Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Bestandsaufnahme zur Personendosisüberwachung und Inkorporationskontrolle in kerntechnischen Anlagen

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 89. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 4. November 1988
Veröffentlicht in: – Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 15

Inhaltsverzeichnis Seite:

1 Einleitung 3

2 Photonen-Dosimetrie 4

3 Beta-Dosimetrie 7

4 Neutronen-Dosimetrie 8

5 Inkorporationskontrolle 9

6 Schlußfolgerungen im Hinblick auf die DGB-Studie 10

7 Literaturverzeichnis 11

1 Einleitung

Nach § 62 der Strahlenschutzverordnung /SSV 76/ sind an Personen, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, die Körperdosen zu ermitteln oder die Personendosen zu messen. Die Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung beziehen sich auf Körperdosen. Die Körperdosen sind jedoch nicht direkt meßbar. Sie werden in der Regel in konservativer Weise aus der gemessenen Personendosis und aus den Ergebnissen der Inkorporationsmessungen abgeleitet.

Als Personendosis gilt der Meßwert eines geeignet kalibrierten Personendosimeters. Die Personendosis ist also eine Meßgröße des praktischen Strahlenschutzes bei äußerer Exposition. Die Inkorporationskontrolle liefert in ähnlicher Weise Meßwerte beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen. Die Kontrolle wird in der Regel durch direkte Messung der Körperaktivität oder der Aktivität der Ausscheidungen durchgeführt. In besonderen Fällen kann sie auch indirekt durch Messung der Luftaktivität erfolgen.

Auf die Körperdosisermittlung kann verzichtet werden, wenn kein Verdacht besteht, daß Grenzwerte überschritten wurden /SSV 76/. Erst wenn aufgrund der Messungen der Personendosis oder der Inkorporationskontrolle oder aufgrund sonstiger Umstände dieser Verdacht entstanden ist, sind die Körperdosen unter Berücksichtigung der Bestrahlungsumstände zu ermitteln. Andernfalls wird die Körperdosis gleich der Personendosis bzw. der durch Inkorporationsmessung und Vergleich mit den Jahresaktivitätszufuhrgrenzwerten ermittelten Dosis gesetzt.

Die amtlichen und betrieblichen Messungen zur Personendosisüberwachung und Inkorporationskontrolle haben somit zum Ziel, die Einhaltung der Grenzwerte, insbesondere die der Anlage X der Strahlenschutzverordnung, zu überwachen. Die zur Zeit praktizierte amtliche und betriebliche Personendosimetrie und Inkorporationskontrolle erfüllen diese Aufgabe.

Die Überwachung der Sicherheit der beruflich strahlenexponierten Personen und die Optimierung des Strahlenschutzes werden nicht allein durch ein im Bereich der Dosisgrenzwerte hinreichend konservatives und zuverlässiges Personendosisüberwachungssystem von vergleichsweise hohem Standard, sondern auch durch ein Bündel zusätzlicher, aufeinander abgestimmter Maßnahmen gewährleistet, wie zum Beispiel Kontaminations- und Ortsdosisleistungsmessungen sowie Luftaktivitätsbestimmungen. Diese Messungen haben überwiegend präventiven Charakter, während die Personendosismessungen und die Messungen der Körperaktivität eher als bestätigende Kontrolle dafür anzusehen sind, daß sich die genehmigten Strahlenexpositionsverhältnisse und Arbeitsplatzbedingungen nicht unbemerkt verschlechtert haben.

Bei Dosen weit unterhalb der Dosisgrenzwerte, etwa im Bereich der natürlichen Strahlenexposition, haben die Meßergebnisse der Personendosisüberwachung und Inkorporationskontrolle geringere praktische Relevanz. Sie dienen dazu, die Wirksamkeit der betrieblichen Strahlenschutzmaßnahmen zu überwachen und qualitativ zu bewerten. Sie dienen auch zur Beweissicherung. Da die Beweissicherung jedoch zunehmend an Bedeutung gewinnt, erhebt sich die Frage, ob auch Körperdosen unterhalb der Grenzwerte durch das derzeit praktizierte amtliche und betriebliche System der Personendosimetrie und Inkorporationskontrolle hinreichend sicher approximiert werden. Diese Frage soll in dieser Bestandsaufnahme für die verschiedenen Expositionsmöglichkeiten und Strahlenarten untersucht werden.

Die Frage kann nicht separat für die amtliche bzw. betriebliche Seite behandelt werden, sondern beide müssen im Zusammenhang gesehen werden.

Die amtliche Personendosimetrie liefert – neben ihrer primären Aufgabe, der Kontrolle und Dokumentation der Personendosis durch eine unabhängige Stelle – auch Aussagen hinsichtlich der kollektiven Strahlenexposition zur qualitativen Bewertung des präventiven Strahlenschutzes.

Die Erstellung arbeitsplatzspezifischer Expositionsmodelle und die physikalische Beschreibung des Strahlenfeldes, die Voraussetzung für eine realistische Körperdosisermittlung sind, können von der amtlichen Dosimetrie routinemäßig nicht geleistet werden; eine evtl. notwendige individuelle Körperdosisermittlung, aber auch die arbeitsplatzspezifische Optimierung des Strahlenschutzes, muß deshalb Aufgabe des betrieblichen Strahlenschutzes bleiben. Die SSK erinnert an ihre Empfehlung zur Zusammenführung der amtlichen Personendosimetrie und der innerbetrieblichen Überwachung /SSK 88/, um die Daten u.a. für das zentrale Dosisregister zur Verfügung zu haben. Ferner hat die SSK empfohlen /SSK 88/, die Dokumentierung und Aufbereitung der Daten aus der Personendosimetrie und aus der Inkorporationsmessung zu vereinheitlichen.

Die von den Meßstellen ausgegebenen Personendosimetersonden unterliegen einer mehrfachen Qualitätskontrolle. Neben der internen Kontrolle in der Meßstelle werden jährlich Vergleichsmessungen für Photonendosimeter von der PTB durchgeführt. Bei internationalen Vergleichen, z.B. im Rahmen der EG, lagen die Ergebnisse deutscher Meßstellen in der Spitzengruppe. Regelmäßiger Erfahrungsaustausch der Meßstellen untereinander und enge Kontakte mit Forschungseinrichtungen führen zu laufenden Verbesserungen der Personendosisüberwachung.

Ideale, für alle Strahlenarten und Meßaufgaben gleich gut geeignete Dosimeter gibt es nicht. Für den jeweiligen Meßzweck muß das am besten geeignete Dosimeter ausgewählt werden. Je komplexer das Strahlenfeld ist, desto aufwendiger muß das Personendosimeter sein. Unter Umständen müssen mehrere Personendosimetersonden von einer Person getragen werden /SSV 76, RöV 87/.

Für die Inkorporationskontrolle und die Personendosisüberwachung, und zwar für Photonen-, Beta- und Neutronenstrahlung getrennt, wird in dieser Bestandsaufnahme auf den gegenwärtigen Stand der Meßtechnik eingegangen. Auf mögliche Verbesserungen wird hingewiesen. Dabei liegt das Schwergewicht auf der besonderen Problematik bei der Messung kleiner Dosen.

2 Photonen-Dosimetrie

Die überwiegende Exposition sowohl hinsichtlich der Anzahl der Überwachten als auch hinsichtlich der Höhe der Dosen wird durch Photonen verursacht. Die meisten Auswertungen in der Personendosisüberwachung der bundesdeutschen Meßstellen entfallen somit auf Photonendosimeter. Von diesen waren über 95 % Filmdosimeter, weniger als 1 % Phosphatglasdosimeter und etwa 3 % Thermolumineszenzdosimeter; die letzteren werden ausschließlich als Teilkörperdosimeter eingesetzt. Eine Beschreibung der von den Meßstellen verwendeten Bauarten findet man in /Bö 86/. In Europa beträgt der Anteil der Filmdosimeter an der Gesamtzahl der Ganzkörperdosimeter mehr als 80 %. In den Ländern, in denen auch Thermolumineszenzdosimeter vom Gesetzgeber zugelassen sind, beträgt dieser Anteil 60 % /Har 86/.

Der Grund für die bevorzugte Benutzung des Filmdosimeters ist, daß neben dem Dosismeßwert selbst und der Möglichkeit seiner Archivierung zu Dokumentationszwecken noch zusätzliche Angaben über die Bestrahlungsbedingungen, wie z.B. Strahleneinfallsrichtung und -qualität, geliefert werden. Diese Angaben helfen in vielen Fällen bei der Ermittlung der Körperdosis und sind deshalb bei erhöhten Expositionen von besonderem Wert und ermöglichen gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

Das Filmdosimeter hat eine untere Nachweisgrenze von 0,2 - 0,4 mSv bei sehr harter Gammastrahlung (> 0,4 MeV nach DIN 6816). Bei weicher Strahlung (< 0,06 MeV) liegt die Nachweisgrenze sogar bei 0,02 mSv. Das heißt, bei einem Kollektiv von Dosimetern, die mit dieser Dosis bestrahlt worden sind, werden 95 % als bestrahlt erkannt. Dieser Wert dürfte unter Routinebedingungen jedoch nicht immer erreichbar sein. Bei visueller Durchmusterung kann es vorkommen, daß bei harter und sehr harter (> 0,15 MeV) Gammastrahlung auch Dosen bis zu 0,4 mSv nicht erkannt werden. Hier kann z.B. eine photometrische Durchmusterung im Hinblick auf Nulleffektsabweichungen teilweise Abhilfe schaffen.

Als Alternativen zum Filmdosimeter bieten sich Thermolumineszenzdosimeter (TLD) und Photolumineszenzdosimeter an. Das Exoelektronendosimeter ist für den Routinebetrieb noch nicht einsetzbar. Im Gegensatz zum Film sind TLD's wiederverwendbar. Das gestattet prinzipiell eine Einzeldetektorkalibrierung, die eine etwas geringere Streubreite ermöglicht als bei Filmen, bei denen nur eine Chargenkalibrierung anhand repräsentativer Proben möglich ist.

Die größere Streubreite des Filmdosimeters im niedrigen Dosisbereich bis 0,4 mSv sollte nicht überbewertet werden. Die in der amtlichen Richtlinie /AM 79/ und in DIN 6816 /DIN 84/ geforderten Meßgenauigkeiten (Vertrauensbereiche) werden eingehalten. Das bedeutet, daß bei Dosen von 0,2 mSv der Meßfehler ± 100 % betragen darf. Bei statistischer Verteilung der Meßabweichungen um den wahren Wert ergeben sich für die Lebenszeitdosis jedoch Meßgenauigkeiten, die für praktische Belange und zur Beweissicherung ausreichend sind.

Die Einhaltung der von DIN 6816 geforderten Meßgenauigkeit wird durch Vergleichsmessungen, die regelmäßig von der PTB durchgeführt werden, für alle Dosimeter unter den bei solchen Vergleichsmessungen gegebenen Bedingungen bestätigt. Die Vergleichsmessungen zeigen, daß im Dosisbereich von 0,2 bis 1000 mSv und für Photonenenergien von 20 keV bis 3 MeV alle einbezogenen Film-, Photolumineszenz- und Thermolumineszenzdosimeter die festgelegten Bedingungen für die Meßgenauigkeit erfüllen und daß die Unterschiede der Meßergebnisse unerheblich sind. So haben Vergleichsmessungen der PTB im Jahre 1986, die den Bereich niedriger Dosen betrafen, gezeigt, daß sogar für sehr harte Photonenstrahlung, für die das Ansprechvermögen des Films am niedrigsten ist, die Ergebnisse innerhalb der durch die Richtlinie /AM 79/ festgelegten Grenzen lagen. Die Bedingungen für die Vergleichsmessungen waren stets so gewählt, daß durch Misch- und Schrägbestrahlungen die Grenzen der Dosimeter angesteuert wurden, wodurch die in den überwachten Betrieben vorkommenden Bestrahlungsbedingungen im wesentlichen abgedeckt wurden. Damit erscheint die Realitätsnähe in diesem Punkt hinreichend gegeben.

Andererseits wird es sich kaum vermeiden lassen, daß Testmessungen besonders sorgfältig ausgewertet werden und deshalb evtl. günstigere Ergebnisse liefern als Routinemessungen. Dies gilt im Prinzip, jedoch mit unterschiedlichem Gewicht, für alle Dosimeterarten. Es wäre deshalb zu prüfen, die Richtlinie /AM 79/ dahingehend zu ändern, daß Vergleichsmessungen mit Dosimetern durchgeführt werden sollten, die unbemerkt in die Routineüberwachung einge-

schleust werden. Insbesondere die Zuverlässigkeit der visuellen Erkennung unbestrahlter Dosismeßfilme durch das Personal der Meßstelle könnte dadurch überprüft werden.

Seit etwa einem Jahr werden alle Filme, die sehr harter Photonenstrahlung ausgesetzt gewesen sein können, ausnahmslos photometrisch untersucht. Bei weicherer Photonenstrahlung wird die visuelle Erkennung kleiner Dosen weiterhin durchgeführt, was wegen des höheren Ansprechvermögens des Films bei weicherer Photonenstrahlung auch ohne Schwierigkeiten und mit sehr niedriger Nachweisgrenze möglich ist.

Im Rahmen der Eichordnung bedürfen alle Personendosimeter-Bauarten für Photonenstrahlung, die von amtlichen oder betrieblichen Dosimetriestellen verwendet werden, der Zulassung. Diese kann aufgrund einer Bauartprüfung oder einmal durchgeführter erweiterter Vergleichsmessungen erfolgen. Die Teilnahme an zusätzlichen regelmäßigen Vergleichsmessungen ist ebenfalls erforderlich.

In der DGB-Studie /DGB 86/ wird über Messungen berichtet, die zu belegen scheinen, daß die Fehler bei der Filmdosimetrie unterhalb von 0,8 mSv weit größer sind, als in der o.g. Richtlinie /AM 79/ und der DIN-Norm gefordert und in den PTB-Vergleichsmessungen ermittelt wurden. Diese Messungen wurden mit verschiedenen Personendosimetern und teilweise mit Ortsdosisleistungsmeßgeräten durchgeführt. Bezüglich der Wertung dieser Ergebnisse sind in einigen Punkten auch andere Interpretationen als die der Autoren möglich:

– Bei der Personendosismessung wurde nicht berücksichtigt, daß die Filmdosimeter durch entsprechende Kalibrierung die natürliche Strahlung aus dem Meßwert eliminieren, weil die natürliche Strahlung in die Ermittlung der beruflichen Strahlenexposition nicht einzubeziehen ist. Deshalb sind alle anderen Dosimetermeßwerte um diesen Wert zu verringern, was dem Eindruck, der Film würde kleine Dosen unterschätzen, beträchtlich entgegenwirkt.

– Es wird berichtet, daß der Film tendenziell niedrigere Dosen liefert als das Stabdosimeter. Diese Aussage wird durch andere Untersuchungen nicht gestützt. So ist nach /Rü 86/ die Übereinstimmung beider Dosimetersysteme gut. Dennoch wäre eine derartige Tendenz, insbesondere bei visueller Auswertung des Stabdosimeters, vorstellbar. Sie ginge aber dann wahrscheinlich zu Lasten des Stabdosimeters, denn das Stabdosimeter tendiert wegen subjektiv begründeter Ableseungenauigkeiten im niedrigen Dosisbereich und wegen Selbstablaufs zur Überschätzung kleinerer Dosen. Die auch bei höheren Dosen von einigen Autoren /Sch 87/ beobachteten Diskrepanzen bei bestimmten Strahlenfeldern sollten weiter untersucht werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei Filmdosimetern im Vergleich zu Festkörperdosimetern eine etwas größere Meßunsicherheit im niedrigen Dosisbereich (< 0,4 mSv) bei sehr harter Gamma-Strahlung besteht. Die Nachteile hinsichtlich der Meßgenauigkeit sind aber, bezogen auf die Lebenszeitdosis, gering und werden kompensiert durch die gute Dokumentierbarkeit und die erwähnten Zusatzinformationen, die der Film bietet und die von großer praktischer Bedeutung sind, insbesondere bei den für die Gesundheit der Beschäftigten wirklich relevanten höheren Dosen und bei Dosisüberschreitungen. Die SSK sieht deshalb keine Notwendigkeit, das bestehende System der Photonen-Personendosimetrie grundlegend zu ändern. Bei der aufgrund der neuen Eichordnung sowieso notwendigen Überarbeitung der amtlichen Richtlinie /AM 79/ sollte darauf geachtet werden, daß eine Qualitätskontrolle der Meßstellen mit unbemerkt eingeschleusten Dosimetersonden erfolgt.

3 Beta-Dosimetrie

In den meisten Fällen ist die durch Betastrahlung erzeugte Dosis eine Teilkörperdosis der Haut an den unbedeckten Extremitäten. Sie wird überwiegend durch Teilkorperdosimeter mit Thermolumineszenzsonden überwacht. Als Kontrolldosimeter für die Bestrahlung der übrigen Körperpartien hat das Filmdosimeter nach wie vor Bedeutung und sollte, entsprechend dieser Aufgabenstellung, für den Nachweis mittlerer und harter Betastrahlung geeignet sein.

Bei harter Betastrahlung, z.B. von Sr 90/Y 90 oder Tl 204, wird die Dosis mit Filmdosimetern ausreichend sicher ermittelt. Die Ermittlung der Personendosen geschieht bei einigen Meßstellen in der Routineauswertung nach Maßgabe der DIN 6816 und macht keine Sonderauswertungen erforderlich. Empfindlichkeit und Energieabhängigkeit des Films sind für praktische Belange selbst im niedrigen Dosisbereich ausreichend.

Für eine Erkennung von Betastrahlung mit mittleren Energien oberhalb etwa 100 keV ist das Filmdosimeter im Prinzip gut geeignet. Dies haben Vergleichsmessungen im Rahmen der EG im Jahre 1986 deutlich gezeigt. In der Praxis jedoch treten überwiegend gemischte Photonen-Betastrahlungsfelder auf, und es ist dann generell schwierig, den von den Photonen- und der Betastrahlung stammenden Dosisanteil getrennt zu bestimmen. In diesen Fällen muß, wie bei der Körperdosisermittlung, durch weitere Informationen vom Betreiber über die Art der Tätigkeit und des Strahlenfeldes eine Korrektur erfolgen.

Die Kalibrierung erfolgt i.a. nur bei einer Referenzbedingung, z.B. mit einer Sr 90-Quelle. Es ist grundsätzlich anzustreben, daß sich die Kalibrierung der Personendosimeter an realen betrieblichen Strahlenfeldern orientiert. Die Kalibrierung mit punktförmigen Betastrahlern, wie sie mit den kommerziell erhältlichen Sekundärstandards üblich ist, reicht dann aus, wenn die Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie, vom Einfallswinkel und vom Quellenabstand berücksichtigt wird. Es ist jedoch weder durchführbar noch wünschenswert, die Kalibrierung auf einzelne reale Strahlenfelder abzustellen, da die realen Strahlenfelder so stark schwanken, daß auf diese Weise erheblich größere Meßfehler zu erwarten wären. Deshalb ist eine Kalibrierung vorzuziehen, die die realen Bedingungen in konservativer Weise abdeckt.

Der meßtechnische Nachweis der vorwiegend weichen Betastrahlung, die in erster Linie zu einer Teilkörperdosis der Haut an den Händen führt, ist mit Hilfe von Standard-Fingerringdosimetern unbefriedigend, denn Dosen unterhalb der Grenzwerte werden tatsächlich nicht richtig erfaßt. Die von deutschen Meßstellen ausgegebenen Fingerringdosimeter sind für Photonenstrahlung vorgesehen. Mit diesen Sonden werden Expositionen durch Betastrahlung in erheblichem Umfang unterschätzt. Lediglich eine Meßstelle wertet ein Fingerringdosimeter mit dünnen Thermolumineszenz-Detektoren aus, das im gesamten Energiebereich der Betastrahlung anwendbar ist. Andere Bauarten von Fingerringen, z.B. mit Exoelektronendetektoren, sind in der Erprobung. Ein anderes Problem stellen die extrem inhomogenen Bestrahlungsbedingungen an den Händen dar, die eine Dosismessung an der am stärksten exponierten Stelle erschweren.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Teilkörperdosimeter für Betastrahlung bis jetzt nur von einer Meßstelle angeboten werden. Bei der Überarbeitung der amtlichen Richtlinie /AM 79/ sollte erwogen werden, ob nicht für jedes zur Überwachung verwendete Betadosimeter vollständige technische Spezifikationen mit Angaben über den Meßbereich, die Energie- und Winkelabhängigkeit usw. vorliegen müssen. Diese könnten z.B. im Rahmen von einmaligen erweiterten Vergleichsmessungen der

PTB ermittelt werden, die nicht, wie bei Photonendosimetern, im Rahmen der Eichordnung erfolgen. Eine Qualitätskontrolle der Meßstellen, ggf. mit unbemerkt eingeschleusten Dosimetern, sollte analog zu den Verfahren bei der Photonendosimetrie eingeführt werden.

4 Neutronen-Dosimetrie

Die Meßverfahren zur Neutronen-Personendosimetrie sind schwierig und weiterentwicklungsbedürftig /SSK 88/. Deshalb hat die Neutronendosimetrie nicht denselben Qualitätsstandard erreicht wie die Photonendosimetrie.

Der bis vor kurzem noch häufig eingesetzte Kernspurfilm eignet sich nur zum Nachweis schneller Neutronen mit Energien von mehr als 1 MeV. In den von den Meßstellen ausgegebenen Universalkassetten können zusätzlich thermische Neutronen mit Hilfe des Gamma-Films und eines Cd-Filters über (n,γ)-Reaktionen nachgewiesen werden. Für epithermische Neutronen ist mit der Universalkassette ein Nachweis nicht möglich. Während die Mängel im niederenergetischen Bereich aufgrund ihres i. a. geringen Anteils zur Dosis noch hingenommen werden können, erweisen sich die Schwächen des Kernspurfilms beim Nachweis schneller Neutronen wegen der Energieabhängigkeit als entscheidendes Defizit dieses Dosimetrieverfahrens.

Daher ist bereits seit 1983 zum Zwecke der Neutronen-Personendosimetrie ein Albedoneutronendosimeter mit TL-Detektor erprobt und Anfang 1987 anstelle des Kernspurfilms eingeführt worden. Dieses System hat Aussicht, ein Universaldosimeter für alle Neutronen zu werden. Es erfordert allerdings eine bereichs- oder arbeitsplatzspezifische Kalibrierung. Die Ergebnisse der praktischen Erfahrungen bleiben abzuwarten, bevor eine endgültige Bewertung dieses Dosimetriesystems möglich ist. Es entspricht jedoch dem derzeitigen Stand der Technik, da Alternativen, wie die Kernspurätzdetektoren, noch im Entwicklungsstadium sind.

Die Gewähr dafür, daß trotz dieser Übergangssituation der Beitrag der Neutronendosis zur Körperdosisermittlung beruflich strahlenexponierter Personen hinreichend berücksichtigt wurde, liefern innerbetriebliche Ortsdosisleistungsmessungen mit Hilfe der sogenannten RemCounter. Dieses Verfahren ist insgesamt sehr konservativ, obwohl das Ansprechvermögen für thermische Neutronen vermindert sein kann /DGB 86/. Dieses wird in kerntechnischen Anlagen dadurch überkompensiert, daß bei intermediären Energien die Dosen um einen Faktor 3 und mehr überschätzt werden /SSK 88/.

Die Strahlenschutzkommission empfiehlt, die Erfahrungen mit der Albedodosimetrie, die Weiterentwicklung der Kernspurätzdetektoren und die Diskussion um die Erhöhung des Qualitätsfaktors für Neutronen abzuwarten und zu gegebener Zeit eine erneute Bewertung vorzunehmen.

5 Inkorporationskontrolle

Bei innerer Exposition ist die Körperdosis unter Verwendung von Dosisfaktoren aus der zugeführten Aktivität, z. B. über die Messung der Luftkontamination oder aus der Aktivität der inkorporierten Radionuklide, etwa durch Ganzkörpermessungen oder Ausscheidungsanalyse, zu ermitteln. Hierbei ist jeweils dasjenige Verfahren anzuwenden, für das die benötigten Daten vollständiger oder genauer bekannt sind bzw. bestimmt werden können /SSK 88/. Unter diesen

Voraussetzungen ist unbestritten, daß die Meßgenauigkeit ausreicht, um die Einhaltung der Grenzwerte auch unter Einbeziehung der Dosen durch externe Exposition nachzuweisen.

Die Empfindlichkeit dieser Nachweisverfahren ist so auszulegen, daß eine Inkorporation zu Beginn der Überwachungsperiode oberhalb von 5 % des Jahresaktivitätszufuhrgrenzwertes (JAZ-Wert) noch erkannt wird /BMI 78/. Das ist in erster Linie eine Frage der Länge des Überwachungszeitraums und damit der Häufigkeit der Messungen. Mit den in der Praxis angewendeten Nachweisverfahren kann die Einhaltung dieser Forderung bei bestimmten Nukliden und praktikablen Überwachungsperioden Schwierigkeiten bereiten.

Für die Mehrzahl der Radionuklide ist der Nachweis jedoch problemlos, weil diese über eine hinreichend energiereiche Gammastrahlung im Ganzkörperzähler genau genug nachgewiesen werden können. Mit den in der Bundesrepublik Deutschland z.Z. anerkannten bzw. in Betrieb befindlichen Ganzkörper- und Teilkörper-Meßstellen werden untere Nachweisgrenzen von 0,05 bis 0,1 kBq erreicht. Werden bei der Überwachung die erforderlichen Zeitabstände eingehalten, die nach der "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle (§62 und §63 StrlSchV)" /BMI 78/ und der "Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Richtlinie zu §63 StrlSchV)" /BMI 81/ vorgesehen sind, so sind die geforderten Bedingungen für eine Erkennung von 5 % der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr in der jeweiligen Überwachungsperiode gegeben. Sollten im Falle von Radionukliden mit sehr kurzen Halbwertszeiten die notwendigen Zeitabstände unzumutbar kurz werden, so kann - sofern es sich um einen Personenkreis von mehreren betroffenen Personen handelt - die individuelle Inkorporationsmessung jeder einzelnen Person durch eine sich zeitlich überlappende zyklische Stichprobenmessung aufeinanderfolgender Personen "stellvertretend" für die Inkorporationsbedingungen der Gruppe ersetzt werden.

Bei reinen Alpha- oder Beta-Strahlern sind Ausscheidungsanalysen durchzuführen. Bei bestimmten Plutoniumverbindungen erweist sich diese Methode aufgrund des extrem niedrigen JAZ-Wertes als nicht hinreichend empfindlich. Diese könnten nur durch 14-tägige Stuhlanalysen mit der geforderten Empfindlichkeit nachgewiesen werden. Ein solches Verfahren erscheint kaum praktikabel.

Zur Kontrolle der Plutonium-Inkorporation ist deshalb eine indirekte Inkorporationsüberwachung durch Messung der Raumluftaktivitätskonzentration und unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit vorzuziehen. Mit dieser Methode ist sichergestellt, daß Inkorporationen in der Größenordnung von 5 % des JAZ-Wertes nicht unentdeckt bleiben, sofern die Luftprobenahme an der repräsentativen Stelle erfolgt. Die entsprechenden Aktivitätskonzentrationen in der Größenordnung von 10^{-3} bis 10^{-2} Bq/m^3 stellen jedoch kein meßtechnisches Problem dar. Meßtechnisch, nämlich durch Luftprobennahme mit entsprechender Sammelzeit und späterer Laborauswertung, ist es möglich, diesen Wert noch deutlich niedriger anzusetzen, so daß nicht erkannte räumliche Konzentrationsschwankungen dadurch weitgehend abgedeckt werden können.

Wenn die in dieser Weise festzulegenden Aktivitätskonzentrationswerte erreicht oder überschritten werden, setzen individuelle Kontrollen der betroffenen Personen ein. Sie bestehen darin, daß diese Personen sofort Urin- und Stuhlanalysen in den folgenden drei Tagen zwecks Analyse sammeln. Mit diesen Meßergebnissen ist eine Abschätzung der individuellen Dosis ausreichend genau möglich, da der Zufuhrzeitpunkt bekannt ist. Zusätzlich können Ganzkörper- und Teilkörper-Messungen vorgenommen werden.

Es kann somit festgestellt werden, daß das bestehende System der Inkorporationskontrolle, sofern es sachgerecht angewendet wird, nicht nur Grenzwerte, sondern auch Inkorporationen im Bereich von 5 % der JAZ-Werte nachweisen kann.

6 Schlußfolgerungen im Hinblick auf die DGB-Studie

– Die Stellungnahme der SSK zur beruflichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik /SSK 88/ behält auch bei Würdigung der Ergebnisse der DGB-Studie /DGB 86/ voll ihre Gültigkeit.

– Die in /DGB 86/ dargelegten Defizite können nur zum geringeren Teil bestätigt werden und wurden in der Bewertung der Projektergebnisse zum Teil fehlerhaft oder zu pauschal dargestellt.

– Tatsächliche Defizite der Dosimeter für die Teilkörperdosimetrie und der Neutronendosimetrie waren schon vorher bekannt und sind durch Entwicklung und Einführung neuer Dosimeter und durch ein Bündel ergänzender Überwachungsmaßnahmen im Zusammenwirken der amtlichen und betrieblichen Überwachung aufgefangen worden.

– Die in der DGB-Studie /DGB 86/ geforderte Fortentwicklung der Dosimetrie stimmt mit den von der SSK empfohlenen Forschungsschwerpunkten weitgehend überein.

– Die Strahlenschutzkommission stimmt mit der DGB-Studie in der entscheidenden Aussage überein, daß der Strahlenschutz und insbesondere die qualifizierte Personendosisüberwachung der Beschäftigten in kerntechnischen Anlagen stets gewährleistet war und ist.

7 Literaturverzeichnis

/AM 79/ Anforderungen an die nach Landesrecht zuständige Meßstelle nach § 63 Abs. 3 Satz 1 StrlSchV und §40 Abs. 2 Satz 4 RöV; GMBl, Ausg. B 30, Jahrg. Nr. 22, S. 437 - 447, 1979

/BMI 78/ Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle (§§ 62 und 63 StrlSchV), GMBl., Ausg. A, 29. Jahrgang, Nr. 22, S. 348 - 354, 1978

/BMI 81/ Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Richtlinie zu § 63 StrlSchV). GMBl. Nr. 23, S. 231 - 336, 1981

/Bö 86/ J. Böhm, G. Buchholz:
Vergleichsmessungen mit Personendosimetern in den Jahren 1979 bis 1984. Teil 1: Durchführung der Vergleichsmessungen und Beschreibungen der Personendosimeter. PTB-Mitteilung 96, 232 (1986)

/DGB 86/ "Arbeitsbedingungen in nuklearen Wiederaufarbeitungsanlagen"
DGB/ARGE-TA, Düsseldorf, Dez. 1986

/DIN 84/ Deutsche Normen, Filmdosimetrie nach dem filteranalytischen Verfahren zur Strahlenschutzüberwachung, DIN 6816, Mai 1984

/Har 86/ J.R. Harvey, J.A.B. Gibson:
"A Survey of Personnel Monitoring in European Countries" . Rad. Prot. Dos. 14, 11 (1986)

/RöV 87/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV) vom 8. Jan. 1987, BGBl, Teil I, S. 114, 1987

/Rü 86/ P. Rübenberg:
Dosimetrie im KKS. Gute Übereinstimmung zwischen Stabdosis und Filmdosis. Atomwirtschaft Nr. 11, Nov. 1986

/Sch 87/ Vergleich von Film- und Stabdosen. Untersuchung von Scharmann, Schalck. Gießen, 1987

/SSK 88/ Zur beruflichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 8, Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, 1988

/SSV 76/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13. Okt. 1976, BGBl, Teil I Nr. 125, S. 2905-2995, 1976