Grundnormen ist für jede natürliche oder juristische Person, die eine der unter 1. aufgeführten Tätigkeiten ausübt, eine von den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten zu erteilende Genehmigung erforderlich.

3. Eine offizielle Genehmigung braucht nicht gefordert zu werden:

- a) für Personen, die mit radioaktiven Stoffen umgehen, deren Konzentration weniger als 0,002 Mikrocurie pro Gramm oder deren Gesamtaktivität weniger als 0,1 Mikrocurie beträgt (diese Werte sind für die Radionuklide mit der höchsten Toxizität festgesetzt; sie können unter Berücksichtigung der relativen Radiotoxizität der betr. Nuklide erhöht werden [Tabelle der Anlage I]);
- b) für Personen, die mit typenmäßig von den zuständigen Behörden zugelassenen Apparaten umgehen, die ionisierende Strahlen aussenden, sofern die radioaktiven Stoffe zur Verhinderung jeder Berührung und jedes Entweichens wirksam abgedeckt sind und die Dosisleistung im Abstand von 0,1 m von der Oberfläche des Apparates den Wert von 0,1 Millirem pro Stunde überschreitet.

4. Eine offizielle Genehmigung ist in allen Fällen erforderlich für:

- a) die Verwendung radioaktiver Stoffe zu Heilzwecken;
- b) den Zusatz radioaktiver Stoffe bei der Herstellung von Lebensmitteln, Arzneimitteln, kosmetischen Erzeugnissen und Erzeugnissen zum Gebrauch im häuslichen Bereich;
- c) die Verwendung radioaktiver Stoffe bei der Herstellung von Spielwaren.

TITEL II

Höchstzulässige Dosen

1. Begriffsbestimmungen und Grundsätze

- 1.1. Die Exposition der Personen, die ionisierenden Strahlungen ausgesetzt sind, ist, ebenso wie die Zahl der in dieser Weise exponierten Personen, möglichst niedrig zu halten.
- 1.2. Da sich alle Bestrahlungen von außen und von innen in ihrer Wirkung kumulieren, sind bei der Messung der aufgenommenen Dosis alle Bestrahlungen — gleich welcher Herkunft — einzurechnen und die Bestrahlungen von innen und von außen zu addieren.
- 1.3. Die in Titel II behandelten höchstzulässigen Dosen beziehen sich auf die vom Einzelnen oder der Bevölkerung aufgenommenen Strahlungen mit Ausnahme der Strahlungen des natürlichen Strahlenpegels und der Strahlungen, die bei ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen verabfolgt werden.

Die höchstzulässigen Dosen sind nach dem derzeitigen Stand unserer Erkenntnis festgesetzt worden, um die Gesunderhaltung des Einzelnen und der Bevölkerung mit ausreichender Sicherheit zu gewährleisten.

2. Höchstzulässige Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen

2.1. Ganzbestrahlung des Organismus Grundregeln

2.1.1. Grundformel

Die höchstzulässige Dosis für eine beruflich strahlenexponierte Person eines bestimmten Lebensalters wird nach der Grundregel errechnet:

$$D = 5 (N - 18)$$

$$D = \text{Dosis in rem}$$

$$N = \text{Alter in Jahren}$$

Die Dosis D bedeutet die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommene Dosis.

- 2.1.2. Bei den *Strahlenschutzeinrichtungen* ist von einer durchschnittlichen Dosis von 0,1 rem pro Woche auszugehen.

2.1.3. Zeitliche Verteilung der Dosis

Die während eines beliebigen Zeitraums von 13 aufeinanderfolgenden Wochen (= einem Vierteljahr) kumulierte Höchstdosis darf 3 rem nicht überschreiten.

2.1.3.1. Beschäftigungsbeginn nach dem 18. Lebensjahr

Personen, die erst nach Vollendung des 18. Lebensjahres eine berufliche Beschäftigung

beginnen, können bei Vorliegen zwingender Gründe eine auf einen Zeitraum von 13 aufeinanderfolgenden Wochen verteilte, kumulierte Dosis von 3 rem erhalten, sofern die Grundregel nach 2.2.1. beachtet wird und die im Laufe eines Jahres kumulierte Dosis

$$4 \times 3 \text{ rem} = 12 \text{ rem}$$

niemals überschreitet.

Die Verabfolgung einer Einzeldosis von 3 rem kann nur in Ausnahmefällen zugelassen werden.

Berücksichtigung vorausgegangener Bestrahlungen

- Ist die in der Vergangenheit kumulierte Dosis mit Sicherheit zu bestimmen und bleibt sie unter der Dosis nach der Grundregel gemäß 2.1.1., so können bei Vorliegen zwingender Gründe Dosen nach der Rate von 3 rem/13 Wochen so lange kumuliert werden, wie die nach der Grundregel 2.1.1. für das betreffende Alter höchstzulässige Dosis nicht erreicht ist.
- Ist die in der Vergangenheit kumulierte Dosis nicht mit Sicherheit zu bestimmen, so wird davon ausgegangen, daß sie gleich der Höchstdosis ist, die sich für Personen des betreffenden Alters aus der Grundformel gemäß 2.1.1. ergibt.
- Ist die in der Vergangenheit kumulierte Dosis mit Sicherheit zu bestimmen und entspricht sie den Normen, die zu einer Zeit galten, als die empfohlenen Höchstdosen über den Werten lagen, die sich aus der Formel 2.1.1. ergeben, so wird ebenfalls davon ausgegangen, daß die in der Vergangenheit kumulierte Dosis gleich der höchstzulässigen Dosis ist, die sich für Personen des betreffenden Alters aus der Grundformel gemäß 2.1.1. ergibt.

2.1.3.2. Beschäftigungsbeginn vor dem 18. Lebensjahr

Beruflich strahlenexponierte Personen, die das 18. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, dürfen vor Erreichung dieses Alters keinesfalls eine kumulierte Dosis von über 5 rem pro Jahr empfangen; die bis zum 30. Lebensjahr kumulierte höchstzulässige Dosis wird auf 60 rem festgesetzt.

2.2. Außergewöhnliche gewollte Bestrahlung

Unter außergewöhnlichen Umständen und bei Vorliegen zwingender Gründe ist bei einer gewollten Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen eine Dosis von 12,5 rem zulässig. Diese außergewöhnliche Dosis darf nur einmal im Leben verabfolgt werden; sie wird in die zulässige kumulierte Höchstdosis integriert, die sich für Personen des betreffenden Alters aus

der Grundregel gemäß 2.1.1. ergibt. Der diese höchstzulässige kumulierte Dosis übersteigende Wert bleibt außer Betracht.

2.3. Bestrahlung infolge eines Unfalls

Bei einer durch Unfall verursachten Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen wird eine Dosis zwischen 3 und 25 rem, sofern diese Dosis nur einmal im Leben empfangen wird, in die nach der Grundformel 2.1.1. für das betreffende Alter errechnete höchstzulässige kumulierte Dosis integriert. Der diese höchstzulässige kumulierte Dosis übersteigende Wert bleibt außer Betracht.

2.4. Teilbestrahlung

Überschreitet die bei einer Teilbestrahlung des Organismus von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen insgesamt aufgenommene Dosis nicht die Grenzen, die sich nach der Grundformel gemäß 2.1.1. ergeben, so wird die höchstzulässige Dosis festgesetzt:

- a) bei den von den Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße, Knöchel) aufgenommenen Bestrahlungen von außen auf 15 rem/13 Wochen und 60 rem/Jahr;
- b) bei Bestrahlung von außen, bei der die gesamte Haut betroffen wird, auf 8 rem/13 Wochen und 30 rem/Jahr;
- c) bei Bestrahlungen der inneren Organe mit Ausnahme der blutbildenden Organe, der Keimdrüsen und der Augenlinsen auf 4 rem/13 Wochen und 15 rem/Jahr.

3. Höchstzulässige Dosen für bestimmte Bevölkerungsgruppen

- 3.1. Eine höchstzulässige Dosis von 1,5 rem pro Jahr wird festgesetzt für Personen, die, ohne beruflich strahlenexponiert zu sein, auf Grund ihrer beruflichen Tätigkeit einer höheren Strahlendosis ausgesetzt sein können, als im Durchschnitt von der Gesamtbevölkerung empfangen wird, weil sie sich gelegentlich in einem Kontrollbereich aufhalten oder mit Geräten umgehen, die ionisierende Strahlen aussenden oder radioaktive Stoffe in solcher Menge enthalten, daß ihre Strahlenemission die für diese besondere Gruppe höchstzulässige Dosis nicht überschreitet. Diese höchstzulässige Dosis ist die Dosis, die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommen wird.
- 3.2. Eine höchstzulässige Dosis von 0,5 rem pro Jahr wird festgesetzt für Personen, die, ohne beruflich strahlenexponiert zu sein, einer höheren Strahlendosis ausgesetzt sein können, als im Durchschnitt von der Gesamtbevölkerung empfangen wird, weil sie sich in der Nachbarschaft eines Kontrollbereichs aufhalten. Diese höchst-

zulässige Dosis ist die Dosis, die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen tatsächlich aufgenommen wird.

- 3.3. Überschreiten die von den blutbildenden Organen, den Keimdrüsen und den Augenlinsen insgesamt aufgenommenen Dosen nicht die unter 3.1. und 3.2. festgelegten Grenzen, so kann bei einer Bestrahlung anderer Organe die höchstzulässige Dosis mit dem Faktor 3 multipliziert werden.

4. Höchstzulässige Dosis für die Gesamtbevölkerung

Nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse über die genetischen Risiken der Strahleneinwirkung wird eine bis zum Alter von 30 Jahren kumulierte Dosis von 5 rem als die im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gewogene höchstzulässige Dosis betrachtet, die zu den Strahlungen des natürlichen Strahlenpegels und den bei ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen verabfolgten Bestrahlungen noch hinzukommt.

In der Dosis von 5 rem/30 Jahre müssen die von beruflich strahlenexponierten Personen und von besonderen Bevölkerungsgruppen aufgenommenen Dosen mit gewichtet sein. Daraus ergibt sich, daß man im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung den Prozentsatz berücksichtigen muß, den die beruflich strahlenexponierten Personen und die besonderen Bevölkerungsgruppen ausmachen.

TITEL III

Höchstzulässige Expositionen und Kontaminationen

1.

In den vorliegenden Normen sind unter dem in Artikel 30 des Vertrages verwendeten Ausdruck „*Höchstgrenze für die Aussetzung gegenüber schädlichen Einflüssen*“ (höchstzulässige Exposition) die Bestrahlungen von außen zu verstehen, die nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse zeitlich und im Organismus verteilt dem Einzelnen oder der Bevölkerung die höchstzulässige Dosis zuführen.

- 1.1. Die Exposition wird je nach Fall ausgedrückt in Expositionsdosen, in der Luft gemessenen Dosen oder in Teilchenfluß.
- 1.2. Die Tabelle in *Anhang 2* gibt den Neutronenfluß an, welcher der jeweils höchstzulässigen Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen entspricht.

2.

In diesen Normen sind unter dem in Artikel 30 des Vertrages verwendeten Ausdruck „*Höchstgrenze für schädlichen Befall*“ (höchstzulässige Kontamination) die höchstzulässige Konzentration in der Atemluft

und im Trinkwasser zu verstehen, die nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse dem in kontinuierlicher Weise exponierten Einzelnen oder der in kontinuierlicher Weise exponierten Bevölkerung die höchstzulässige Dosis zuführt.

- 2.1. Die Konzentrationen werden in Aktivität pro Volumeneinheit ausgedrückt.
- 2.2. Die Tabelle in *Anhang 3* gibt die Konzentrationen an, die einer höchstzulässigen Dosis für beruflich strahlenexponierte Personen bei kontinuierlicher Bestrahlung entsprechen.
- 2.3. Gleichzeitige Kontamination durch mehrere Radionuklide.
- 2.3.1. Bei Kontamination durch eine Mischung von Radionukliden, von denen bekannt ist, daß sie in die gleichen Organe inkorporiert werden, ist die kumulative Einwirkung der durch sie hervorgerufenen Strahlungen zu berücksichtigen.
- 2.3.2. Bei Kontamination eines einzigen Organs durch eine Mischung von Radionukliden bekannter Art ist bei der Berechnung der höchstzulässigen Konzentration die Summe der von den verschiedenen Nukliden herrührenden Dosen zu berücksichtigen.
- 2.3.3. Die Kontamination verschiedener Organe durch Inkorporation einer Mischung von Radionukliden ist als Ganzbestrahlung des Organismus zu betrachten.
- 2.3.4. Bei Kontamination durch eine Mischung von Radionukliden unbekannter Zusammensetzung werden die in der Tabelle III angegebenen Werte für eine beliebige Mischung von Beta- und Gammastrahlern und für eine beliebige Mischung von Alphastrahlern zugrunde gelegt.

3.

Da bei den *beruflich strahlenexponierten Personen* die Bestrahlung auf 40 Stunden pro Woche beschränkt ist, kann die für die Atemluft angegebene Konzentration mit dem Faktor 3 multipliziert werden. Bei einem zeitlich begrenzten Aufenthalt in einer durch einen radioaktiven Stoff kontaminierten Atmosphäre kann der Korrekturfaktor je nach der Expositionsdauer über 3 liegen; er darf jedoch niemals über 10 liegen.

4.

Die Werte der höchstzulässigen Exposition und Kontamination in anderen Fällen als bei Ganzbestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen werden von den in Titel II festgesetzten höchstzulässigen Dosen abgezogen.

In der Praxis werden außerhalb der Kontrollbereiche die höchstzulässigen Konzentrationen, die die höchstzulässige Kontamination bestimmen, auf ein Zehntel der in der Tabelle des Anhanges III angegebenen Werte festgesetzt.

TITEL IV

4. Gesundheitsschutz der Beschäftigten

- 4.1. Der Gesundheitsschutz der Beschäftigten hat im wesentlichen einen vorbeugenden Charakter.
- 4.2. Der Gesundheitsschutz der Beschäftigten umfaßt eine physikalische und eine ärztliche Kontrolle, die in einem unbedingten, einander ergänzenden Zusammenhang stehen; wird die Kontrolle durch zwei verschiedene Organe ausgeübt, so ist eine enge Koordinierung unerlässlich.
- 4.3. Der Umfang der eingesetzten Mittel hat der Größe der Anlagen und dem Ausmaß der Risiken, die mit den ionisierenden Strahlungen aussetzenden Beschäftigungen verbunden sind, in angemessenem Maße zu entsprechen.
- 4.4. Der Gesundheitsschutz der Beschäftigten erfordert
1. eine Überwachung; für diese trägt der Arbeitgeber Sorge, der eine physikalische und eine ärztliche Kontrolle einrichtet;
 2. eine Erziehung der Beschäftigten im Hinblick auf den Strahlenschutz;
 3. Interventionen bei Unfällen oder beim Eintreten ungewöhnlicher Umstände;
 4. eine regelmäßige Aufsicht durch die zuständigen Behörden.
- 4.4.1. *Überwachung*
- 4.4.1.1. Die Überwachung ist die Gesamtheit der Kontrollen und Vorkehrungen zur Ermittlung und Ausschaltung von Faktoren, die bei der Erzeugung und Verwendung ionisierender Strahlungen oder bei jeglicher Verrichtung, die eine Strahlenexposition mit sich bringt, für die Beschäftigten ein Strahlungsrisiko hervorrufen können.
- 4.4.1.2. Die Überwachung umfaßt
1. die Überwachung des Personals; hierzu gehören:
die ärztliche Untersuchung bei der Einstellung, die regelmäßigen und besonderen ärztlichen Untersuchungen sowie die Messung der Dosis, die das Personal infolge äußerer oder innerer Bestrahlungen empfangen hat;
 2. innerhalb der Kontrollbereiche die Überwachung der Räumlichkeiten, Anlagen und Umgebung, d. h. die Messung der Dosen und Kontaminationen, die an den betreffenden Orten vorhanden sind.
- 4.4.1.3. Mit dieser Überwachung betraut der Arbeitgeber Sachverständige, die angemessene physikalische, chemische, biologische und medizinische Kenntnisse aufweisen und über das erforderliche Material und Personal verfügen.

4.4.2. *Erziehung der Beschäftigten im Hinblick auf den Strahlenschutz*

- 4.4.2.1. Es sind Gesundheitsregeln und Arbeitsvorschriften auszuarbeiten.
- 4.4.2.2. Der Arbeitgeber hat für die Belehrung der Beschäftigten und ihre Erziehung auf dem Gebiete des Strahlenschutzes Sorge zu tragen. Insbesondere unterrichtet er sie bei ihrer Einstellung über die Risiken, denen sie ausgesetzt sind, sowie über Gesundheitsregeln und Arbeitsvorschriften. Der Arbeitgeber hat diese Belehrungen im Laufe der Beschäftigung in angemessenen Zeitabständen zu wiederholen und dafür Sorge zu tragen, daß an den Arbeitsplätzen Tafeln angebracht sind, auf denen diese Regeln und Vorschriften in ihren Grundzügen zusammengefaßt sind.

4.4.3. *Interventionen*

- 4.4.3.1. Die Ergebnisse, zu denen die Kontrolldienste gelangen, werden dem Arbeitgeber regelmäßig übermittelt.
- 4.4.3.2. Vorschläge zur Verbesserung der Betriebs-einrichtungen und der Arbeitsbedingungen sind dem Arbeitgeber zuzuleiten, der das Erforderliche veranlaßt.
- 4.4.3.3. Falls der physikalische Kontrolldienst das Eintreten eines ungewöhnlichen Umstandes feststellt, hat er den ärztlichen Kontrolldienst hierüber zu unterrichten; das gleiche gilt umgekehrt.
- 4.4.3.4. In Notfällen ersuchen die für die Kontrollbereiche zuständigen physikalischen und ärztlichen Kontrolldienste um die sofortige Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen, die sie für unerlässlich halten.
- 4.4.3.5. Wird in Fällen höherer Gewalt die Gesundheit des Personals durch eine schwere Gefahr bedroht, so treffen die Kontrolldienste die geeigneten Vorkehrungen. Sie haben ihre Entscheidungen gegenüber den zuständigen Behörden zu rechtfertigen.
- 4.4.3.6. Über jede gewollte oder zufällige Exposition ist den zuständigen Behörden ein Bericht zu erstatten.

4.4.4. *Aufsicht*

Die Mitgliedstaaten richten eine Aufsichtsstelle ein. Diese übt die Oberaufsicht über die Kontrolle aus und ist befugt, Überwachungs- und Interventionsmaßnahmen zu treffen, soweit sich diese als notwendig erweisen.

5. Physikalische Kontrolle

- 5.1. Mit der physikalischen Kontrolle des Strahlenschutzes sind Sachverständige zu beauftragen, die eine besondere Kenntnis der Probleme der physikalischen Strahlungskontrolle nachweisen

können; der Arbeitgeber setzt die zuständigen Behörden von der Bestellung dieser Sachverständigen in Kenntnis.

5.2. Aufgabenbereich

Die physikalische Kontrolle hat folgende Aufgaben wahrzunehmen:

5.2.1. Abgrenzung und Kennzeichnung der Kontrollbereiche

Zur Abgrenzung der Kontrollbereiche stellt der physikalische Kontrolldienst eine Liste der Örtlichkeiten auf, an denen unter normalen Umständen die unter 3.1. vorgesehene höchstzulässige Dosis der besonderen Bevölkerungsgruppen, für welche diese Dosis auf 1,5 rem/Jahr festgesetzt wird, überschritten werden kann.

Desgleichen sorgt der physikalische Kontrolldienst für die Kennzeichnung dieser Bereiche.

5.2.2. Überwachung der Schutzvorrichtungen

Diese umfaßt:

- a) die vorherige Überprüfung und Genehmigung von Vorhaben zur Errichtung von Anlagen, die Strahlungen aussenden können, und ihrer Einfügung in den Gesamtbetrieb;
- b) die Abnahme neuer Anlagen unter dem Gesichtspunkt der physikalischen Kontrolle;
- c) die Überprüfung der Wirksamkeit der technischen Schutzvorrichtungen;
- d) die Überprüfung des einwandfreien Funktionierens der Meßgeräte sowie deren richtiger Verwendung.

5.2.3. Überwachung der Arbeitsvorschriften

Der physikalische Kontrolldienst stellt fest, ob die Arbeitsvorschriften mit den Grundsätzen des Gesundheitsschutzes übereinstimmen und tatsächlich eingehalten werden.

5.2.4. Dosismessung

5.2.4.1. Die Dosismessungen für die Zwecke des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten müssen den Risiken angepaßt sein, die mit den verrichteten Arbeiten verbunden sind; sie umfassen:

5.2.4.1.1. Ermittlung der Bestrahlungen von außen an den in Frage kommenden Orten mit Angabe der Art und gegebenenfalls auch der Qualität der betreffenden Strahlungen, damit der R.B.W. eingesetzt werden kann, sowie, je nach Lage des Falls, die Bestimmung der Expositions-dosis, der in der Luft gemessenen Dosis oder des Flusses.

5.2.4.1.2. Ermittlung der radioaktiven Kontaminationen mit Angabe der Art und des phy-

sikalischen und chemischen Zustandes der kontaminierenden radioaktiven Stoffe sowie die Bestimmung ihrer Aktivität und ihrer Konzentration im Volumen und an der Oberfläche.

5.2.4.1.3. Ermittlung der Personendosis, die je nach Art der Bestrahlung am Gesamtkörper vorgenommen wird; die Ermittlung der kumulierten Personendosis erfolgt bei Einwirkung äußerer Strahlung mittels eines von der Person ständig getragenen Geräts, bei Einwirkung innerer Strahlung mittels jedes physikalischen und medizinischen Verfahrens, durch das sich eine etwaige Inkorporation feststellen läßt.

5.2.4.2. Die Zeitfolge der Ermittlungen ist so festzulegen, daß die Beachtung der Grundnormen in jedem Fall gewährleistet ist.

5.2.5. Archive

5.2.5.1. Eine Abschrift der Protokolle, die sich auf die Ermittlung der Personendosen beziehen, wird in die medizinische Personalakte aufgenommen.

Die Protokolle sind mindestens 30 Jahre aufzubewahren, nachdem die Beschäftigung, die zu einer Einwirkung ionisierender Strahlungen führte, ihr Ende gefunden hat.

5.2.5.2. Im Falle eines Stellenwechsels innerhalb der Gemeinschaft sind die früheren Untersuchungsergebnisse gegebenenfalls dem neuen Arbeitgeber mitzuteilen.

5.2.5.3. Die Dokumente über die Ermittlung der Bestrahlung von außen und der radioaktiven Kontamination sowie über die Interventionsmaßnahmen werden in Archiven verwahrt.

6. Ärztliche Kontrolle

6.1. Die ärztliche Kontrolle wird von qualifizierten Ärzten ausgeübt, die von den zuständigen Behörden zur Ausübung dieser Kontrolle ermächtigt worden sind.

6.2. Der ärztliche Kontrolldienst achtet darauf, daß kein Beschäftigter an einem Arbeitsplatz, der ihn ionisierenden Strahlungen aussetzt, eingesetzt oder belassen wird, wenn der ärztliche Befund dem entgegensteht.

6.3. Aufgaben

Die ärztliche Kontrolle der Beschäftigten umfaßt folgendes:

6.3.1. Eine ärztliche Einstellungsuntersuchung

6.3.1.1. Bei der Einstellung eines Beschäftigten in einem Unternehmen, das ionisierende Strahlen verwendet, hat der Arbeitgeber einen Verwendungsbogen anzulegen; darauf sind die anfängliche Verwendung des Beschäftigten und jede Änderung dieser Verwendung sowie die mit ihr verbundenen Bestrahlun-

gen zu vermerken; der Verwendungsbogen wird dem Arzt bei der Einstellungsuntersuchung übergeben.

6.3.1.2. Die ärztliche Einstellungsuntersuchung umfaßt:

1. Die Aufnahme einer vollständigen Anamnese, in der etwaige frühere Bestrahlungen zu vermerken sind.
2. Eine klinische Gesamtuntersuchung; diese ist durch Einzeluntersuchungen zu ergänzen, soweit dies für eine Beurteilung des Zustandes der durch eine Bestrahlung am meisten gefährdeten Organe und Funktionen erforderlich ist: insbesondere bedarf es einer Bestimmung der Blutbilder sowie gegebenenfalls ophtamologischer und dermatologischer Untersuchungen sowie einer Untersuchung der Thoraxorgane.

6.3.1.3. Der Befund der ärztlichen Einstellungsuntersuchung führt zu einer Einteilung der untersuchten Beschäftigten in Taugliche, Arbeitsuntaugliche oder vorläufig Arbeitsuntaugliche.

Die Mitgliedstaaten stellen für die ermächtigten Ärzte ein als Hinweis dienendes Verzeichnis über die Untauglichkeitskriterien auf und treffen die erforderlichen Regelungen, damit die Beschäftigten sich gegebenenfalls im Beschwerdewege an ärztliche Behörden wenden können.

6.3.1.4. Im Falle der Tauglichkeit des Beschäftigten wird eine medizinische Personalakte angelegt, in der die Ergebnisse der Einstellungsuntersuchung als Ausgangspunkt für spätere Untersuchungen erfaßt werden.

6.3.2. Normale Überwachung

6.3.2.1. Die normale Überwachung umfaßt die üblichen klinischen Gesamtuntersuchungen; zu ihnen treten die Einzeluntersuchungen, die für die Beurteilung des Zustands der strahlungsempfindlichsten Organe und Funktionen erforderlich sind. Bei diesen ergänzenden Untersuchungen, insbesondere bei der Bestimmung des Blutbildes, sind präzise Verfahren anzuwenden, die einen Vergleich mit den früheren Befunden gestatten.

6.3.2.2. Die Zeitfolge der Untersuchungen bestimmt sich nach den Arbeitsbedingungen und dem Gesundheitszustand des Beschäftigten. Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungen darf ein Jahr nicht überschreiten und ist zu verkürzen, wenn die Bestrahlungsbedingungen oder der Gesundheitszustand der Beschäftigten das erfordern.

6.3.2.3. Nach einer Beendigung der Beschäftigung ist die ärztliche Überwachung so lange fortzusetzen, wie sie der ermächtigte Arzt zum Schutze der Gesundheit des Betroffenen für notwendig hält.

6.3.2.4. Für Beschäftigungen, bei denen das Risiko einer Strahlenexposition besteht, gilt die folgende Einteilung nach ärztlichen Gesichtspunkten:

1. — arbeitsuntaugliche Beschäftigte, die aus dem Gefahrenbereich zu entfernen sind;
2. — unter Beobachtung gestellte Beschäftigte, deren Tauglichkeit zum Ertragen des Risikos noch nachgewiesen werden muß;
3. — taugliche Beschäftigte, die das mit ihrer Tätigkeit verbundene Risiko weiterhin ertragen können;
4. — Beschäftigte, die nach Beendigung einer Tätigkeit, die sie ionisierenden Strahlungen ausgesetzt hat, weiter unter ärztlicher Überwachung stehen.

6.3.2.5. Die ärztliche Personalakte enthält:

1. — Angaben über die Verwendung der Beschäftigten (Verwendungsbogen);
2. — die Ergebnisse der physikalischen Personenkontrolle, d. h. die von den Beschäftigten empfangenen Dosen;
3. — die Ergebnisse der ärztlichen Untersuchungen, d. h. die Ermittlung des Gesundheitszustandes des Beschäftigten.

6.3.2.6. Die Mitgliedstaaten treffen die erforderlichen praktischen Maßnahmen, damit die medizinische Personalakte jedes Beschäftigten regelmäßig auf dem laufenden gehalten werden kann; ferner tragen sie dafür Sorge, daß diese Dokumente innerhalb der Gemeinschaft vereinheitlicht werden.

6.3.3. Außergewöhnliche Überwachung

6.3.3.1. Diese Überwachung erfolgt in zwei Fällen:

1. bei einer erheblichen Bestrahlung von außen;
2. bei einer Kontamination des Beschäftigten.

6.3.3.2. Im Falle einer außergewöhnlichen Überwachung sind die üblichen Untersuchungen durch alle Untersuchungen, alle Dekontaminationsmaßnahmen sowie alle Sofortverfahren zu ergänzen, die der Arzt für notwendig hält.

6.3.3.3. Über die Belassung des Beschäftigten an seinem Arbeitsplatz sowie über seine Entfernung, Isolierung und Behandlung entscheidet der Arzt; über die Schlußfolgerungen, zu denen er gelangt ist, unterrichtet er den Arbeitgeber sowie den physikalischen Kontrolldienst, gegebenenfalls ersucht er um Ergreifung der Maßnahmen, die erforderlich sind, um eine Wiederholung von Unfällen zu vermeiden.

6.3.3.4. Eine zufällige Bestrahlung von außen von mehr als 25 rem sowie jede zufällige Kontamination von innen sind als möglicherweise bedrohlich anzusehen und müssen Gegenstand einer Entscheidung des ärztlichen Kontrolldienstes bilden.

6.3.3.5. Die ärztlichen Befunde und Entscheidungen sowie die Heilmaßnahmen und deren Ergebnisse werden in der medizinischen Personalakte vermerkt.

6.3.4. *Medizinische Archive*

Die medizinischen Personalakten werden zumindest 30 Jahre aufbewahrt, nachdem die Beschäftigung, die zu einer Einwirkung ionisierender Strahlen führte, ihr Ende gefunden hat.

Im Falle eines Stellenwechsels innerhalb der Gemeinschaft ist dem neuen Arbeitgeber Gelegenheit zur Einsichtnahme in die medizinische Personalakte des Beschäftigten zu geben.

Die Dokumente über die allgemeinen Ergebnisse, zu denen die ärztliche Überwachung unter normalen Verhältnissen und bei Unfällen gelangt ist, sowie über die Interventionsmaßnahmen sind in Archiven zu verwahren.

TITEL V

7. Gesundheitsschutz der Bevölkerung

7.1. Der Gesundheitsschutz der Bevölkerung hat im wesentlichen einen vorbeugenden Charakter.

7.2. Dem Gesundheitsschutz der Bevölkerung liegt die Aufstellung einer Gesamtbilanz über die Bestrahlung zugrunde, welcher die Bevölkerung, und zwar die Gesamtbevölkerung oder ein durch Strahlenexposition gefährdeter Bevölkerungsteil, ausgesetzt ist, er erfordert sowohl hinsichtlich der Überwachung als auch hinsichtlich etwaiger Interventionen eine enge Koordination zwischen den Kontrollorganen der Betriebe und den zuständigen Behörden.

7.3. Der Umfang der eingesetzten Mittel richtet sich nach dem Ausmaß der Strahlenrisiken, insbesondere der Risiken einer durch einen Unfall ausgelösten Bestrahlung, und nach der Bevölkerungsdichte.

7.4. Die Kontrollen zur Sicherstellung des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung werden von Sachverständigen durchgeführt, die die erforderlichen physikalischen, chemischen, biologischen und medizinischen Kenntnisse besitzen und über das erforderliche Material und Personal verfügen.

7.5. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, für die zur Erfüllung aller mit dem Gesundheitsschutz der Bevölkerung zusammenhängenden Aufgaben unerläßliche Koordinierung Sorge zu

tragen, und zwar sowohl hinsichtlich der Überwachung und Intervention als auch der Aufsicht.

7.6. Die in einem Überwachungsbereich gelegenen Betriebe haben bei der Überwachung dieses Bereiches mitzuwirken.

7.7. Der Gesundheitsschutz der Bevölkerung umfaßt:

1. eine ständige Überwachung, die im wesentlichen physikalischer Art ist und durch die Kontrollorgane in den Kontrollbereichen und den Überwachungsbereichen ausgeübt wird;
2. Interventionen des physikalischen Kontrolldienstes und erforderlichenfalls des ärztlichen Kontrolldienstes beim Eintreten ungewöhnlicher Umstände oder bei Unfällen;
3. die Ausübung einer regelmäßigen Aufsicht durch die zuständigen Behörden.

7.8. **Überwachung**

7.8.1. Unter Überwachung ist die Gesamtheit aller Vorkehrungen und Kontrollen zu verstehen, die darauf abzielen, alle Faktoren zu ermitteln und auszuschalten, die bei der Erzeugung und der Verwendung ionisierender Strahlungen oder bei Vorrichtungen, die eine Strahlenexposition mit sich bringen, die Bevölkerung der Gefahr einer Bestrahlung aussetzen können.

7.8.2. *Bereiche, die einer Überwachung unterliegen*

Die Überwachung erfolgt gleichzeitig:

- a) im „Überwachungsbereich“ unter Zugrundelegung der höchstzulässigen Dosis, die unter 3.2. für die in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs sich aufhaltende besondere Bevölkerungsgruppe festgesetzt ist;
- b) im gesamten Staatsgebiet unter Zugrundelegung der für die Gesamtbevölkerung festgesetzten höchstzulässigen Dosis.

7.8.3. *Überwachung der Schutzvorrichtungen*

Die Überwachung der Schutzvorrichtungen umfaßt:

- a) die vorherige Überprüfung und Genehmigung von Vorhaben zur Errichtung von Anlagen, bei denen eine Gefährdung durch ionisierende Strahlungen besteht, einschließlich ihres Standorts innerhalb des Staatsgebiets;
- b) die Abnahme der neuen Anlagen unter dem Gesichtspunkt des Schutzes vor Bestrahlungen und Kontaminationen, die sich über die räumlichen Grenzen des Betriebes hinaus auswirken könnten, unter Berücksichtigung der demographischen, meteorologischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse;

- c) die Überprüfung der Wirksamkeit der unter b) genannten technischen Schutzvorrichtungen;
- d) Abnahme der Einrichtungen zur Strahlen- und Kontaminationsmessung unter dem Gesichtspunkt der physikalischen Kontrolle;
- e) die Überprüfung des einwandfreien Funktionierens der Meßinstrumente und ihres richtigen Gebrauchs.

7.8.4. Bestimmung der Dosen

7.8.4.1. Die Dosisbestimmungen, die zum Schutz der Bevölkerung vorzunehmen sind, müssen der Größe der Risiken angepaßt sein; sie umfassen:

7.8.4.1.1. Ermittlung der Bestrahlungen von außen mit Angabe der Art und der Qualität dieser Strahlungen, damit der R.B.W.-Faktor berücksichtigt werden kann, sowie, je nach Lage des Falls, Bestimmung der Expositionsdosis, der in der Luft gemessenen Dosis oder des Flusses.

7.8.4.1.2. Ermittlung der radioaktiven Kontaminationen

mit Angabe der Art und des physikalischen und chemischen Zustandes der kontaminierenden radioaktiven Stoffe sowie Bestimmung der Aktivität der radioaktiven Stoffe und ihrer volumenmäßigen oder oberflächenmäßigen Konzentrationen (pro Volumeneinheit in der Atmosphäre und im Wasser, pro Oberflächeneinheit auf dem Boden, pro Gewichtseinheit bei den biologischen und Nahrungsmittelproben).

7.8.4.1.3. Ermittlung der „Bevölkerungsdosis“, die unter Berücksichtigung der Bestrahlungsmodalitäten zu erfolgen hat und unter Berücksichtigung der demographischen Faktoren zu gewichten ist. Insbesondere sind hierbei die von den verschiedenen Strahlern herrührenden Bestrahlungen, soweit irgend möglich, zu addieren.

7.8.4.2. Die Zeitfolge der Messungen ist so festzulegen, daß die Beachtung der Grundnormen in jedem Falle gewährleistet ist.

7.8.5. Die Ergebnisse, zu denen die Kontrollorgane gelangen, sind dem Arbeitgeber und den zuständigen Behörden regelmäßig zu übermitteln.

7.8.6. Erforderlichenfalls sind *Vorschläge zur Verbesserung* der Betriebseinrichtungen dem Arbeitgeber zuzuleiten, der unverzüglich das Erforderliche veranlaßt.

7.9. Aufsicht

Die Mitgliedstaaten richten einen qualifizierten Aufsichtsdienst ein, um die Oberaufsicht über den Gesundheitsschutz der Bevölkerung auszu-

üben und Überwachungs- und Interventionsmaßnahmen in allen Fällen zu fördern, in denen sich diese als notwendig erweisen.

7.10. Maßnahmen und Überwachung beim Eintreten außergewöhnlicher Umstände

7.10.1. Die Mitgliedstaaten haben:

a) festzulegen, welche Maßnahmen von den zuständigen Behörden beim Eintreten eines Unfalls zu treffen sind;

b) die zum Schutz und zur Erhaltung der Volksgesundheit erforderlichen Interventionsvorrichtungen (in personeller und materieller Hinsicht) zu bestimmen und zu organisieren.

7.10.2. Die Mitgliedstaaten haben der Kommission die getroffenen Maßnahmen mitzuteilen.

7.10.3. Jeder Unfall, der eine Bestrahlung der Bevölkerung mit sich bringt, ist umgehend den nationalen Behörden und gegebenenfalls auch, wenn es die Umstände erfordern, den Behörden der benachbarten Mitgliedstaaten und der Euratomkommission zu melden.

7.10.4. Die außergewöhnliche Überwachung setzt ein, wenn ein Unfall die Gefahr mit sich bringt, daß eine Bestrahlung oder Kontamination eintreten könnte, die über die höchstzulässigen Bestrahlungen und Kontaminationen hinausgehen.

7.10.5. Im Fall einer außergewöhnlichen Überwachung sind die üblichen Maßnahmen durch alle Vorkehrungen zu ergänzen, welche die Umstände erfordern; hierbei sind die Beschaffenheit der verschiedenen kontaminierten Bereiche sowie die Bedeutung und die Dringlichkeit der zu treffenden Entscheidungen zu berücksichtigen.

7.10.6. Zu diesem Zwecke setzen der physikalische Kontrolldienst, der ärztliche Kontrolldienst und die Aufsichtsstellen gemeinsam alle durch die Umstände gebotenen Mittel im Interventionsgebiet ein.

7.10.7. In *Nottfällen* ersuchen die Kontrollorgane im Interventionsgebiet um die unverzügliche Einleitung der unerläßlichen Sicherheitsmaßnahmen. Ist im *Falle höherer Gewalt* die Volksgesundheit ernstlich gefährdet, so treffen die Kontrollorgane selbst die geeigneten Vorkehrungen. Sie haben ihre Entscheidungen gegenüber den zuständigen Behörden zu rechtfertigen und die getroffenen Vorkehrungen mit den Maßnahmen, die von den Aufsichtsstellen der zuständigen Behörden ergriffen werden, abzustimmen.

7.11. Archive

Die Dokumente über die Messungen der äußeren Bestrahlung und der radioaktiven Kontamination sowie über die Ermittlungsergebnisse betreffend die von der Bevölkerung empfangene Dosis sind in Archiven zu verwahren.

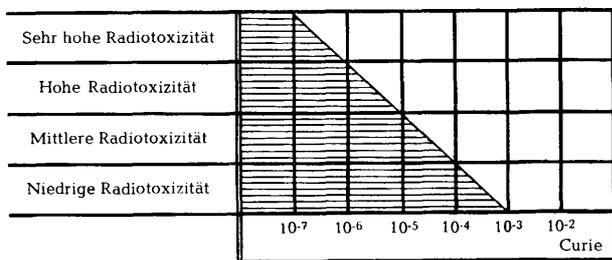
Relative Radiotoxizität der Nuklide

1. Für die Einteilung der radioaktiven Nuklide nach ihrer relativen Radiotoxizität werden folgende Gruppen gebildet:

- A. Sehr hohe Radiotoxizität $Sr^{90} + Y^{90}, Po^{210}, At^{211},$
 $Ra^{226} + 55\% \text{ Folgeprodukte},$
 $Ac^{227}, Pu^{239}, *Am^{241}, Cm^{242}$
- B. Hohe Radiotoxizität $Ca^{45}, *Fe^{59}, Sr^{89}, Y^{91}, Ru^{106} + Rh^{106},$
 $I^{131}, *Ba^{140} + La^{140}, Ce^{144} + *Pr^{144},$
 $Sm^{51}, *Eu^{154}, *Tm^{170},$
 $Pb^{210} + Bi^{210} (RaD + E), *U^{233},$
 $*Th^{234} + *Pa^{244}$
- C. Mittlere Radiotoxizität $*Na^{24}, P^{32}, S^{35}, Cl^{36}, *K^{42}, *Sc^{46},$
 $Sc^{47}, Sc^{48}, *V^{48}, *Mn^{56}, Fe^{55}, *Co^{60},$
 $Ni^{59}, *Cu^{64}, *Zn^{65}, *Ga^{72}, *As^{76},$
 $*Rb^{86}, *Zr^{95}, *Nb^{95}, *Mo^{99}, Tc^{96},$
 $*Rh^{105}, Pd^{103} + Rh^{103}, *Ag^{106}, Ag^{111},$
 $Cd^{109}, *Ag^{109}, *Sn^{113}, *Te^{127}, *Te^{129},$
 $Cs^{137} + *Ba^{137}, Pr^{143}, Pm^{147}, *Ho^{166},$
 $*Lu^{177}, *Ta^{182}, *W^{181}, *Re^{183}, *Ir^{190},$
 $*Ir^{192}, *Pt^{191}, *Pt^{193}, *Au^{196}, *Au^{198},$
 $*Au^{199}, *Tl^{200}, *Tl^{202}, Tl^{204}, *Pb^{203}$
- D. Niedrige Radiotoxizität $H^3, *Be^7, C^{14}, F^{18}, *Cr^{51}, Ge^{71}, *Tl^{201}$

2. Aktivität, unterhalb welcher auf das Erfordernis einer amtlichen Genehmigung verzichtet werden kann.

Der schraffierte Teil gibt die Aktivitätsgrade an, bei denen auf das Erfordernis einer amtlichen Genehmigung verzichtet werden kann.



(Ordinate: Relative Radiotoxizität des Nuklids
 Abszisse: Aktivität in Curie)

Tabelle über die für beruflich strahlenexponierte Personen geltende höchstzulässige Dosis und den ihr jeweils entsprechenden Neutronenfluß (40 Stunden / Woche)

Neutronenenergie	Neutronenfluß (Neutronen pro cm ² Sek.)
0,025 eV	700
10 eV	700
10 KeV	350
0,1 MeV	70
0,5 MeV	30
1 MeV	20
2 MeV	12
3 bis 10 MeV	10

* = Gammastrahler

**Höchstzulässige Konzentration eines radioaktiven Nuklids in der Atemluft und im Trinkwasser
für eine anhaltende Bestrahlung beruflich strahlenexponierter Personen**

(Die Tabelle stützt sich auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz vom 1. Dezember 1954)

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzentrationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
1	H ³ (HTO oder H ³ ₂ O)	Ges. Körper (2)	0,2	10 ⁻⁵
		(GI) (3)	0,2	10 ⁻⁵
4	Be ⁷	Knochen	1	5 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
6	C ¹⁴ (CO ₂ in der Luft)	Fett	3 × 10 ⁻³	10 ⁻⁵
		(GI)	6 × 10 ⁻²	10 ⁻⁵
9	F ¹⁸	Knochen	0,2	3 × 10 ⁻⁵
		(GI)	> 0,2	> 3 × 10 ⁻⁵
11	Na ²⁴	Ges. Körper	8 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	8 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
15	P ³²	Knochen	2 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
		(GI)	8 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
16	S ³⁵	Haut	5 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
		(GI)	6 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
17	Cl ³⁶	Ges. Körper	4 × 10 ⁻³	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
19	K ⁴²	Muskel	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	3 × 10 ⁻³	6 × 10 ⁻⁷

(1) Es handelt sich um eine provisorische Tabelle: sie muß demnächst nach Maßgabe der neuen Feststellungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz überarbeitet werden.

(2) Ges.Körper = Gesamtkörper

(3) (GI) = Gastrointestinaltrakt

(h) Die in Mikrocurie und Microcurie/ml ausgedrückten Werte sind für das Ausgangselement angegeben. Es wird angenommen, daß die radioaktiven Folgeprodukte einen entsprechenden Anteil des radioaktiven Gleichgewichts mit dem Ausgangsprodukt erreichen, nachdem dieses vom Organismus absorbiert worden ist.

(r) Es wird angenommen, daß ein Curie natürlichen Urans gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁸ oder gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁴ oder gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von U²³⁵ ist. Es wird angenommen, daß ein Curie natürlichen Thoriums gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von Th²³² oder gleich 3,7.10¹⁰ Zerfallsakten/Sekunde von Th²³⁰ ist. Es wird angenommen, daß keines der anderen radioaktiven Folgeprodukte von U²³⁸ oder Th²³² im Augenblick der Nahrungsaufnahme oder der Einatmung vorhanden ist.

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
20	Ca ⁴⁵	Knochen	10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁹
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
21	Sc ⁴⁶	Milz	0,4	7 × 10 ⁻⁸
		Leber	0,3	5 × 10 ⁻⁸
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸
21	Sc ⁴⁷	Milz	4	9 × 10 ⁻⁷
		Leber	3	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	9 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁷
21	Sc ⁴⁸	Milz	3	6 × 10 ⁻⁷
		Leber	1	3 × 10 ⁻⁷
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸
23	V ⁴⁸	Knochen	0,3	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
24	Cr ⁵¹	Nieren	0,7	10 ⁻⁵
		(GI)	2 × 10 ⁻²	4 × 10 ⁻⁶
25	Mn ⁵⁶	Nieren	0,15	4 × 10 ⁻⁶
		Leber	0,4	4 × 10 ⁻⁶
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
26	Fe ⁵⁵	Blut	5 × 10 ⁻³	7 × 10 ⁻⁷
		(GI)	0,1	2 × 10 ⁻⁵
26	Fe ⁵⁹	Blut	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
27	Co ⁶⁰	Leber	2 × 10 ⁻²	10 ⁻⁶
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸
28	Ni ⁵⁹	Leber	0,3	2 × 10 ⁻⁵
		(GI)	4 × 10 ⁻³	7 × 10 ⁻⁷
29	Cu ⁶⁴	Leber	6 × 10 ⁻²	5 × 10 ⁻⁶
		(GI)	5 × 10 ⁻³	9 × 10 ⁻⁷
30	Zn ⁶⁵	Knochen	6 × 10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
31	Ga ⁷²	Knochen	3	10 ⁻⁶
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
32	Ge ⁷¹	Nieren	10	4 × 10 ⁻⁵
		(GI)	2 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
33	As ⁷⁶	Nieren	0,2	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	2 × 10 ⁻⁴	4 × 10 ⁻⁸
37	Rb ⁸⁶	Muskel	3 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
		(GI)	3 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
38	Sr ⁸⁹	Knochen	7 × 10 ⁻⁵	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	7 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
38	Sr ⁹⁰ + Y ⁹⁰ (h)	Knochen	8 × 10 ⁻⁷	2 × 10 ⁻¹⁰
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
39	Y ⁹¹	Knochen	4 × 10 ⁻²	9 × 10 ⁻⁹
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
40	Zr ⁹⁵ + Nb ⁹⁵	Knochen	0,4	8 × 10 ⁻⁸
		(GI)	6 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
41	Nb ⁹⁵	Knochen	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁷
42	Mo ⁹⁹	Knochen	5	6 × 10 ⁻⁴
		(GI)	3 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻⁷
43	Tc ⁹⁶	Nieren	3 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁶
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
44	Ru ¹⁰⁶ + Rh ¹⁰⁶ (h)	Nieren	0,1	3 × 10 ⁻⁸
		(GI)	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
45	Rh ¹⁰⁵	Nieren	0,4	2 × 10 ⁻⁶
		(GI)	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
46	Pd ¹⁰³ + Rh ¹⁰³ (h)	Nieren	10 ⁻²	8 × 10 ⁻⁷
		(GI)	5 × 10 ⁻³	9 × 10 ⁻⁷
47	Ag ¹⁰⁵	Leber	2	10 ⁻⁵
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	7 × 10 ⁻⁸

Atomnummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzentrationen	
			im Trinkwasser Mikrocurie/ml	in der Atemluft Mikrocurie/ml
47	Ag ¹¹¹	Leber	5	3 × 10 ⁻⁵
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸
48	Cd ¹⁰⁹ + Ag ¹⁰⁹ (h)	Leber	7 × 10 ⁻²	7 × 10 ⁻⁸
		(GI)	0,7	10 ⁻⁴
50	Sn ¹¹³	Knochen	0,2	6 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻⁷
52	Te ¹²⁷	Nieren	3 × 10 ⁻²	10 ⁻⁷
		(GI)	7 × 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷
52	Te ¹²⁹	Nieren	10 ⁻²	4 × 10 ⁻⁸
		(GI)	2 × 10 ⁻⁴	4 × 10 ⁻⁸
53	I ¹³¹	Schilddrüse	6 × 10 ⁻⁵	6 × 10 ⁻⁹
		(GI)	6 × 10 ⁻⁵	6 × 10 ⁻⁹
54	Xe ¹³³	Ges. Körper	4 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁶
54	Xe ¹³⁵	Ges. Körper	10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁶
55	Cs ¹³⁷ + Ba ¹³⁷ (h)	Muskel	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁷
56	Ba ¹⁴⁰ + La ¹⁴⁰ (h)	Knochen	5 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
		(GI)	3 × 10 ⁻⁴	6 × 10 ⁻⁸
57	La ¹⁴⁰	Knochen	0,3	4 × 10 ⁻⁷
			3 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁸
58	Ce ¹⁴⁴ + Pr ¹⁴⁴ (h)	Knochen	8 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁹
		(GI)	10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁸
59	Pr ¹⁴³	Knochen	8 × 10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁷
		(GI)	5 × 10 ⁻⁴	9 × 10 ⁻⁸
61	Pm ¹⁴⁷	Knochen	0,2	4 × 10 ⁻⁸
		(GI)	2 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷
62	Sm ¹⁵¹	Knochen	5 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻⁹
		(GI)	8 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶
63	Eu ¹⁵⁴	Knochen	10 ⁻²	2 × 10 ⁻⁹
		(GI)	4 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁸

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
67	Ho ¹⁶⁶	Knochen	5	8×10^{-7}
		(GI)	5×10^{-4}	8×10^{-8}
69	Tm ¹⁷⁰	Knochen	6×10^{-2}	10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	8×10^{-8}
71	Lu ¹⁷⁷	Knochen	6	10^{-6}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
73	Ta ¹⁸²	Leber	10^{-1}	2×10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	9×10^{-8}
74	W ¹⁸¹	Knochen	0,1	5×10^{-6}
		(GI)	7×10^{-4}	10^{-7}
75	Re ¹⁸³	Schilddrüse	9×10^{-2}	9×10^{-6}
		Haut	0,3	3×10^{-5}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
77	Ir ¹⁹⁰	Nieren	10^{-2}	8×10^{-7}
		Milz	0,2	10^{-6}
		(GI)	3×10^{-3}	6×10^{-7}
77	Ir ¹⁹²	Nieren	9×10^{-4}	5×10^{-8}
		Milz	6×10^{-3}	3×10^{-8}
		(GI)	5×10^{-4}	9×10^{-8}
78	Pt ¹⁹¹	Nieren	6×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	7×10^{-4}	10^{-7}
78	Pt ¹⁹³	Nieren	5×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	9×10^{-4}	2×10^{-7}
79	Au ¹⁹⁶	Leber	5×10^{-2}	2×10^{-7}
		Nieren	5×10^{-3}	2×10^{-7}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
79	Au ¹⁹⁸	Leber	4×10^{-2}	2×10^{-7}
		Nieren	3×10^{-3}	10^{-7}
		(GI)	6×10^{-4}	10^{-7}
79	Au ¹⁹⁹	Leber	9×10^{-2}	4×10^{-7}
		Nieren	8×10^{-3}	3×10^{-7}
		(GI)	2×10^{-3}	3×10^{-7}

Atomnummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzentrationen	
			im Trinkwasser Mikrocurie/ml	in der Atemluft Mikrocurie/ml
81	Tl ²⁰⁰	Muskel	2×10^{-2}	2×10^{-6}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
81	Tl ²⁰¹	Muskel	8×10^{-2}	7×10^{-6}
		(GI)	9×10^{-3}	2×10^{-6}
81	Tl ²⁰²	Muskel	2×10^{-2}	2×10^{-6}
		(GI)	5×10^{-3}	9×10^{-7}
81	Tl ²⁰⁴	Muskel	8×10^{-3}	8×10^{-7}
		(GI)	10^{-3}	2×10^{-7}
82	Pb ²⁰³	Knochen	0,1	7×10^{-6}
		(GI)	2×10^{-3}	4×10^{-7}
82	Pb ²¹⁰ + Folgeprod. (h)	Knochen	2×10^{-6}	8×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-3}	4×10^{-7}
84	Po ²¹⁰ (löslich)	Milz	3×10^{-5}	5×10^{-10}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
84	Po ²¹⁰ (unlöslich)	Lunge	— — —	10^{-10}
85	At ²¹¹	Schilddrüse	3×10^{-6}	5×10^{-10}
		(GI)	$> 3 \times 10^{-6}$	$> 5 \times 10^{-10}$
86	Rn ²²⁰ + Folgeprod.	Lunge	— — —	10^{-7}
86	Rn ²²² + Folgeprod.	Lunge	— — —	10^{-7}
88	Ra ²²⁶ + 55% Folgeprod. (h)	Knochen	4×10^{-8}	8×10^{-12}
89	Ac ²²⁷ + Folgeprod. (h)	Knochen	3×10^{-6}	4×10^{-12}
		(GI)	6×10^{-5}	10^{-8}
90	Th — natürlich (r)	Knochen	5×10^{-7}	3×10^{-11}
		(GI)	10^{-6}	2×10^{-10}
90	Th — natürlich (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
90	Th ²³⁴ + Pa ²³⁴ (h)	Knochen	5×10^{-2}	10^{-8}
		(GI)	2×10^{-4}	3×10^{-8}
92	U — natürlich (r) (löslich)	Nieren	10^{-4}	3×10^{-11}
		(GI)	2×10^{-6}	3×10^{-10}

Atom- nummer	Radionuklid	Kritisches Organ (1)	Höchstzulässige Konzen- trationen	
			im Trink- wasser Mikrocurie/ml	in der Atem- luft Mikrocurie/ml
92	U — natürlich (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
92	U ²³³ (löslich)	Knochen	$1,5 \times 10^{-4}$	3×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
92	U ²³³ (unlöslich)	Lunge	— — —	3×10^{-11}
94	Pu ²³⁹ (löslich)	Knochen	6×10^{-6}	2×10^{-12}
		(GI)	3×10^{-6}	2×10^{-12}
94	Pu ²³⁹ (unlöslich)	Lunge	— — —	2×10^{-12}
95	Am ²⁴¹	Knochen	2×10^{-4}	4×10^{-11}
		(GI)	3×10^{-6}	5×10^{-10}
96	Cm ²⁴²	Knochen	10^{-3}	2×10^{-10}
		(GI)	2×10^{-6}	4×10^{-10}
Eine beliebige Mischung von Spaltprodukten (Beta, Gamma)			10^{-7}	10^{-9}
Eine beliebige Mischung von Strahlern (Alpha)			10^{-7}	5×10^{-12}

Kapitel III

Definitionen (1)

Für die Anwendung der vorliegenden Regelung hat sich die Aufstellung einer Liste von Definitionen als notwendig erwiesen. Einige dieser Definitionen, welche sich insbesondere auf physikalische Begriffe und auf Größen, Einheiten und Symbole beziehen, haben rein provisorischen Charakter⁽¹⁾. Alle diese Definitionen sind im Sinne des vorliegenden Dokuments zu verstehen.

1. Unfall

Unter „Unfall“ ist ein zufälliges Ereignis zu verstehen, das eine Bestrahlung mit sich bringen kann, bei der die höchstzulässigen Dosen überschritten werden.

2. Aktivität

Anzahl der Zerfallsakte in der Zeiteinheit.

Die Aktivität wird in Curie ausgedrückt.

3. Kontamination

Unter Kontamination ist eine radioaktive Kontamination zu verstehen, d. h. die Verunreinigung einer beliebigen Materie oder einer beliebigen Umgebung durch radioaktive Stoffe.

Im besonderen Fall der Beschäftigten umfaßt diese Kontamination sowohl die äußere Verunreinigung der Haut als auch die innere Verunreinigung, gleichgültig auf welchem Wege sie erfolgt (auf dem Atemweg, über den Verdauungstrakt, durch die Haut usw.).

4. Höchstzulässige Kontamination

In den vorliegenden Normen sind unter „höchstzulässigen Kontaminationen“ die höchstzulässigen Konzentrationen in der Atemluft und im Trinkwasser zu verstehen, die nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse dem kontinuierlich exponierten Einzelnen und der kontinuierlich exponierten Bevölkerung die höchstzulässige Dosis zuführen.

5. Curie

Das Curie (c) ist diejenige Radionuklidmenge, bei der $3,700 \times 10^{10}$ Zerfallsakte pro Sekunde stattfinden.

6. Dosis

In dem vorliegenden Dokument wird unter „Dosis“ im allgemeinen die in rem ausgedrückte R.B.W.-Dosis verstanden.

7. Energiedosis

Die Energiedosis (C.I.U.R.) ist die Energiemenge, die von ionisierenden Teilchen an die Masseneinheit

⁽¹⁾ Wenn es sich um eine Definition handelt, die den Begriffsbestimmungen der Internationalen Kommission für Strahlenmeßeinheiten (Commission Internationale des Unités Radiologiques, C.I.U.R.) entnommen ist, wird dies jeweils vermerkt. (C.I.U.R.)

des bestrahlten Stoffes an dem betreffenden Punkt abgegeben wird, gleichgültig welcher Art die verwendete ionisierende Strahlung ist.

Die Einheit der Energiedosis ist das rad.

8. Biologische Wirkungs-dosis (R.B.W.-Dosis)

Die biologische Wirkungs-dosis, genannt R.B.W.-Dosis, ist das Produkt aus der Energiedosis in rad und dem R.B.W.-Faktor.

Die R.B.W.-Dosis wird in rem ausgedrückt.

9. Expositionsdosis bei Röntgen- oder Gammastrahlen von weniger als 3 MeV

Die Expositionsdosis bei Röntgen- oder Gammastrahlen (C.I.U.R.) an einem gegebenen Punkt ist das Maß der Strahlung im Hinblick auf ihre Fähigkeit, Ionisation zu erzeugen.

Die Einheit der Expositionsdosis bei Röntgen- oder Gammastrahlen ist das Röntgen (r).

10. Personendosis

Die Personendosis ist die Dosis ionisierender Strahlungen, die jede einzelne Person in einem gegebenen Zeitraum aufnimmt.

11. Absorbierte Integraldosis

Die absorbierte Integraldosis (C.I.U.R.) ist die gesamte Energiemenge, die von ionisierenden Teilchen in dem ganzen in Betracht gezogenen Gebiet an die Materie abgegeben wird.

Die Einheit der absorbierten Integraldosis ist das Gramm-rad.

12. Höchstzulässige Dosen

Die höchstzulässigen Dosen werden ermittelt unter Berücksichtigung der vom Einzelnen und der Bevölkerung aufgenommenen Bestrahlung mit Ausnahme der Bestrahlung, die von dem natürlichen Strahlenpegel und von ärztlichen Untersuchungen und Behandlungen herrührt.

Die höchstzulässigen Dosen sind so festgelegt, daß nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse die Gesunderhaltung des Einzelnen und der Bevölkerung mit ausreichender Sicherheit gewährleistet ist.

13. Bevölkerungsdosis

Die Bevölkerungsdosis ist die von der Bevölkerung in einem gegebenen Zeitabschnitt aufgenommene und unter Berücksichtigung der demographischen Gegebenheiten gewogene Dosis ionisierender Strahlungen.

14. R.B.W. (Relative biologische Wirksamkeit)

Die R.B.W. entspricht dem Verhältnis einer Dosis Röntgenstrahlen als Bezugsgröße zu der in Betracht gezogenen Dosis ionisierender Strahlungen, welche die gleiche biologische Wirkung hervorruft.

Die für die R.B.W. der verschiedenen Strahlenarten angenommenen Werte werden in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Strahlung	R. B. W.	Art der Bestrahlung; biologische Wirkung
Röntgen-, Gamma-, Elektronen- und Betastrahlen jeder Energie	1	Ganzkörperbestrahlung (kritisches Organ: blutbildende Gewebe)
Schnelle Neutronen sowie Protonen bis zu 10 MeV	10	Ganzkörperbestrahlung (kritische Reaktion: Kataraktbildung)
Natürliche Ausstrahlung von Alpha-teilchen	Vergleichen mit 0,1/Mikrocurie Radium Sonst = 10	Karzinogenese
Schwere Rückstoßkerne	20	Katarakt

15. Sachverständiger

Eine Person, die über die erforderliche Sachkenntnis und Ausbildung verfügt, um ionisierende Strahlungen messen und als Berater für die Durchführung wirksamer Maßnahmen zum Schutze der Einzelnen und für das richtige Funktionieren der Schutzeinrichtungen tätig werden zu können.

16. Höchstzulässige Exposition

In den vorliegenden Normen ist unter „höchstzulässiger Exposition“ die Bestrahlung von außen zu verstehen, die, zeitlich und in den Organismen verteilt, dem Einzelnen und der Bevölkerung nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnis die höchstzulässige Dosis zuführt.

17. Natürlicher Strahlenpegel

Gesamtheit der ionisierenden Strahlungen, die von natürlichen Erd- und kosmischen Strahlern herühren.

18. Fluß

Unter „Fluß“ wird die Anzahl Teilchen verstanden, die in einer Zeiteinheit eine Einheit einer senkrecht zur Strahlungsrichtung stehenden Fläche durchsetzt. Der „Fluß“ wird im allgemeinen in Teilchen je $\text{cm}^2/\text{Sek.}$ ausgedrückt.

19. Inkorporation

Innere Kontamination, bei der radioaktive Stoffe am Stoffwechsel teilnehmen.

20. Bestrahlung

Jede Exposition gegenüber einer ionisierenden Strahlung.

21. Gewollte Bestrahlung

Im voraus kalkulierte und als Risiko in Kauf genommene Ganz- oder Teilexposition gegenüber ionisierenden Strahlungen bei beruflich strahlenexponierten Personen.

22. Behördlich ermächtigter Arzt

Verantwortlicher Arzt, dessen berufliche Eignung und Autorität von der zuständigen Behörde anerkannt und verbürgt werden.

23. rad

Das rad ist die Einheit der Energiedosis: 1 rad = 100 erg pro Gramm bestrahlten Stoffs an dem betreffenden Ort.

24. Radiotoxizität

Auf den ionisierenden Strahlungen eines inkorporierten radioaktiven Elements beruhende Toxizität. Sie hängt nicht nur von der radioaktiven Eigenschaft, sondern auch vom stoffwechselbedingten Umlauf des Elements im Organismus oder im Organ und somit von seinem chemischen und physikalischen Zustand ab.

25. rem

Das rem ist die vom menschlichen Körper absorbierte Dosis ionisierender Strahlungen, welche die gleiche biologische Wirkung hervorrufen wie ein rad einer im gleichen Gewebe absorbierten Röntgenstrahlung.

Die als Bezugsgröße genommene Röntgenstrahlung ist diejenige, deren mittlere spezifische Ionisation gleich 100 Ionenpaaren pro Mikron Strecke im Wasser ist. Dies entspricht Röntgenstrahlen von etwa 250 kV.

Die biologisch wirksame Dosis, ausgedrückt in rem, ist gleich der Energiedosis in rad, multipliziert mit dem R.B.W.-Faktor der entsprechenden Strahlung.

26. Röntgen (C.I.U.R.)

Das Röntgen ist eine solche Menge einer Röntgen- oder Gammastrahlung, daß die mit ihr verbundene Korpkularemission je 0,001293 g Luft Ionen erzeugt, die eine der elektrostatischen Einheit gleiche Menge positiver oder negativer Elektrizität tragen.

27. Strahler

Apparat oder Stoff, der die Fähigkeit hat, ionisierende Strahlungen auszusenden.

28. Abgeschlossener Strahler

Strahler, der aus radioaktiven Stoffen besteht, die in festen und inaktiven Stoffen fest inkorporiert sind, oder der in eine inaktive Hülle eingeschlossen ist, deren Widerstand ausreicht, um bei üblicher betriebsmäßiger Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe zu verhindern und die Möglichkeit einer Kontamination auszuschalten.

29. Offener Strahler

Strahler, der aus radioaktiven Stoffen besteht und dessen Aufmachung nicht so ist, daß ein Austreten radioaktiver Stoffe verhindert und ein Kontaminationsrisiko ausgeschaltet werden kann.

30. Bereiche

Kontrollbereich: Jede Örtlichkeit des Raumes, in dem sich der Strahlenschutz auf die Beachtung von höchstzulässigen Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen gründet. In diesem Bereich sind eine physikalische Kontrolle und eine ärztliche Kontrolle durchzuführen.

Überwachungsbereich: Jede Örtlichkeit des am Rande eines Kontrollbereichs gelegenen Raumes, in der ständige Gefahr besteht, daß die für die Gesamtbevölkerung höchstzulässige Dosis überschritten wird, und in dem sich der Strahlenschutz auf die Beachtung der höchstzulässigen Dosen gründet, die für die in der Nachbarschaft des Kontrollbereichs sich aufhaltende besondere Bevölkerungsgruppe festgesetzt worden ist. In diesem Bereich ist regelmäßig eine physikalische Kontrolle durchzuführen.