

TEIL III

BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITION

(OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURES)

1. Personendosismessungen *(Personal dose measurements)*

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, Oberschleißheim

1.1 Vorbemerkungen *(Preliminary remarks)*

Personen, die mit radioaktiven Stoffen umgehen, Röntgenstrahlen anwenden oder an sonstigen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen tätig sind und sich dabei in Kontrollbereichen aufhalten, unterliegen der physikalischen Strahlenschutzüberwachung nach § 40 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und § 35 Röntgenverordnung (RöV). Soweit bei diesen Personen nur die Möglichkeit der Strahlenexposition von außen besteht, also nicht durch Inkorporation radioaktiver Stoffe, erfolgt die Strahlenschutzüberwachung überwiegend mit Hilfe von Personendosismessungen. Dazu werden Personendosimeter von den sechs in den Bundesländern nach Landesrecht zuständigen Personendosismessstellen ausgegeben und ausgewertet. Die amtlichen Personendosimeter sind in der Regel Filmplaketten. Für die Überwachung nach StrlSchV werden in geringer Anzahl auch Radiophotolumineszenz-Dosimeter (Glasdosimeter) und Albedo-Dosimeter ausgegeben.

Das folgende Kapitel 1.2 bezieht sich auf die Personendosisüberwachung und gibt die effektive Dosis durch äußere Strahlung an. In einigen Fällen sind zusätzliche Messungen, z. B. an besonders exponierten Körperstellen (z. B. den Fingern) erforderlich. Spezielle Berufsgruppen in ausgewählten kerntechnischen Anlagen werden in Kapitel 1.3 näher betrachtet.

Mit der Novelle der Strahlenschutzverordnung wurde die Überwachung auch auf Personen ausgedehnt, die einer erhöhten Strahlenexposition durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz (Kapitel 1.4) oder der kosmischen Strahlung beim Fliegen ausgesetzt sind (Kapitel 1.5).

1.2 Übersicht über alle beruflich strahlenexponierten Personen *(Overview of data for all occupationally exposed persons)*

Die Zahlenangaben in den Tabellen 1.2-1 bis 1.2-4 beruhen auf den Auswertungen des Strahlenschutzregisters im Bundesamt für Strahlenschutz. Im Strahlenschutzregister werden u. a. die monatlichen Dosisfeststellungen der behördlich bestimmten Messstellen in einer zentralen Datenbank personenbezogenen zusammengeführt. Die Gesamtzahl der überwachten Personen und der Betriebe, in denen beruflich strahlenexponierte Personen arbeiten, kann aus Tabelle 1.2-1 entnommen werden. Da 77% der überwachten Personen im Bereich der Medizin tätig sind, ist in dieser Tabelle der Anteil des Arbeitsbereiches Medizin gesondert ausgewiesen.

Bis einschließlich dem Jahr 1998 basieren die Statistiken auf den aggregierten Daten der Messstellen. Bis dahin entspricht der Anzahl der Überwachten eine geringere Anzahl natürlicher Personen, da es bei Arbeitskräften mit wechselndem Arbeitsplatz zu Mehrfachzählungen gekommen ist. Ab dem Jahr 1999 werden durch die personenbezogene Auswertung im Strahlenschutzregister diese Mehrfachzählungen vermieden. Deshalb sind im Vergleich zu den Vorjahren die Personenzahlen niedriger.

Die amtliche Personendosimetrie bietet den zuständigen Aufsichtsbehörden die Möglichkeit, die Einhaltung der Grenzwerte der Körperdosis nach § 55 und 56 StrlSchV und § 31a und 31b RöV bei den überwachten Personen zu kontrollieren. Für die Mehrzahl der mit Personendosimetern überwachten Personen ist der Grenzwert der effektiven Dosis auf 20 mSv im Jahr festgelegt. Die Gesamtzahl der Personendosisfeststellungen (Tabelle 1.2-2) oberhalb dieses Wertes liegt - bezogen auf die Gesamtzahl der Überwachten - bei 0,004% im Jahr 2004.

Da mit den Personendosimetern die Körperdosis nicht unmittelbar gemessen werden kann, bedeutet die Feststellung einer Personendosis, die größer ist als ein Grenzwert der Körperdosis, nicht zwangsläufig bereits eine Überschreitung dieses Grenzwertes, z. B. wenn das Dosimeter während der Exposition nicht am Körper getragen wurde. Dennoch soll ein solches Ereignis den Strahlenschutzverantwortlichen oder -beauftragten im Betrieb veranlassen, unter Aufsicht der zuständigen Behörde die Ursache des Expositionsfalles zu klären und eine Wiederholung zu verhindern. Soweit die Ergebnisse nachfolgender Ermittlungen bekannt geworden sind, wurden sie in der Tabelle 1.2-2 berücksichtigt.

Die Zusammenstellung der Fälle mit erhöhter Personendosis (Tabelle 1.2-2) gibt nur Aufschluss über den Stand der Einhaltung der Grenzwerte nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung. Ein quantitatives Bild der Strahlenexposition vermitteln die Häufigkeitsverteilungen der Jahrespersonendosen. Die Jahrespersonendosis ist die Summe aller dem Strahlenschutzregister mitgeteilten, gültigen Personendosiswerte einer Person im Kalender-

jahr. Die Dosisanteile durch natürliche Strahlenexposition sind bereits subtrahiert. In der Tabelle 1.2-3 ist jeweils für den medizinischen und nichtmedizinischen Arbeitsbereich die Anzahl von Personen angegeben, für die während des ganzen Jahres keine Personendosis bzw. Jahrespersonendosen zwischen 0,1 und 0,2 mSv, zwischen 0,2 und 0,4 mSv usw. registriert wurden. Wurde während des ganzen Jahres die untere Erkennungsgrenze der verwendeten Ganzkörperdosimeter von 0,05 mSv unterschritten, dann wird für die überwachte Person eine Jahrespersonendosis von 0 mSv festgelegt. Demnach wurde für den größten Teil der überwachten Personen keine Personendosis festgestellt. Die gesamte erfasste berufliche Strahlenexposition verteilte sich auf nur rund 16% aller mit Personendosimetern überwachten Personen.

Tabelle 1.2-4 enthält Angaben aus den letzten beiden Jahren über die mittlere Jahrespersonendosis pro überwachter Person und die Jahreskollektivdosis aller mit Personendosimetern überwachten Personen. Die mittlere Jahrespersonendosis im Jahr 2004 betrug 0,13 mSv. Die gegenüber dem nichtmedizinischen Bereich niedrigeren Mittelwerte des medizinischen Bereichs sind im Wesentlichen auf den höheren Anteil an Personen zurückzuführen, die zwar einer regelmäßigen Überwachung unterliegen, jedoch praktisch keine Strahlenexposition erhalten. Die Jahreskollektivdosis ist die Summe aller dem Strahlenschutzregister gemeldeten gültigen Personendosiswerte im Kalenderjahr. Im Jahr 2004 betrug sie 42 Personen-Sv.

Tabelle 1.2-1 Überwachung mit amtlichen Personendosimetern im Jahr 2004
Anzahl der überwachten Personen und Betriebe, Anteile im medizinischen Arbeitsbereich
(Monitoring with official personal doseimeters in the year 2004
Number of monitored persons and plants, proportions in the medical occupational area)

| Bundesland | Überwachte Personen | | Überwachte Betriebe | |
|-------------------------|---------------------|---------|---------------------|---------|
| | Gesamt | Medizin | Gesamt | Medizin |
| Baden-Württemberg | 44.642 | 31.456 | 3.412 | 2.702 |
| Bayern | 57.264 | 42.803 | 4.379 | 3.702 |
| Berlin | 15.958 | 11.863 | 976 | 762 |
| Brandenburg | 5.981 | 4.871 | 446 | 337 |
| Bremen | 3.025 | 2.576 | 243 | 192 |
| Hamburg | 10.427 | 5.937 | 620 | 490 |
| Hessen | 25.342 | 17.807 | 1.781 | 1.436 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 5.385 | 3.729 | 320 | 256 |
| Niedersachsen | 28.124 | 21.645 | 2.367 | 1.938 |
| Nordrhein-Westfalen | 66.143 | 53.889 | 5.473 | 4.630 |
| Rheinland-Pfalz | 14.229 | 11.995 | 1.035 | 878 |
| Saarland | 4.440 | 4.039 | 421 | 369 |
| Sachsen | 11.779 | 9.531 | 850 | 618 |
| Sachsen-Anhalt | 7.437 | 6.355 | 487 | 362 |
| Schleswig-Holstein | 10.439 | 8.021 | 836 | 697 |
| Thüringen | 5.724 | 5.454 | 362 | 310 |
| Sonstige | 1.497 | 1.260 | 60 | 44 |
| Gesamtzahl 2004* | 313.442 | 240.922 | 24.042 | 19.711 |
| Anteil Medizin | | 76,9% | | 82,0% |
| Gesamtzahl 2003 | 315.055 | 242.339 | 24.706 | 20.301 |
| Anteil Medizin | | 76,9% | | 82,2% |
| Änderung gegenüber 2003 | -0,5% | -0,6% | -2,7% | -2,9% |

* Die Summen über die einzelnen Bundesländer sind größer als die Gesamtzahl der überwachten Personen bzw. Betriebe, da eine Person in mehreren Bundesländern arbeiten kann.

Tabelle 1.2-2 Jahrespersonendosen oberhalb von 20 mSv im Jahr 2004
(Number of annual personal doses above 20 mSv in the year 2004)

| Bundesland | Anzahl der Personendosisfeststellungen >20 mSv/Jahr | | |
|------------------------|---|---------|--------------|
| | Arbeitsbereich | | |
| | Gesamt | Medizin | Nichtmedizin |
| Baden-Württemberg | 4 | 3 | 1 |
| Bayern | 2 | 1 | 1 |
| Berlin | | | |
| Brandenburg | | | |
| Bremen | | | |
| Hamburg | | | |
| Hessen | | | |
| Mecklenburg-Vorpommern | 3 | 3 | |
| Niedersachsen | | | |
| Nordrhein-Westfalen | 4 | | 4 |
| Rheinland-Pfalz | | | |
| Saarland | | | |
| Sachsen | | | |
| Sachsen-Anhalt | 1 | 1 | |
| Schleswig-Holstein | | | |
| Thüringen | | | |
| Gesamtzahl 2004 | 14 | 8 | 6 |
| Gesamtzahl 2003 | 7 | 5 | 2 |

Tabelle 1.2-3 Verteilung der Jahrespersonendosen im Jahr 2004
(Distribution of the annual personal doses in the year 2004)

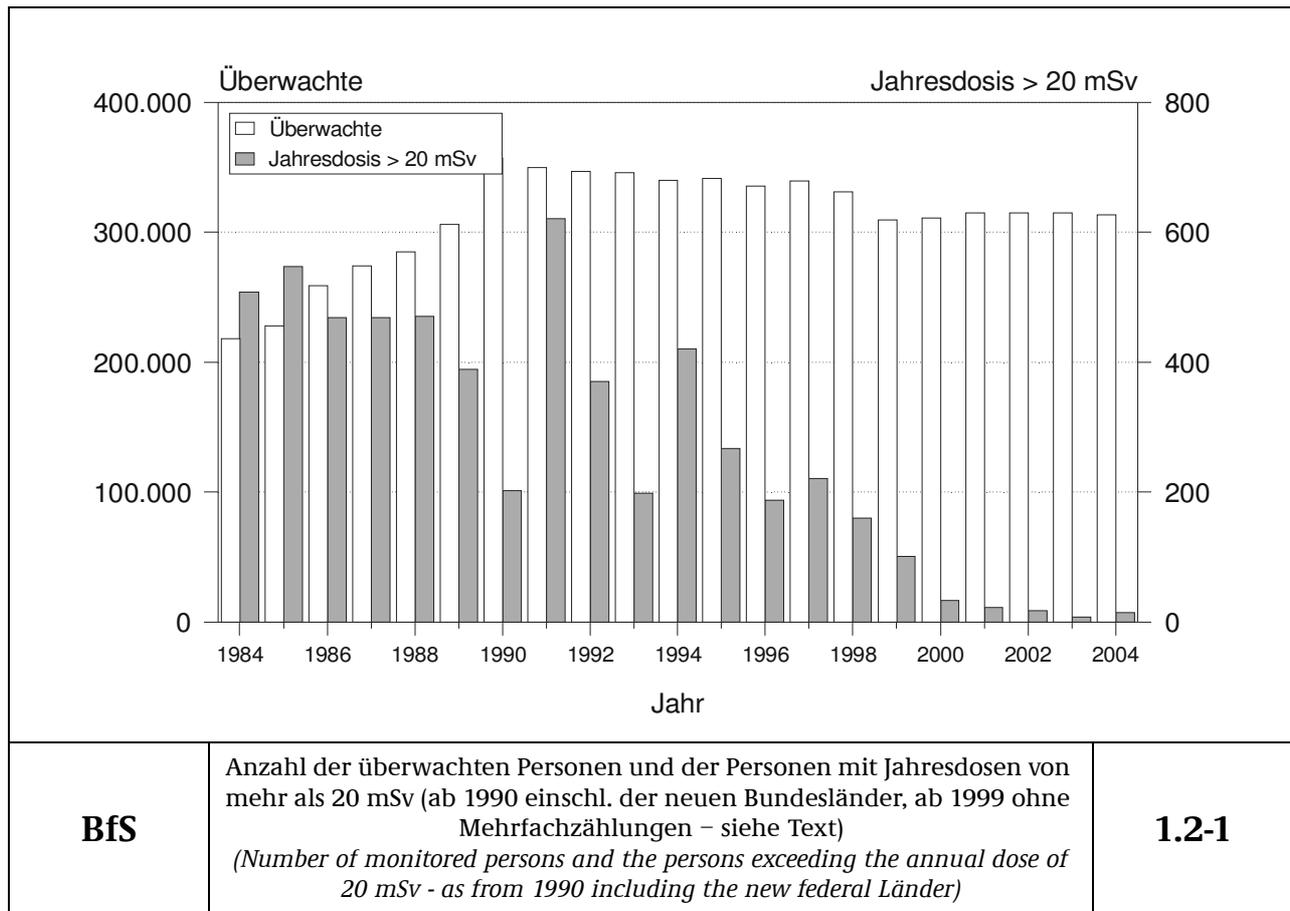
| Dosis H in mSv | Gesamt* | | Medizin | | Nichtmedizin | |
|-------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| | Anzahl | Kumulativer Anteil in % | Anzahl | Kumulativer Anteil in % | Anzahl | Kumulativer Anteil in % |
| H=0 | 261.908 | 83,56% | 207.804 | 86,25% | 54.577 | 74,67% |
| 0<H≤0,2 | 24.577 | 91,40% | 18.225 | 93,82% | 6.405 | 83,43% |
| 0,2<H≤0,4 | 8.197 | 94,01% | 5.624 | 96,15% | 2.594 | 86,98% |
| 0,4<H≤0,6 | 4.277 | 95,38% | 2.752 | 97,29% | 1.531 | 89,07% |
| 0,6<H≤0,8 | 2.821 | 96,28% | 1.769 | 98,03% | 1.059 | 90,52% |
| 0,8<H≤1,0 | 2.100 | 96,95% | 1.188 | 98,52% | 916 | 91,78% |
| 1<H≤2 | 4.695 | 98,45% | 2.343 | 99,49% | 2.357 | 95,00% |
| 2<H≤4 | 2.798 | 99,34% | 906 | 99,87% | 1.894 | 97,59% |
| 4<H≤6 | 959 | 99,65% | 181 | 99,95% | 779 | 98,66% |
| 6<H≤8 | 529 | 99,81% | 62 | 99,97% | 468 | 99,30% |
| 8<H≤10 | 274 | 99,90% | 27 | 99,98% | 247 | 99,64% |
| 10<H≤15 | 260 | 99,99% | 24 | 99,99% | 236 | 99,96% |
| 15<H≤20 | 33 | 100,00% | 9 | 100,00% | 24 | 99,99% |
| H>20 | 14 | 100,00% | 8 | 100,00% | 6 | 100,00% |
| Gesamt* | 313.442 | | 240.922 | | 73.093 | |

* Die Summe aus Medizin und Nichtmedizin ist größer als die Gesamtanzahl, da eine Personen in beiden Bereichen arbeiten kann.

Tabelle 1.2-4 Mittlere Jahrespersonendosis und Jahreskollektivdosis der mit Personendosimetern überwachten Personen
(Mean annual individual dose and annual collective dose of the persons monitored by personal dosimeters)

| Jahr | Gesamt | | Medizin | | Nichtmedizin | |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | Mittl. Jahresdosis pro Person in mSv | Jahreskollektivdosis in Personen-Sv | Mittl. Jahresdosis pro Person in mSv | Jahreskollektivdosis in Personen-Sv | Mittl. Jahresdosis pro Person in mSv | Jahreskollektivdosis in Personen-Sv |
| 1994 | 0,30 | 102 | 0,10 | 23 | 0,75 | 79 |
| 1995 | 0,28 | 95 | 0,11 | 27 | 0,69 | 69 |
| 1996 | 0,27 | 92 | 0,12 | 28 | 0,66 | 64 |
| 1997 | 0,24 | 83 | 0,10 | 23 | 0,61 | 59 |
| 1998 | 0,19 | 62 | 0,09 | 23 | 0,45 | 40 |
| 1999 | 0,17 | 53 | 0,08 | 19 | 0,45 | 34 |
| 2000 | 0,15 | 47 | 0,07 | 18 | 0,40 | 30 |
| 2001 | 0,14 | 44 | 0,07 | 16 | 0,36 | 27 |
| 2002 | 0,15 | 48 | 0,07 | 18 | 0,41 | 30 |
| 2003 | 0,14 | 44 | 0,07 | 16 | 0,39 | 28 |
| 2004 | 0,13 | 42 | 0,07 | 16 | 0,35 | 26 |

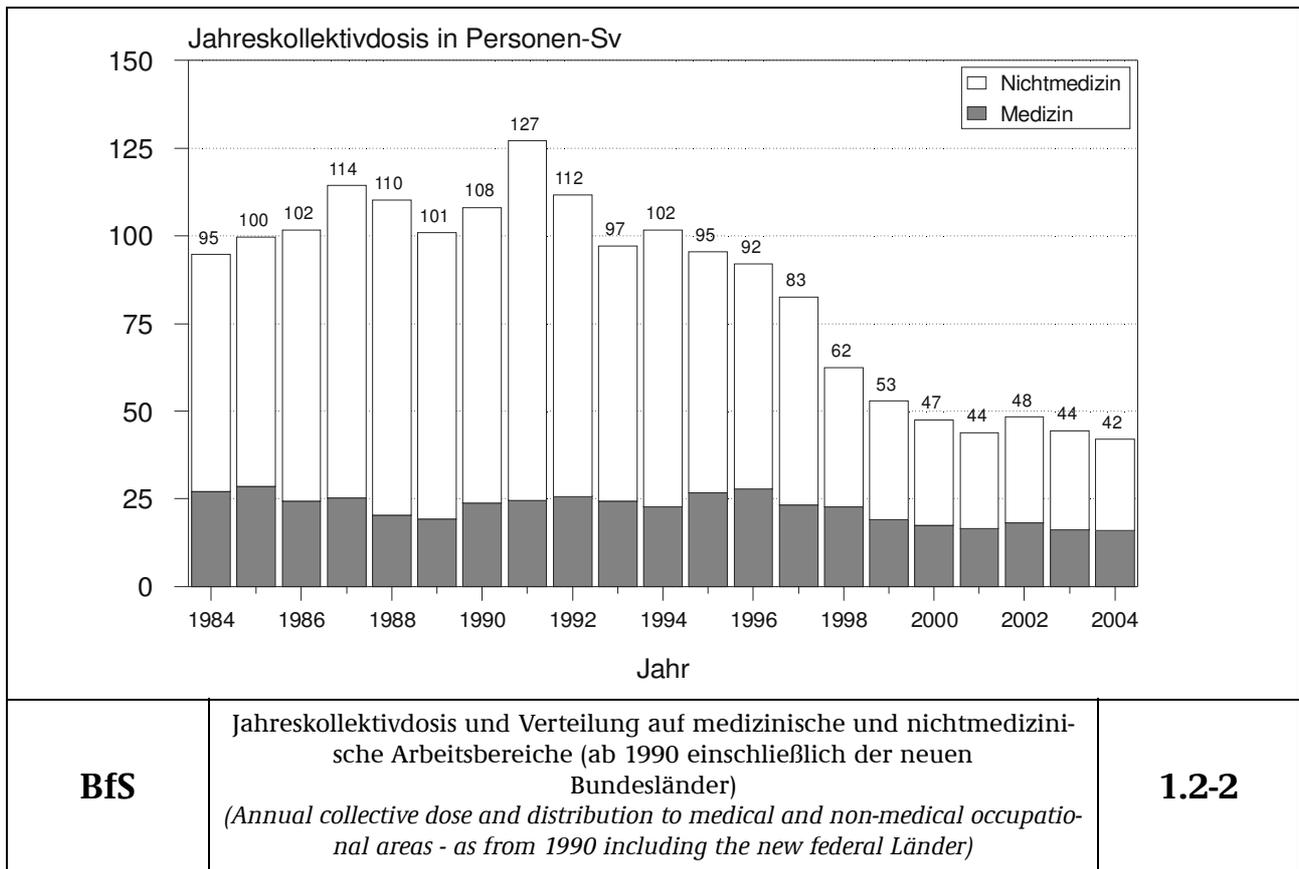
Die Entwicklung der Zahl überwachter Personen seit 1984 ist in Abbildung 1.2-1 dargestellt. In dieser Abbildung sind auch die Zahlen der festgestellten Personendosen oberhalb von 20 mSv pro Jahr eingetragen. Abbildung 1.2-2 zeigt die Beiträge zur Kollektivdosis aus den Arbeitsbereichen Medizin und Nichtmedizin über den Zeitraum von 1984 - 2004.



Bfs

Anzahl der überwachten Personen und der Personen mit Jahresdosen von mehr als 20 mSv (ab 1990 einschl. der neuen Bundesländer, ab 1999 ohne Mehrfachzählungen – siehe Text)
(Number of monitored persons and the persons exceeding the annual dose of 20 mSv - as from 1990 including the new federal Länder)

1.2-1



1.3 Übersicht über beruflich strahlenexponierte Personen in kerntechnischen Anlagen (Overview of data for occupationally exposed persons employed in nuclear facilities)

Dieser Übersicht liegen Ergebnisse der regelmäßigen Erhebung über beruflich strahlenexponierte Personen in kerntechnischen Anlagen durch das BMU und die zuständigen obersten Länderbehörden zu Grunde. Für die Leichtwasserreaktoren (Druck- und Siedewasserreaktoren mit mehr als 200 MW elektrischer Leistung), für die Forschungsreaktoren sowie für die Brennelementfertigung und Wiederaufarbeitung (einschließlich Rückbau der Anlagen) geben die Tabellen 1.3-1 bis 1.3-3 eine Übersicht über das dort tätige Eigen- und Fremdpersonal sowie deren Jahreskollektivdosis.

**Tabelle 1.3-1 Berufliche Strahlenexposition beim Betrieb von Leichtwasserreaktoren
(Occupational radiation exposure during the operation of light water reactors)**

| Jahr | Zahl der Anlagen | Überwachte Personen | | Jahreskollektivdosis (Personen-Sv) durch Photonen | |
|------|------------------|---------------------|---------------------|---|---------------------|
| | | Gesamt | davon Fremdpersonal | gesamt | davon Fremdpersonal |
| 1994 | 20 | 35.068 | 29.002 | 48 | 42 |
| 1995 | 20 | 31.525 | 25.489 | 38 | 32 |
| 1996 | 19 | 31.937 | 25.785 | 32 | 28 |
| 1997 | 19 | 29.780 | 23.771 | 29 | 25 |
| 1998 | 19 | 30.207 | 24.306 | 28 | 24 |
| 1999 | 19 | 28.790 | 22.066 | 25 | 21 |
| 2000 | 19 | 30.386 | 23.239 | 21 | 18 |
| 2001 | 19 | 28.105 | 21.861 | 20 | 17 |
| 2002 | 19 | 28.626 | 21.738 | 21 | 18 |
| 2003 | 19 | 29.115 | 22.362 | 19 | 17 |
| 2004 | 18 | 30.159 | 23.700 | 23 | 21 |

Tabelle 1.3-2 Berufliche Strahlenexposition bei Betrieb und Stilllegung von Forschungsreaktoren
(Occupational radiation exposure during the operation and decommissioning of research reactors)

| Jahr | Zahl der Anlagen | Überwachte Personen | | Jahreskollektivdosis (Personen-Sv) durch Photonen | |
|------|------------------|---------------------|----------------------|---|----------------------|
| | | gesamt | davon Fremd-personal | gesamt | davon Fremd-personal |
| 1994 | 9 | 1.399 | 760 | 0,7 | 0,3 |
| 1995 | 8 | 2.192 | 1.175 | 0,6 | 0,3 |
| 1996 | 9 | 2.188 | 1.252 | 0,5 | 0,2 |
| 1997 | 10 | 2.247 | 1.284 | 0,7 | 0,4 |
| 1998 | 8 | 2.082 | 1.159 | 1,2 | 0,6 |
| 1999 | 10 | 2.366 | 1.347 | 1,1 | 0,6 |
| 2000 | 10 | 2.104 | 1.150 | 1,2 | 0,6 |
| 2001 | 10 | 2.234 | 1.270 | 0,9 | 0,5 |
| 2002 | 9 | 1.746 | 907 | 0,4 | 0,3 |
| 2003 | 10* | 1.986 | 1.043 | 0,3 | 0,3 |
| 2004 | 10 | 2.215 | 1.278 | 0,3 | 0,2 |

* Neu hinzugekommen: FRM II (Forschungsneutronenquelle Garching bei München)

Tabelle 1.3-3 Berufliche Strahlenexposition bei der Brennelementherstellung und Wiederaufarbeitung einschließlich Rückbau der Anlagen
(Occupational radiation exposure during the production of fuel elements and reprocessing including decommissioning of the plants)

| Jahr | Zahl der Anlagen | Überwachte Personen | | Jahreskollektivdosis (Personen-Sv) durch Photonen | |
|------|------------------|---------------------|----------------------|---|----------------------|
| | | gesamt | davon Fremd-personal | gesamt | davon Fremd-personal |
| 1994 | 7 | 3.965 | 2.011 | 1,0 | 0,4 |
| 1995 | 8 | 2.783 | 1.508 | 0,5 | 0,2 |
| 1996 | 6 | 1.873 | 853 | 0,4 | 0,1 |
| 1997 | 6 | 1.989 | 1.066 | 0,5 | 0,2 |
| 1998 | 6 | 1.991 | 1.173 | 0,8 | 0,5 |
| 1999 | 6 | 1.338 | 773 | 0,3 | 0,1 |
| 2000 | 6 | 2.524 | 1.582 | 1,0 | 0,5 |
| 2001 | 6 | 2.392 | 1.501 | 1,2 | 0,7 |
| 2002 | 7 | 2.968 | 1.932 | 1,2 | 0,8 |
| 2003 | 7 | 2.965 | 1.947 | 1,0 | 0,7 |
| 2004 | 7 | 2.657 | 1.777 | 1,1 | 0,8 |

1.4 Berufliche Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen *(Occupational radiation exposures from natural radiation sources)*

Nach § 95 der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) hat derjenige, der in eigener Verantwortung eine Arbeit ausübt oder ausüben lässt, die einem der in der Anlage XI dieser Verordnung genannten Arbeitsfelder zuzuordnen ist, eine auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Strahlenexposition durchzuführen (§ 95 Abs. 1). Wird dabei eine erhöhte Strahlenexposition festgestellt, so ist die Arbeit bei der zuständigen Behörde anzeigebedürftig (§ 95 Abs. 2). Für Personen, die anzeigebedürftige Arbeiten ausführen, ist die Körperdosis zu ermitteln. Für die Beschäftigten der Wismut GmbH, die Arbeiten zur Stilllegung und Sanierung der Betriebsanlagen und Betriebsstätten des Uranerzbergbaues ausführen, werden die Daten der Körperdosis auf der Grundlage der Regelungen des § 118 Abs. 2 Satz 1 ermittelt. In den nachfolgenden Aufstellungen werden auch Personen berücksichtigt, die in Betrieben mit erhöhter natürlicher Radioaktivität und in Heilbädern tätig sind und mit Dosimetern überwacht werden oder der Inkorporationsüberwachung unterliegen.

Für Beschäftigte der Wismut GmbH wird die durch Inhalation von Radionukliden der Uranzerfallsreihe und die durch Gammastrahlung verursachte Körperdosis ermittelt. Dazu werden Messungen mit personengetragenen Geräten durchgeführt. Diese Messgeräte mit Probenahmepumpe, Filter, Kernspur- und Thermolumineszenzdetektoren erfassen die Strahlenexpositionen durch Radonzerfallsprodukte, durch langlebige Alphastrahler und durch externe Gammastrahlung. Für Beschäftigte, die Arbeiten nach Anlage XI der StrlSchV ausführen, wird die durch Inhalation von Radonzerfallsprodukten verursachte Körperdosis ermittelt. Dazu wurden repräsentative Messungen an Arbeitsplätzen durchgeführt. Für jeden Arbeitsplatz werden aus den Messergebnissen charakteristische Expositionsdaten abgeleitet, aus denen unter Berücksichtigung der jeweiligen Aufenthaltszeiten die Körperdosen der Beschäftigten berechnet werden.

Im Jahr 2004 wurden dem Strahlenschutzregister im Bundesamt für Strahlenschutz insgesamt für 744 Personen Dosiswerte auf Grund dieser Regelungen übermittelt, davon führten ca. 86% Sanierungsarbeiten in den Betrieben der Wismut GmbH aus. Die Kollektivdosis der 744 Beschäftigten betrug 0,5 Personen-Sv, die mittlere Jahresdosis 0,62 mSv. 73 Beschäftigte wiesen eine Jahresdosis von 0 mSv auf.

Im Jahr 2004 gab es keine Überschreitungen des Grenzwertes von 20 mSv. Für 15 Beschäftigte wurde eine jährliche effektive Dosis von mehr als 6 mSv festgestellt. Die höchste jährliche effektive Dosis wurde mit 12,4 mSv für einen Beschäftigten in einer Schauhöhle ermittelt. Für Beschäftigte in der Wismut GmbH betrug der Mittelwert der jährlichen effektiven Dosis im Jahr 2004 0,48 mSv, der höchste Jahreswert betrug 4,66 mSv.

1.5 Strahlenexposition des Flugpersonals durch Höhenstrahlung *(Air crew radiation exposure due to cosmic radiation)*

Eine Komponente der natürlichen Strahlenexposition ist die Höhenstrahlung. Höhenstrahlung besteht zum einen aus der primären kosmischen Strahlung und zum anderen aus Sekundärstrahlung infolge der Wechselwirkung mit der Atmosphäre. Der Beitrag der Höhenstrahlung zur gesamten natürlichen Strahlenexposition von im Mittel 2,1 mSv pro Jahr beträgt in Meereshöhe etwa 0,3 mSv pro Jahr und nimmt mit steigender Höhe zu. Flugpersonal und Passagiere sind daher während eines Fluges einer höheren natürlichen Strahlenexposition ausgesetzt als Personen am Boden. Die genaue Höhe der Strahlenexposition hängt ab von der Reise Flughöhe und der Flugdauer sowie von der geomagnetischen Breite und der Sonnenaktivität.

Für die durch kosmische Strahlung verursachte Strahlenexposition des Flugpersonals ist das komplex zusammengesetzte Strahlungsfeld in Höhen zwischen etwa 10 km und 14 km wichtig. Es besteht zu einem geringen Anteil aus der primären Komponente der kosmischen Strahlung, die aus dem Weltraum auf die Erde trifft. Den größeren Anteil bilden sekundäre Teilchen, die in Wechselwirkungen der primären Teilchen mit den Atomen der Lufthülle erzeugt werden. Während die primäre Komponente im Wesentlichen aus hochenergetischen Wasserstoff- und Heliumkernen besteht, setzt sich die sekundäre Komponente hauptsächlich aus Elektronen, Photonen, Neutronen, Mesonen, Myonen und sekundären Protonen zusammen. Während der Dauer eines Fluges kann das Strahlungsfeld insgesamt, von selten auftretenden solaren Teilchenereignissen abgesehen, als konstant angesehen werden. In Abhängigkeit von der Sonnenaktivität verändert sich die Strahlenexposition je nach Höhe bis zu einem Faktor 2 innerhalb des 11-jährigen Sonnenfleckenzyklus.

Die Abschätzung der Strahlenexposition des fliegenden Personals beruht auf Stichproben mit ortsdosimetrischen Messungen beim Flugbetrieb und Annahmen über die jährlichen Flugzeiten und Flugrouten. Von 0° bis 50° geomagnetischer Breite nimmt die Strahlenexposition bei gleicher Höhe kontinuierlich zu und ist dann in höheren Breiten konstant. Flüge auf der Nordatlantik-Route finden fast ausschließlich in Breiten nördlich von 50° statt und führen damit zur höchsten Strahlenexposition. Als obere Abschätzung für die Jahresdosis des fliegenden Personals kann ein Wert von etwa 8 mSv errechnet werden, wenn man annimmt, dass die Flüge ausschließlich auf der Nordatlantik-Route zurzeit eines Sonnenfleckenminimums, in der die höchste Strahlenexposition auftritt, stattfinden und die maximal zulässige jährliche Arbeitszeit von 1000 Flugstunden voll ausgenutzt wird. Bei Flügen ausschließlich zur Südhalbkugel sind unter sonst gleichen Annahmen die Jahresdosen um den Faktor 2 bis 3 geringer. Die Ergebnisse deuten - je nach zu Grunde gelegten Annahmen - auf mittlere jährliche Dosen in der Umgebung von 3 mSv hin. Die genannten Abschätzungen beinhalten nicht die Strahlenexposition durch solare Teilchenereignisse, deren Anteil gemittelt über mehrere Jahre gegenüber der ständigen Exposition durch galaktische kosmische Strahlung jedoch gering ist. Im Prinzip kann diese Strahlenexposition über Messstationen und Satelliten erfasst und berücksichtigt werden.

Mit der Novelle der Strahlenschutzverordnung wurden die Anforderungen der EU-Richtlinie 96/29 EURATOM in nationales Recht umgesetzt. Überwachungspflichtig ist damit auch Luftfahrtpersonal, das in einem Beschäftigungsverhältnis gemäß deutschem Arbeitsrecht steht und während des Fluges durch kosmische Strahlung eine effektive Dosis von mindestens 1 mSv im Kalenderjahr erhalten kann. Die Betreiber von Flugzeugen ermitteln die Dosiswerte und geben diese über das Luftfahrtbundesamt an das Strahlenschutzregister des BfS weiter. In

Deutschland wurden im Jahr 2004 29.830 Personen überwacht, die mittlere effektive Jahresdosis beträgt 1,94 mSv (1.1.2004 - 31.12.2004). Dieser Wert unterschreitet die bisherige obige Abschätzung von 3 mSv um ca. 30%. Die höchsten Jahresdosiswerte liegen zwischen 5 und 6 mSv. Dieser Wert ist in Einklang mit der obigen Abschätzung. Die Verteilung ist in Tabelle 1.5-81 wiedergegeben. Die Kollektivdosis für das Jahr 2004 beträgt 58 Personen-Sv. Damit bildet das fliegende Personal sowohl bezüglich der mittleren Dosis als auch in Bezug auf der Kollektivdosis eine der am höchsten strahlenexponierten Berufsgruppen in Deutschland. Ein Vergleich mit dem Vorjahr ist nicht möglich, da die Überwachung des fliegenden Personals termingerecht am 1. August 2003 begann und deshalb für 2003 keine Daten für ein gesamtes Jahr zur Auswertung vorliegen. Eine detaillierte Auswertung für fliegendes Personal wird zurzeit im Strahlenschutzregister durchgeführt und wird als separater Bericht des BfS erscheinen.

Tabelle 1.5-1 Verteilung der Jahrespersonendosen für fliegendes Personal im Jahr 2004
(*Distribution of the annual personal doses for air crews in the year 2004*)

| Dosis H in mSv | Anzahl der Personen | Kumulativer Anteil in % |
|----------------|---------------------|-------------------------|
| H = 0 | 118 | 0,39% |
| 0 <H<= 0,5 | 2.225 | 7,85% |
| 0,5 <H<= 1,0 | 3.015 | 17,96% |
| 1,0 <H<= 2,0 | 10.128 | 51,91% |
| 2,0 <H<= 3,0 | 10.008 | 85,46% |
| 3,0 <H<= 4,0 | 3.731 | 97,97% |
| 4,0 <H<= 5,0 | 579 | 99,91% |
| 5,0 <H<= 6,0 | 28 | 100,00% |
| 6,0 <H<= 10,0 | 0 | 100,00% |
| H > 10,0 | 0 | 100,00% |
| Gesamt | 29.830 | |

2. Inkorporationsüberwachung (*Incorporation monitoring*)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit,
Oberschleißheim

Bei Personen, die radioaktive Stoffe in offener Form handhaben, kann gemäß §§ 40 und 41 StrlSchV eine Inkorporationsüberwachung erforderlich sein. Erfordernis und Verfahren dieser Inkorporationsüberwachung werden in der "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle" geregelt, die zurzeit an die neue Strahlenschutzverordnung angepasst wird.

Die Inkorporationskontrolle geschieht in der Regel durch direkte Messung der Körperaktivität oder durch Messung der Aktivität der Ausscheidungen. In der Richtlinie wird zwischen regelmäßigen Inkorporationsmessungen und solchen aus besonderem Anlass unterschieden.

Ganzkörpermessungen

Bei der Inkorporationsüberwachung durch Ganzkörpermessung wird die zum Zeitpunkt der Messung im Körper vorhandene Aktivität eines radioaktiven Stoffes ermittelt. Die Aktivitätszufuhr ist daraus unter Beachtung des Zufuhrweges und des biologischen Verhaltens der chemischen Verbindung, in der der radioaktive Stoff vorliegt, zum Zeitpunkt der Inkorporation zu berechnen. Solange das Messergebnis der Ganzkörpermessung im Prozentbereich des Jahresaktivitätszufuhr-Wertes für das Radionuklid oder darunter liegt, kann zur Bewertung das Messergebnis der Ganzkörpermessung mit dem Jahresaktivitätszufuhr-Wert verglichen werden.

Ausscheidungsmessungen

Ausscheidungsmessungen werden durchgeführt, wenn die Bestimmung der Körperaktivität durch Ganzkörpermessungen aus physikalischen Gründen nicht möglich ist. Dies ist der Fall bei der Inkorporation β - und α -strahlender Nuklide, die keine oder nur eine geringe begleitende γ -Strahlung aufweisen. Hierzu gehören β -Strahler wie Tritium, Kohlenstoff-14, Phosphor-32, Schwefel-35, Kalzium-45, Strontium-90, Promethium-147 sowie α -Strahler wie natürliches Thorium und Uran, Uran-233, Uran-235, Plutonium-238 und Plutonium-239.

Aus dem von der Inkorporationsmessstelle in Ausscheidungen bestimmten Gehalt an radioaktiven Stoffen kann die Körperaktivität zum Zeitpunkt der Messung und in vielen Fällen daraus die zugeführte Aktivität bestimmt werden. Voraussetzung für die Abschätzung der zugeführten Aktivität sind geeignet gewählte Untersuchungsintervalle. Bei der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung sind für die Festlegung der Untersuchungsintervalle die in der Strahlenschutzverordnung angegebenen Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr für Inhalation und Ingestion, die physiologische Transportierbarkeit der inkorporierten Nuklidverbindungen und die Nachweisgrenzen der angewandten analytischen Verfahren zu berücksichtigen. Bei der Überwachung aus besonderem Anlass, die nur im Bedarfsfall erfolgt, wird das Untersuchungsprogramm dem Einzelfall so angepasst, dass Höhe und Verlauf der Körperaktivität abgeschätzt werden können.

Das Rechenverfahren zur Bestimmung der aus einer Inkorporation radioaktiver Stoffe resultierenden Strahlendosis ist in der Richtlinie für die Ermittlung der Körperdosen bei innerer Strahlenexposition (Berechnungsgrundlage) angegeben.

Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung werden bei den Messstellen gemäß § 42 StrlSchV mindestens 30 Jahre aufbewahrt. Gemäß § 112 StrlSchV sind sie dem Strahlenschutzregister des BfS zu übermitteln. Das Strahlenschutzregister hat zum Ende des Jahres 2001 die Vorgaben für die Übermittlung der Überwachungsdaten verbindlich festgesetzt. Ab dem Jahr 2002 haben die Inkorporationsmessstellen damit begonnen, Überwachungsergebnisse an das Strahlenschutzregister zu übermitteln. Auf Grund der übermittelten Daten konnten Jahrespersonendosen durch Inkorporation für 1.284 Personen mit einer Personenkollektivdosis von 0,07 Personen-Sv (nur Anteil Inkorporation) für das Überwachungsjahr 2004 berechnet werden. Es liegen keine Überschreitungen vor. In der folgenden Tabelle ist die Verteilung der Jahrespersonendosis (nur Anteil Inkorporation) zusammengestellt. Insgesamt liegen dem Strahlenschutzregister mittlerweile mehr als 45.000 Inkorporationsmeldungen der zuständigen Inkorporationsmessstellen vor.

Tabelle 2-1 Verteilung der Jahrespersonendosen durch Inkorporation im Jahr 2004
(Distribution of the annual personal doses due to incorporation in the year 2004)

| Dosis H durch Inkorporation in mSv | Anzahl der Personen | Kumulativer Anteil in % |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| H = 0 | 1.050 | 81,78% |
| 0 <H<= 0,1 | 144 | 92,99% |
| 0,1 <H<= 0,2 | 28 | 95,17% |
| 0,2 <H<= 1,0 | 47 | 98,83% |
| 1,0 <H<= 6,0 | 13 | 99,84% |
| 6,0 <H<=20,0 | 2 | 100,00% |
| H > 20,0 | 0 | 100,00% |
| Gesamt | 1.284 | |

3. Meldepflichtige besondere Vorkommnisse (Unusual events subject to reporting)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, Berlin

Tabelle 3.1 enthält eine Übersicht über besondere Vorkommnisse im Anwendungsbereich der Strahlenschutzverordnung (beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, beim Betrieb von Beschleunigern und bei der Beförderung radioaktiver Stoffe) im Jahr 2004. Die Übersicht dient dazu, mögliche Fehlerquellen beim Umgang mit radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung aufzuzeigen, um vergleichbare Vorkommnisse zukünftig möglichst zu vermeiden. Die Anmerkungen zum radiologischen Gefährdungspotenzial beziehen sich auf die Umstände des Einzelfalls, vor allem auf die Beschaffenheit des radioaktiven Stoffs (mit oder ohne Umhüllung bzw. undicht, Aktivität, Eindringtiefe und biologische Wirksamkeit der Strahlung) und die Art der Handhabung oder Nutzung.

Fälle erhöhter Radioaktivität in Metallschrott sind in der Übersicht aufgeführt, soweit radioaktive Quellen gefunden wurden.

Tabelle 3-1 Besondere Vorkommnisse beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Beschleunigern, bei der Beförderung radioaktiver Stoffe und beim Betrieb von Röntgengeräten (Unusual events in handling radioactive substances, in the operation of accelerators and during the transport of radioactive material and in the operating of X-ray gadgets)

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|----------|---|---|---|---|
| 08.01.04 | Fund eines Strahlers (Am-241, 1,65 GBq) in der Lieferung einer Messeinrichtung bei einer Firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Rückgabe des Strahlers an den Hersteller |
| 08.01.04 | Kontamination (P-32, max.3,3 kBq) an der Außenseite eines Versandstücks bei Anlieferung in einem Klinikum | Unbekannt | Keine Exposition und keine Kontamination von Personen | Keine |
| 19.01.04 | Fund von radioaktiv kontaminierten CrNi-Metallblöcken (Fe-55; Co-60; Ni-63; Am-241; Eu-152; Eu-154; Cs-137; Nb-95) bei einer Metallhandelsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Rücklieferung in das Herkunftsland zur ordnungsgemäßen Entsorgung |
| 20.01.04 | Fund von zwei mit natürlichen radioaktiven Stoffen (Ra-226) kontaminierten Rohren in einer Schrottlieferung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 21.01.04 | Fund von aktiviertem Bandstahl (Co-60) in einer Schrottlieferung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Polizeiliche Ermittlungen und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 27.01.04 | Fehlbestrahlung einer Patientin in einer radiologischen Praxis mit einem Elektronenbeschleuniger | Fehlerhafte Bestrahlungsplanung nach mangelhafter Rücksprache bei Teamwechsel, Einsatz von Azubis anstelle von Fachpersonal | Deterministische Strahlenschäden (Hautreaktionen, fibrotische Veränderungen der Lunge), geschätzte zusätzliche Dosis höchstens 90 Gy im Targetbereich | Gewährleistung einer korrekten Informationsübergabe nach Teamwechsel, Kennzeichnung der Isozentren, stichprobenartige Überprüfungen, Erfordernis mindestens einer fachkundigen MTRA bei den Bestrahlungen |
| 27.01.04 | Fund von mit natürlichen radioaktiven Stoffen (Ra-226; Ac-228) kontaminierten Rohren im Stahlschrott bei einer Metallverwertungsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 09.02.04 | Fund eines Strahlers (Cs-137, 20 MBq) in einer Schrottlieferung bei einer Recyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Hersteller ermittelt, ordnungsgemäße Entsorgung |
| 10.02.04 | Fund eines Strahlers (Ra-226, 10 kBq) in einer Schule | Wiederauffinden nach Lagerung (mangelnde Kontrolle) | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|-----------|---|--|---|---|
| 10.02.04 | Verlust eines Schulstrahlenquellensatzes (Kr-85; Cs-137; Co-60; Na-22) in einer Schule | Diebstahl aus einem un abgeschlossenen Bereich | Keine | Polizeiliche Ermittlungen, selbstständige Rückgabe nach mehreren Wochen, Belehrung und Verwarnung der betroffenen Personen, Entsorgung der Strahler |
| 17.02.04 | Inhalation von radioaktivem Gas (Tc-99m, 160 kBq) durch eine medizinisch-technische Assistentin bei der Arbeit mit einem Technetium-Generator | Unkenntnis oder mangelnde Aufklärung | Effektive Folgedosis: ca. 3 µSv; Dosis der Luftwege: ca. 60 µSv | Untersuchungsbericht der Herstellerfirma, zusätzliche Strahlenschutzmaßnahmen (Tragen eines Mundschutzes, Abstandsvergrößerung zum Generator) |
| 27.02.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Müll (Ra-226, 0,7 µSv/h) bei einer Müllverwertungsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Rücktransport zum Abfallerzeuger, ordnungsgemäße Entsorgung |
| März 2004 | Verlust von zwei Ionisationsrauchmeldern (Am-241, je 555 kBq) bei Umbauarbeiten in einer Firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Nachforschungen erfolglos |
| 03.03.04 | Verlust eines Strahlers (Ni-63, 555 MBq) durch Verschrottung eines Gaschromatographen bei einer Firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Erneute Unterweisung der Mitarbeiter, Änderung der Umgangsvorschriften, Anbringung von Entsorgungshinweisen auf den Geräten |
| 22.03.04 | Fund eines Radiumtrinkbechers (Ra-226, 135 kBq) bei einer Recyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 07.04.04 | Fund eines Radium-Trinkbechers (Radium, < 200 kBq) in einer Schrottlieferung bei einer Recyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 16.04.04 | Verkleben des Strahlers in einem Afterloadinggerät in einem Klinikum | Verbindungsschlauch zum Applikator abgerissen und verbogen | Handdosis der 2 beteiligten Personen kleiner als 0,26 mSv, Personendosis der 2 beteiligten Personen ca. 0,1 mSv, Patientendosis durch großen Abstand vernachlässigbar | Temporäre Sicherstellung des havarierten Schlauches und Sperrung des Raumes, Reparatur durch Fachfirma |
| 19.04.04 | Unerlaubte Ausfuhr von mit Tritium (H-3, 8,2 GBq) markierten Kompassen durch eine Firma | Unzulässige Entsorgung durch Versand in die Schweiz | Keine | Ermahnung und Belehrung des früheren Strahlenschutzbevollmächtigten |
| 07.05.04 | Fund eines Strahlers (Ra-226, 74 MBq) in einer Kupferschrottlieferung bei einer Firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 07.05.04 | Fehlbestrahlung einer Patientin mit einem Linearbeschleuniger in einem Krankenhaus | Verwechslung mit einem anderen Patienten | Zusätzliche Patientendosis ca. 2,5 Sv Organdosis Ganzhirnbestrahlung, spätere Linsentrübung möglich | Änderung des Aufbaus der Patientenakte, Verifizierung des Patienten vor der Behandlung |

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|----------|--|-------------------------------------|----------------------|--|
| 14.05.04 | Verlust eines Ionisationsrauchmelders Typ BR7/F7 (Am-241, 29,6 kBq) in einem Wohnheim für psychisch Kranke | Menschliches Versagen | Keine | Erschwerung des Zugriffs auf Ionisationsrauchmelder, Prüfung eines zukünftigen Einsatzes von optoelektronischen Rauchmeldern |
| 03.06.04 | Fund von drei Metallzylindern aus abgereichertem Uran (U-238, 19,5 MBq) | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 03.06.04 | Fund eines Detektorbauteils mit einem Strahler (H-3) in einer Kiste im Posteingang einer Bundesbehörde | Unbekannt | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 16.06.04 | Fund eines Strahlers (Ra-226; 6 µSv/h in 10 cm Abstand) im Schrott bei einer Metallverarbeitungs-firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung, Unterweisung der Mitarbeiter der Metallverarbeitungs-firma |
| 16.06.04 | Fund eines mit kontaminierten Flüssigkeit (In-111, 3,8 MBq) gefüllten Behälters eines Klinikums bei einer Entsorgungsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung, gezielte Unterweisung der Mitarbeiter des Klinikums |
| 24.06.04 | Verlust von 106 Ionisationsrauchmeldern Typ 1055 (Am-241, je 2,22 kBq) bei Bauarbeiten in einer Firma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Polizeiliche Ermittlungen |
| 24.06.04 | Fund eines mit natürlichen radioaktiven Stoffen (Uran, Thorium; 150 µSv/h) kontaminierten Elektrokabels auf öffentlichem Gelände | Unzulässige Entsorgung | Gering | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 28.06.04 | Verlust eines Elektroneneinfang-Detektors mit Strahler (Ni-63) während des Transports | Verstoß gegen Transportvorschriften | Keine | Polizeiliche Ermittlungen, Erstellung von Arbeitsanweisungen, Schulung der beteiligten Personen |
| 01.07.04 | Fund von 120 Ampullen mit leicht radioaktivem Kontrastmittel (Radium; 1 µSv/h) auf öffentlichem Gelände | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 07.07.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Hausmüll (I-131, 2,6 µSv/h) in einer Lieferung bei der Stadtreinigung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung nach Abklingen |
| 14.07.04 | Fund von vier Metallbehältern mit radioaktivem Inhalt (Radium, <1 µSv/h) auf einem Privatgrundstück | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung, polizeiliche Ermittlungen |
| 19.07.04 | Fund von drei Strahlern (Ra-226, je 350 kBq) in einem Container bei einer Schrottverwertungsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 23.07.04 | Fund eines Strahlers (Ra-226, 36 MBq) in einer Messingschrottlieferung bei einer Recyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Polizeiliche Ermittlungen; ordnungsgemäße Entsorgung |
| 23.07.04 | Abgabe von zwei Schulstrahlenquellen (Cs-137, Kr-85; 1,1 µSv/h) an eine Polizeidienststelle | Nicht ordnungsgemäße Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 30.07.04 | Verlust eines Ionisationsrauchmelders des Typs F712 (Am-241, 29,6 kBq) bei Bauarbeiten in einer Universität | Unzulässige Entsorgung | Keine | Nachforschungen erfolglos |

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|----------|--|---|---|--|
| 10.08.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Hausmüll (I-131) in einem Container bei der Stadtreinigung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 11.08.04 | Fund einer Neutronen-Tiefensonde (Am-241/Be, 3 GBq) beim Deutschen Wetterdienst | Wiederauffinden nach Lagerung (mangelnde Kontrolle) | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 12.08.04 | Fund eines radioaktiven Stoffes (Cs-137, 190 kBq) bei einer Schrottlieferung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 12.08.04 | Exposition einer Person in einer LKW-Röntgenkontrollanlage bei einer Zollbehörde | Illegaler Aufenthalt einer Person im Laderaum | Keine, Effektive Dosis kleiner als 1 µSv | Keine |
| 21.08.04 | Fund eines Messgerätes mit einem Prüfstrahler (Cs-137, 370 kBq) im Schrott bei einer Metallverwertungsfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 25.08.04 | Fund einer radioaktiv verunreinigten Stahlschnalle (Co-60, 13 kBq) an einer Thermoskanne in einem Kernkraftwerk | Unbekannt | Dosisleistung ca. 5 µSv/h an der Oberfläche; keine Kontamination festgestellt | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 28.08.04 | Fund eines Radium-Emanationsapparates (Ra-226, 110 kBq) in einer Privatwohnung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung durch Feuerwehr, ordnungsgemäße Entsorgung |
| 30.08.04 | Fund eines Strahlers (Cs-137, 330 kBq) in Holland in einer Metallschrottlieferung aus Deutschland | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sichere Zwischenlagerung, polizeiliche Ermittlungen |
| 30.08.04 | Einleitung kontaminierten Wassers (I-131, 4 Bq/l) in die öffentliche Kanalisation in einem Krankenhaus | Kontamination von Hausabwässern durch Spülung des Aktivkohlefilters einer Abluftanlage auf Grund eines fehlerhaften Anschlusses an das Abluftrohr | Keine Gefährdungen der Umwelt | Kennzeichnung der Abluftrohre zur Vermeidung einer erneuten Verwechslung |
| 01.09.04 | Fund eines Radium-Emanationsapparates (Ra-226, 56 MBq) in einer Aluminiumschrottlieferung bei einer Metallrecyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 04.09.04 | Weitergabe eines auf einem Flohmarkt angebotenen Radium-Emanationsapparates (Ra-226, 110 kBq) an eine Privatperson | Unkenntnis über die radioaktive Gefährdung des Apparates | Hautdosis des Verkäufers ca. 4 µSv, Gonadendosis des Verkäufers ca. 15 µSv | Käufer und Verbleib des Apparates trotz Ermittlungen der Polizei bislang unbekannt, keine weiteren Maßnahmen gegen den Verkäufer |
| 09.09.04 | Fund von aktiviertem Bandstahl (Co-60) in einer Schrottlieferung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Polizeiliche Ermittlungen und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 15.09.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Müll (I-131, 16 µSv/h) in einem Container bei einer Müllverwertungsanlage | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 15.09.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Müll (I-131, 2 µSv/h) in einem Container bei der Stadtreinigung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|----------|---|---|---|--|
| 16.09.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Hausmüll (I-131, 2,6 µSv/h) bei einer Müllverwertungsanlage | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 16.09.04 | Fund von natürlichen radioaktiven Stoffen (Ra-226, 350 µSv/h an Sackoberfläche) in einer Malachit-Lieferung | Verstoß gegen Transportvorschriften | Keine | Sichere Zwischenlagerung, Organisation eines gefahrgutrechtlich ordnungsgemäßen Weitertransports |
| 23.09.04 | Verkleben eines Strahlers (Co-60, 111 MBq) in der Halterung eines Füllstandsmessgerätes | Eingefallenes Material in der Halterung | Keine | Ausbau des Strahlers und ordnungsgemäße Entsorgung durch eine Fachfirma |
| 24.09.04 | Verlust eines Strahlers (Co-60, 7,4 MBq) einer Füllstandsmessanlage in einer Firma | Unterlassene Kontrolle des Strahlerbestandes | Geringe Exposition möglichst bei Missbrauch des Strahlers | Verbleib des Strahlers bislang ungeklärt, Überprüfung der Einleitung eines Ordnungswidrigkeitsverfahrens |
| 25.09.04 | Fund eines Schulstrahlenquellensatzes (Cs-137, 185 kBq; Kr-85, 185 kBq) an einem öffentlichen Platz | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung, Feststellung des Besitzers, Einleitung eines Strafverfahrens |
| 28.09.04 | Fund eines mit Leuchtfarbe (Ra-226, 20 µSv/h) bemalten Zifferblattes in einer Messingschrottlieferung bei einer Metallhandelsgesellschaft | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 29.09.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Hausmüll (I-131) auf einem LKW bei einer Müllverwertungsanlage | Unzulässige Entsorgung | Keine | Ordnungsgemäße Entsorgung |
| 08.10.04 | Fund von zwei Dichtemessgeräten mit Strahlern (Cs-137, 185 MBq; K-40, 160 kBq) im Metallschrott einer Schiffsladung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 20.10.04 | Verkleben eines Strahlers (Ir-192, 2,3 TBq) in einem Radiographie-Gerät bei Durchstrahlungsprüfungen in einer Firma | Mechanischer Defekt | Effektive Dosis von zwei beruflich strahlenexponierten Personen < 1 mSv | Bergung und sichere Lagerung des Strahlers |
| 23.10.04 | Verlust von vier Ionisationsrauchmeldern des Typs F7 (Am-241, je 29,6 kBq) bei Umbauarbeiten in einem Einkaufszentrum | Versehentliche Entsorgung in einer Verbrennungsanlage | Keine | Keine |
| 27.10.04 | Fund eines Strahlers (Cs-137, 333 kBq) in einer Berufsschule | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 11.11.04 | Fund von aktiviertem Bandstahl (Ir-192) in einer Schrottlieferung | Unzulässige Entsorgung | Keine | Polizeiliche Ermittlungen und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 24.11.04 | Fund von 25 Ionisationsrauchmeldern (Am-241, je 37 kBq) auf einem öffentlichen Parkplatz | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung, polizeiliche Ermittlungen |
| 26.11.04 | Fund von 16 Schulstrahlenquellen (Co-60, 18 kBq; Kr-85, 200 kBq; Na-22, 180 Bq; Po-210, abgeklungen) in einem Schrottcontainer bei einem Metallhandelsunternehmen | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |
| 14.12.04 | Fund einer mit Leuchtfarbe (bis 1000 Bq/cm ²) versehenen Skala in einer Schrottlieferung bei einer Recyclingfirma | Unzulässige Entsorgung | Keine | Sicherstellung und ordnungsgemäße Entsorgung |

| Datum | Vorkommnis | Ursache | radiologische Folgen | Maßnahmen / Bemerkungen |
|--------------|--|--|---|--|
| 16.12.04 | Exposition von zwei ausländischen Fahrern in einer LKW-Röntgenkontrollanlage bei einer Zollbehörde | Verständigungsprobleme zwischen Personal und Fahrzeugbesatzung | Gering, effektive Dosis kleiner als 1 µSv | Veränderung der Arbeitsabläufe |
| 29.12.04 | Fund von radioaktiv kontaminiertem Hausmüll (I-131; 5 µSv/h an der Containeroberfläche) bei einer Müllwertungsanlage | Unzulässige Entsorgung | Keine | Vorübergehende Lagerung, ordnungsgemäße Entsorgung |

