

KfK 3826 B
Oktober 1985

**Ergebnisse der
Inkorporationsüberwachung durch
Ausscheidungsanalysen im
Kernforschungszentrum
Karlsruhe
in den Jahren 1979 bis 1984**

H. Schieferdecker
Medizinische Abteilung

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Medizinische Abteilung

KfK 3826 B

Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen
im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1979 bis 1984

H. Schieferdecker



Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 7500 Karlsruhe 1

ISSN 0303-4003

Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1979 bis 1984

Zusammenfassung

Im Kernforschungszentrum Karlsruhe wurden im Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung in den Jahren 1979 bis 1984 jährlich ca. 5000 Analysen im biologischen Material (Urin, Stuhl, Blut, Gewebe, Nasenabstrich) vorwiegend auf Plutonium, Americium, Uran und Tritium zur Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen ausgeführt.

In den meisten Fällen wurden bei der regelmäßigen Überwachung keine Inkorporationen festgestellt. Inkorporationen von Tritium kamen nur bei den an schwerwassermoderierten Reaktoren tätigen Personen vor. Bei der Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft lagen die jährlichen Kollektivdosen zwischen 60 und 74 mSv und nahmen im letzten Jahr mit den auslaufenden Arbeiten ab. Die maximalen Einzel-Körperdosen betragen weniger als 5 mSv/a und liegen bei den exponierten Personengruppen im Mittel unter 0,5 mSv/a.

Durch Messungen aus besonderem Anlaß wurden wegen der Besorgnis einer Inkorporation anfangs ca. 50 bis 90, in den letzten Jahren bis zu 250 Personen jährlich zusätzlich überwacht. Dabei wurden in den sechs Berichtsjahren bei 761 Personen durch 4504 Analysen 3 Inkorporationen festgestellt, die oberhalb des doppelten Grenzwerts der Jahres-Aktivitäts-Zufuhr der Strahlenschutzverordnung lagen. Bei 3 Personen wurden Werte zwischen 50 % und 100% des Grenzwerts festgestellt, bei 31 Personen im Bereich von 5 % bis 50%. Die Untersuchungen bei 343 Personen zeigten keine Inkorporationen oberhalb 5% der Grenzwerte, während 381 Personen überwacht wurden, ohne daß eine Abschätzung vorgenommen wurde. Es handelte sich um offensichtliche Bagatellfälle, oder um Personen, die außerhalb des Kernforschungszentrums Karlsruhe tätig waren, bei denen die Abschätzung durch den zuständigen Strahlenschutzbeauftragten erfolgte.

Zur individuellen Abschätzung der jährlichen Körperdosen infolge Inkorporationen werden die Analysendaten und gegebenenfalls die ermittelten Körperdosen in einer Personendatei gesammelt.

Results of Incorporation Monitoring by Excretion Analyses Performed at the Karlsruhe Nuclear Research Center during the Years 1979 until 1984

Abstract

At the Toxicological Laboratory of the Medical Department of the Karlsruhe Nuclear Center about 5000 analyses in biological material (urine, feces, blood, tissue, nose swab) were performed annually between 1979 and 1984, mainly with a view to detecting plutonium, americium, uranium and tritium in the framework of incorporation monitoring by excretion analyses.

In the majority of cases no incorporation were found in regular monitoring. Tritium incorporations occurred solely with persons working at the heavy water moderated reactors. At the Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft the annual collective doses attained values between 60 and 74 mSv and decreased during the last year while work was brought to an end. The maximum individual body doses are less than 5 mSv/a and for the group of exposed persons they are on average inferior to 0.5 mSv/a.

In the course of measurements required by special occasions about 50 to 90 persons per year were monitored in addition during the initial years and up to 250 persons per year during the last years out of concern about a possible incorporation. During the six years of reporting 4504 analyses involving 761 persons produced three incorporations beyond the double limit value of the annual activity intake as laid down in the Radiation Protection Ordinance. With three persons values between 50% and 100 % of the limit value were found, with 31 persons values between 5% and 50%. The examinations of 343 persons did not reveal incorporations going beyond 5% of the limit values, and 381 persons were monitored without an estimate being made. These were obviously trivial cases or persons working outside the Karlsruhe Nuclear Research Center for which the estimates were made by the competent Radiation Protection Commissioner.

In order to estimate the annual body doses resulting from incorporations for each individual the analytical data and the body doses determined, if any, are compiled in a personnel file.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Erfordernis für eine Inkorporationsüberwachung	1
2. Durchführung der Inkorporationsüberwachung	2
2.1. Durchführung der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen	2
2.2. Abschätzung der Höhe einer Inkorporation	3
2.2.1. Tritium als Tritiumwasser (HTO)	3
2.2.2. Plutonium	4
2.2.3. Uran	6
3. Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen	6
4. Literatur	7
Anhang 1 : Verzeichnis der benutzten Abkürzungen	10
Anhang 2 : Erhebungsbogen zur Einstufung beruflich strahlenexponierter Personen in Überwachungsbereiche	11
Anhang 3 : Tabellen	
Tabelle 1a - f : Umfang der Inkorporationsüberwachung in den Jahren 1979 - 1984	16
Tabelle 2a - f : Verteilung der im Jahr 1979 bis 1984 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen	22
Tabelle 3a - g: Häufigkeit der Analysen in den Jahren 1979-1984	28
Tabelle 4a u.b : Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung auf Tritium in den Jahren 1979 bis 1984	35
Tabelle 5 : Verteilung der Körperäquivalentdosen aus Tritiuminkorporationen in den Jahren 1979 bis 1984	37

Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1979 bis 1984

Im Kernforschungszentrum Karlsruhe wird die Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen auf Grund der Auflagen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /1/ und der "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle" des Bundesministers des Innern /2/ sowohl im Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung durch Ausscheidungsanalysen als auch von der Hauptabteilung Sicherheit durch Messungen der Körperaktivität durchgeführt.

Der vorliegende Bericht ergänzt die vorliegenden Berichte /3/,/4/ und faßt die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen in den Jahren 1979 bis 1984 zusammen. Die Ergebnisse der Direktmessungen sind in den Jahresberichten der Hauptabteilung Sicherheit enthalten /5/.

1. Erfordernis für eine Inkorporationsüberwachung

Eine Inkorporationsüberwachung ist durchzuführen, um die interne Strahlenexposition der Personen zu ermitteln, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen. Diese ist zu der auf anderem Wege ermittelten externen Strahlenexposition zu addieren und mit den Grenzwerten der Körperdosis zu vergleichen.

Ziel des Strahlenschutzes ist es, diese Exposition so gering zu halten, wie sie vernünftigerweise erreicht werden kann /6/. Dies ist möglich durch Abschätzung des Inkorporationsrisikos bei der Tätigkeit, durch Auswahl des betroffenen Personenkreises und Durchführung einer geeigneten Inkorporationsüberwachung.

Das Inkorporationsrisiko wurde bisher durch Entscheidungen des Strahlenschutzbeauftragten aus der Kenntnis des Arbeitsablaufs und der gehandhabten Aktivitätsmenge an Hand einer betriebsinternen Anweisung /7/ bestimmt. Danach wurde der Personenkreis ermittelt, der überwacht werden mußte.

Seit dem Jahr 1982 wird im Kernforschungszentrum Karlsruhe vom Technischen Sicherheitsbüro der Hauptabteilung Sicherheit ein Erhebungsbogen benutzt, in den vom Strahlenschutzbeauftragten Angaben zur internen und externen Exposition für jede Einzelperson eingetragen werden müssen (s. Muster im Anhang 1). An Hand dieser Eintragungen wird unter Beachtung der Richtlinie /2/ das Erfordernis für die jeweils notwendige Überwachungsmethode festgelegt.

Das Erfordernis wird seit dieser Zeit mit dem in /2/ angegebenen Auswahlkriterium mittels eines Rechenprogramms /8/ errechnet und damit für jede Person die Art und Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung festgelegt. Es zeigte sich, daß bei Anwendung dieses Auswahlkriteriums eine geringere Zahl von Personen zu untersuchen gewesen wäre, als bisher tatsächlich überwacht wurden. In vielen Fällen wurde dennoch trotz fehlender Notwendigkeit die regelmäßige Inkorporationsüberwachung fortgesetzt.

Das Auswahlkriterium geht davon aus, daß eine Überwachung nicht erforderlich ist, wenn die arbeitstäglich gehandhabte Aktivität A kleiner ist als

eine Aktivität, die sich zu

$$F \cdot \left(1 + \frac{M}{M_0}\right) \cdot Z$$

ergibt, wenn für M die gehandhabte Masse, für F ein Umgangsfaktor (entsprechend dem Inkorporationsrisiko), für M_0 eine unbemerkt inkorporierbare Masse von 0,01 g und für Z der Grenzwert der Jahres-Aktivitäts-Zufuhr nach /1/ Anlage IV Tabelle IV zu verstehen ist.

Im Erhebungsbogen werden die Ergebnisse dieser Berechnungen durch Einstufung der betreffenden Person in die Inkorporationsklassen I 1 und I 2 festgelegt, wobei I 1 eine einmalige und I 2 eine mehrmalige Überwachung bedeutet. Es wird weiter angegeben, wie häufig und auf welche Art (Direktmessung oder Ausscheidungsanalysen) eine Inkorporationsüberwachung durchzuführen ist.

2. Durchführung der Inkorporationsüberwachung

Die Inkorporationsüberwachung wird sowohl durch Direktmessung im Ganzkörperzähler der Hauptabteilung Sicherheit (Verantwortlicher: Dr.H.Doerfel), als auch durch Ausscheidungsmessungen im Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung (Verantwortlicher: Dr.H.Schieferdecker) durchgeführt, wobei nach Möglichkeit eine Absprache über die Terminplanung bei der regelmäßigen Überwachung erfolgt.

Die Durchführung der Direktmessung ist in /5/ beschrieben, so daß im folgenden vorwiegend auf die Durchführung der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen eingegangen wird.

2.1. Durchführung der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen

Die Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen wird nach /2/ mit zwei verschiedenen Zielen durchgeführt:

- regelmäßige Überwachung des Normalbetriebs
- Messungen aus besonderem Anlaß bei besonderen Vorkommnissen zur Bestimmung der eventuell inkorporierten Aktivitätsmenge oder der Körperdosis

Die regelmäßige Überwachung wird an Hand der Eintragungen in den persönlichen Erhebungsbögen durchgeführt. Bei unauffälligem Verlauf der Überwachung werden keine weiteren Maßnahmen ergriffen, die Ergebnisse werden in einer personenbezogenen Datei 30 Jahre lang aufbewahrt und zur Erfassung der Gesamtexposition (intern und extern) einer zentralen Dosisdatei beim Technischen Sicherheitsbüro der Hauptabteilung Sicherheit übertragen.

Mitarbeiter der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe, die bei der Abfallbehandlung mit Plutonium umgehen, müßten nach der Richtlinie /2/ (wie schon in /3/ beschrieben) monatlich überwacht werden. Da dies aus persönlichen und technischen Gründen nicht zumutbar bzw. technisch nicht durchführbar ist, wurde das schon in /3/ beschriebene Verfahren der monatlichen Überwachung von einzelnen Referenzpersonen beibehalten und zusätzlich Luftkonzentrationsmessungen, sowie Ganzkörper- und Lungenmessungen ausgeführt. Dadurch ist eine monatliche Überwachung des Gesamtbereichs möglich, wobei die Einzelper-

son nur einmal im Jahr zur Inkorporationsüberwachung herangezogen werden muß. Die Ergebnisse von Untersuchungen in den Jahren 1978 bis 1982, die diese Methode stützen, sind in /9/ beschrieben.

Tritium-Inkorporations-Messungen werden nach der Richtlinie nach Möglichkeit im monatlichen Abstand durch Urinalysen durchgeführt, jedoch wird bei Revisions und Wartungsarbeiten mit erhöhtem Inkorporationsrisiko je eine Urinprobe vor Beginn und nach Beendigung der Arbeiten untersucht.

Regelmäßige Uranmessungen werden auf Grund des geringen Inkorporationsrisikos im Kernforschungszentrum Karlsruhe nur durch einmal jährliche Lung-Counter-Messungen durchgeführt. Uran-Analysen im Urin werden regelmäßig nur bei Mitarbeitern der Fa. NUKEM und RBU ausgeführt.

Besondere Vorkommnisse (erhöhte Atemluftkonzentrationen, größere Kontaminationen der Hände, Gesichtskontaminationen oder außergewöhnliche Ereignisse), bei denen der Verdacht einer Inkorporation besteht, werden nach einem vorgegebenen Schema durch "Messungen aus besonderem Anlaß" untersucht.

Es besteht darin, bei Verdacht einer Inhalation einen Nasen-Rachen-Abstrich zu untersuchen, die Sammlung des gesamten Urins und Stuhls für die Dauer von drei Tagen zu veranlassen (wobei durch Sperrung einer weiteren Tätigkeit in Kontrollbereichen eine zusätzliche Inkorporation oder Kontamination vermieden wird), und die direkte Messung der Körperaktivität im Ganzkörper- oder Lungenzähler (je nach dem betreffenden Nuklid) vorzunehmen.

Bei Wundkontaminationen mit Plutonium und anderen Transuranelementen wird nach eventuell erfolgter Wundbehandlung neben Urinalysen auch eine Aufarbeitung von Gewebsexcidat und Blut zur Aktivitätsbestimmung vorgenommen.

Aus den Ergebnissen der Messungen aus besonderem Anlaß werden eine Abschätzung der Höhe der Zufuhr oder bei Wundkontamination eine Abschätzung der Höhe der resultierenden Körperdosis vorgenommen, diese Werte mit den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung verglichen und dem Strahlenschutzbeauftragten und bei Überschreitung von Grenzwerten auch der zuständigen Behörde mitgeteilt /20/.

Die Abschätzung erfolgt mit den jeweiligen Ausscheidungs- und Retentionsfunktionen für das betreffende Radionuklid, wobei auf die Angaben der Internationalen Strahlenschutzkommission /10/, /11/, /12/, /13/ und des Fachverbands für Strahlenschutz /14/ zurückgegriffen wird.

2.2. Abschätzung der Höhe einer Inkorporation

In der Praxis ergab sich die Notwendigkeit zu einer Abschätzung der Höhe einer Inkorporation nur bei wenigen Nukliden, wie im folgenden beschrieben ist.

2.2.1. Tritium als tritiiertes Wasser (HTO)

Die Tritium-Überwachung wird durch Sammeln von Urinproben (ca. 100 ml) und Ausmessen im Flüssigszintillationsspektrometer durchgeführt /15/.

Aus den Ergebnissen der Tritiumanalysen im Urin ist eine Abschätzung der Höhe der resultierenden Körperdosis möglich, wenn der Zeitpunkt der Inkorporation bekannt ist.

Die Körperdosis D errechnet sich (nach /15/) aus dem Ergebnis der Tritiumanalysen im Urin

- für eine einmalige Inkorporation zu

$$D = A_0 \cdot 7,14$$

Sie ergibt sich in 10^{-5}Sv , wenn die Urinkonzentration A_0 = Aktivität zum Zeitpunkt der Inkorporation in MBq/Liter angegeben wird.

- für eine mehrmalige Inkorporation (Dauerzufuhr) innerhalb eines bestimmten Zeitraums t zwischen zwei Urinalysen eine Dosis D_t zu

$$D_t = A_t \cdot \frac{0,51}{\lambda_b} \cdot (1 - e^{-\lambda_b t})$$

(A_t = Aktivität in MBq/Liter, t = Zeitraum zwischen den Urinalysen,

λ_b = biol.Halbwertszeit = 10 Tage)

- und für eine ständige geringfügige Inkorporation eine Dosis D_a zu

$$D_a = A_m \cdot 186,2$$

(A_m = mittlere Aktivität in MBq/Liter)

Diese Rechnung gilt nach /15/ unter Benutzung eines Qualitätsfaktors von 1,7 für HTO. Bei Benutzung des Qualitätsfaktors 1,0 ergeben sich geringere Dosiswerte, die in den Tabellen 3 und 4 in Klammern angegeben sind.

2.2.2. Plutonium

Eine Dosisabschätzung ist bei Plutonium-Inkorporationen nur bei Kenntnis des Inkorporationszeitpunkts, der Inkorporationsart, der chemischen Zusammensetzung und der physikalischen Eigenschaften der inkorporierten Verbindung möglich. Die Berechnungsgrundlagen /16/ sind dabei zu benutzen.

Modifikationen bei Kenntnis der Verbindungsklasse und der Korngrößenverteilung sind im Einzelfall möglich, wie dies in /17/ für das Beispiel des Urans beschrieben ist.

In der Praxis wird die Abschätzung der Höhe einer Pu-Zufuhr aus den Ergebnissen der Urin- und Stuhlanalysen und deren Vergleich mit den Grenzwerten der Jahres-Aktivitätszufuhr der Strahlenschutzverordnung /1/ ausreichend sein.

Zufuhrwerte unterhalb von 5% dieser Werte werden ohne weitere Maßnahmen lediglich registriert, und nicht weiter berücksichtigt, wenn sie jährlich nur

einmal auftreten. Mehrmalige Zufuhren werden am Ende des Jahres gesondert beurteilt.

Zufuhrwerte unter 50% des Grenzwertes der Jahresaktivitätszufuhr nach Par. 52(1) StrlSchV /1/ führen zu jährlichen Körperdosen unterhalb von 5% der Werte nach Anlage X der StrlSchV und können unberücksichtigt bleiben. Bei Zufuhrwerten oberhalb von 50% des Grenzwertes der Jahresaktivitätszufuhr müssen die Jahres-Körperdosen und die 50-Jahre-Folgekörperdosen ermittelt werden und in einer zentralen Dosisdatei registriert werden /18/.6

Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen sind z.Zt. von 1978 bis heute in einer Datenbank (ADABAS) gespeichert. Die Daten von 1964 bis 1977 liegen noch auf Karteikarten und ab 1974 auf Lochkarten vor.

Die Vorgehensweise bei der Abschätzung der Zufuhr aus den Ergebnissen der Urin und Stuhlanalysen nach Inhalation geht von der Annahme aus, daß keine genaueren Kenntnisse über die chemische Verbindungsklasse und die Korngrößenverteilung des inhalierten Aerosols vorliegt.

Vereinfachend kann dann angenommen werden, daß das inhalierte Aerosol entweder sehr schnell (bei in den Körperflüssigkeiten sehr leicht transportierbaren Verbindungen) in das Körpersystem (vorwiegend Knochen, Leber und Milz) übergeht, sich in diesen Organen ablagert, und zum Teil im Urin ausgeschieden wird, oder zum anderen als nicht transportierbarer Anteil sich im Atemtrakt ablagert und nach kurzer Zeit durch den Selbstreinigungsmechanismus des Atemtrakts wieder im Stuhl ausgeschieden wird /14/.

Der erste Anteil ist aus den Ergebnissen der Urinausscheidung mit den Ausscheidungsfunktionen von Beach und Dolphin oder Durbin /19/ berechenbar, wobei in der Praxis festgestellt wurde, daß dieser Anteil bei fast allen Personen so gering war, daß er keinen Beitrag zur Berechnung lieferte. Dieser Anteil repräsentiert nur den Systemgehalt im Körper und stellt damit nur einen bestimmten Anteil der gesamten Zufuhr in den Körper dar.

Der andere Anteil, der den Gehalt im Atemtrakt darstellt, läßt sich nach den Angaben der ICRP /13/ aus der im Stuhl der ersten drei Tage ausgeschiedenen Aktivität ermitteln. Vereinfachend wird nach /14/ für alle Verbindungsklassen und für eine normierte Korngrößenverteilung von 1 Mikrometer AMAD (= Aktivitäts-Medianwert des aerodynamischen Durchmessers) eine kumulierte Ausscheidung von 0,5 innerhalb dieses Zeitraums angenommen.

Eine Ausscheidung von 4 Bq in den Stuhlausscheidungen der ersten drei Tage nach der Inhalation (einschließlich einer eventuell festgestellten durch Nasenabstrich entfernten Aktivität im Nasen-Rachen-Raum) hat somit eine ungefähre Zufuhr von 5% des Grenzwerts der Jahresaktivitätszufuhr an Plutonium (160 Bq) zur Folge. Diese Zufuhrwerte werden bis zu dieser Höhe ohne weitere Maßnahmen registriert und erst bei wiederholter Zufuhr am Ende eines Jahres gesondert beurteilt.

Überschreitungen des Zufuhrwerts von 16 Bq Pu (10% des Grenzwerts der JAZ) werden nach einer Melderegelung /20/ unverzüglich der Behörde gemeldet. Das gleiche gilt auch bei festgestellten Aktivitäten im Nasen-Rachen-Raum oberhalb von 300 mBq und bei jeder festgestellten Wundkontamination.

Bei Wundkontaminationen sind Urinanalysen zur Abschätzung der Höhe eines eventuellen Körperdepots erforderlich. Mit den Ausscheidungsfunktionen nach Beach und Dolphin /11/ ist die Systembelastung (die in den Körperorganen vorhandene Aktivität, vorwiegend im Knochen, Leber und Milz) zu bestimmen. Ein Bezug auf Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung kann in diesem Fall

nur durch Bestimmung der Organdosis mit Hilfe der Dosisfaktoren in der Richtlinie /16/ und der Vergleich mit den Grenzwerten der Körperdosis nach /1/ Anlage X erfolgen.

Erhöhte Zufuhrwerte haben eine Fortsetzung der Urin- und/oder Stuhlanalysen zur Folge mit dem Ziel einer genaueren Bestimmung der Zufuhr und gegebenenfalls der Körperdosis nach Ermittlung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des inhalierten Materials (Lungenretentionsklasse und Korngrößenverteilung).

Erhöhte Zufuhren machen unter Umständen eine Therapie zur Ausscheidungsintensivierung erforderlich, wobei eine Beeinträchtigung der Inkorporationsabschätzung durch eine gegenüber dem Normalen veränderte Ausscheidungsfunktion in Kauf genommen werden muß /14/.

2.2.3. Uran

Eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung auf Uran wird im Kernforschungszentrum Karlsruhe wegen des geringen Inkorporationsrisikos außer einer stichprobenartigen Lung-Counter-Messung nicht durchgeführt.

Die Inkorporationsüberwachung bei der Fa. NUKEM und RBU erfolgt nach den Angaben der Loseblattsammlung des Fachverbands für Strahlenschutz /21/ und in bestimmten Fällen nach /17/.

3. Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen

Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung zeigen sich formal durch die Zahl der ausgeführten Analysen in verschiedenen Untersuchungsmaterialien bei den einzelnen Instituten und Firmen in den Tabellen 1a bis 1f. Die Kapazität des Labors ist mit ca. 6000 Analysen pro Jahr erreicht, wobei in den letzten Jahren die Zahl der Analysen bedingt durch häufigere und aufwendigere Messungen aus besonderem Anlaß abnahm (s. Tab. 2).

Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung lagen in den meisten Fällen unterhalb der Nachweisgrenze der benutzten Analysenverfahren und waren damit kein Anlaß für weitere Untersuchungen. Sie wurden lediglich registriert und werden für die geforderte Zeit von 30 Jahren aufbewahrt. Inkorporationen wurden lediglich beim Umgang mit Tritium festgestellt.

Auch bei den Messungen aus besonderem Anlaß (beim Auftreten des Verdachts einer Inkorporation) wurden in den meisten Fällen keine Inkorporationen oberhalb von 5% der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr festgestellt, wie die Tabellen 2a bis 2f zeigen.

Inkorporationen an Plutonium im Bereich zwischen 5% und 50% des Grenzwerts der Jahresaktivitätszufuhr hatten keine Jahres-Körperdosen >5% der Grenzwerte der Körperdosis nach /1/ Anlage X zur Folge. Dies ergibt sich daraus, daß die Grenzwerte bei langlebigen knochensuchenden Radionukliden (z.B. Plutonium) wegen der Anwendung des Konzepts der 50-Jahre-Folgedosis stark restriktiv sind und weit geringere Jahresdosen verursachen, als nach den Grenzwerten der Körperdosis nach /1/ Anlage X zulässig sind /22/.

Die Besorgnis einer Inkorporation trat im Kernforschungszentrum Karlsruhe bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe und dem Institut für Heiße Chemie sowie bei der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe auf. Wie zu erkennen ist, waren die festgestellten Zufuhrwerte in den meisten Fällen kleiner als 5% der Grenzwerte. Zum Teil wurden wegen des Vorliegens offener Bagatellfälle keine Abschätzungen vorgenommen. Nicht bestimmt wurden auch Messungen für Fremdfirmen außerhalb des Kernforschungszentrums Karlsruhe, bei denen uns die Ausgangsdaten nicht bekannt waren und der Strahlenschutzbeauftragte der Fremdfirmen selbst abzuschätzen hatte.

Bei den Einzelfällen mit Inkorporationen von Plutonium bei dem Institut für Heiße Chemie und bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe handelt es sich um Inkorporationen, bei denen zwar die Grenzwerte der Jahres-Aktivitätszufuhr, nicht aber die Grenzwerte der Jahresdosis nach /1/ Anlage X überschritten wurden.

Die Tabellen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung auf Tritium bei verschiedenen Institutionen. Feststellbare Inkorporationen wurden bei der Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft und der Fa.NUKEM und im Kernforschungszentrum Karlsruhe bei den Kerntechnischen Betrieben (FR2) und der Hauptabteilung Ingenieurtechnik ermittelt.

Bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe wurden ebenso wie bei der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe keine Tritium-Inkorporationen festgestellt, so daß die Überwachung ausgesetzt wurde. Bei der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe wurde im letzten Jahr zur Kontrolle der bisherigen negativen Überwachungsergebnisse die Überwachung mit gleichem Erfolg wiederholt.

Die ermittelten Gesamt-Körperdosen bei der Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft nahmen gegenüber den Vorjahren /3/,/4/ anfangs weiterhin ab, stiegen auf Grund des zunehmenden Tritium-Inventars im Reaktor in den Jahren 1980 und 1981 an und nahmen dann mit abnehmendem Arbeitsanfall im Jahr 1984 wieder ab.

Die Verteilung der Körperdosen in Tabelle 5 zeigt, daß die häufigsten Inkorporationen im Bereich kleiner Dosen auftraten, die zwischen 0,5 und 5 mSv/a lagen.

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit von K.Geisert, D.Hees, E.Kindler, M.Pfeifenroth, I.Schappals und L.Widua

4. Literatur

- /1/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) v. 13.10.1976, BGBI Teil 1, Nr.125, S.2905-2995 mit Berichtigung v.21.1.1977, BGBI Teil 1, Nr.6, S.184-195 und Berichtigung v. 1.2.1977, BGBI Teil 1, Nr.9, S. 269
- /2/ Bundesministerium des Innern
Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle (Paragrafen 62 u. 63 StrlSchV)
GMBI Nr. 22 (1978) 348-354
- /3/ H.Schieferdecker
Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1975 bis 1978
KfK 2799 B (Juli 79)

- /4/ H.Schieferdecker, L.A.König, H.Ritz
Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung im Kernforschungszentrum Karlsruhe im Jahr 1974
KfK-Ext. 23/75-1
- /5/ H.Kiefer, W.Koelzer, L.A.König (Red.)
Jahresberichte der Hauptabteilung Sicherheit (HS) der KfK
1979 : KfK 2939, 1980 : KfK 3113, 1981 : KfK 3272, 1982 : KfK 3535
1983 : KfK 3663, 1984 : 3883
- /6/ Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
ICRP Publ. 26 (adopted Jan.1977)
Annals of the ICRP, Vol.1, No.3, 1977, 1-53
- /7/ H.Roock
private Mitteilung
Strahlenschutzordner KfK Register 12
- /8/ H.Doerfel
in: Jahresbericht 1982 der Hauptabteilung Sicherheit
KfK 3535 (April 1983) S.231-232
- /9/ H.Dilger, H.Doerfel, H.Schieferdecker
Vergleich von verschiedenen Verfahren zur routinemäßigen Inkorporationsüberwachung auf Plutonium in einer Entsorgungsanlage
(Publikation in Vorbereitung)
- /10/ Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation
ICRP Publ. 2 (1959)
- /11/ Recommendations of the International Commission on Radiological Protection - Report of Committee IV on Evaluation on Radiations Doses from Internal Contamination due to Occupational Exposure
ICRP Publ. 10, Pergamon Press (1968)
deutsche Übersetzung: Ermittlung der Körperdosis bei beruflich strahlenexponierten Personen nach Inkorporation radioaktiver Stoffe / Abschätzung der Körperdosis nach sich wiederholenden oder länger andauernden Aufnahmen radioaktiver Stoffe.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York 1978
- /12/ Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
The Assessment on Internal Contamination Resulting from Recurrent or Prolonged Uptakes
ICRP Publ. 10A, Pergamon Press (1971) deutsche Übers. siehe /11/
- /13/ Limits of Intakes of Radionuclides by Workers
ICRP Publ. 30
Part 1: Annals of the ICRP Vol.2, No.3/4, 1979, 1-116
Part 2: Annals of the ICRP Vol.4, No.3/4, 1980, 1-71
Part 3: Annals of the ICRP Vol.6, No.2/3, 1981, 1-124
Including Addendum to Part 1 and 2
Supplement to Part 1: Annals of the ICRP Vol.3, No.1-4, 1979, 1-555
Supplement to Part 2: Annals of the ICRP Vol.5, No.1-6, 1981, 1-751
Supplement A to Part 3: Annals of the ICRP Vol.7, No.1-3, 1982, 1-440
Supplement B to Part 3: Annals of the ICRP Vol.8, No.1-3, 1982, 1-948
Index: Annals of the ICRP Vol.8, No.4, 1982, 1-73

- /14/ H.Schieferdecker, D.Beyer, B.Glöbel, E.Günther, K.Henrichs, R.Rose,
V.Volf, E.Werner
Biokinetisches Verhalten von Radionukliden bei Inkorporation
Loseblattsammlung Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung (AKI)
des Fachverbands für Strahlenschutz e.V.
FS-82-22-AKI Febr.1982
- /15/ H.Schieferdecker, D.Beyer, E.Günther, L.Widua
Inkorporationsüberwachung auf Tritium
Loseblattsammlung Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung (AKI)
des Fachverbands für Strahlenschutz e.V.
FS-77-14-AKI (Neufassung - Nov.1980)
- /16/ Bundesministerium des Innern
Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Körperdosis bei innerer
Strahlenexposition (Richtlinie zu Par.63 Strahlenschutzverordnung)
GMBI Nr.23 (1981) 322-336
- /17/ H.Schieferdecker, H.Dilger, H.Doerfel, W.Rudolph, R.Anton
Inhalation of U Aerosols From UO_2 Fuel Element Fabrication
Health Physics 48 (85) 29-48
- /18/ M.Winter
private Mitteilung vom 6.12.84
- /19/ L.Ohlschläger, H.Schieferdecker, W.Schmidt-Martin
Systemic Burden and Body Burden of Pu in Man: Comparison of Results
from Bioassay and Autopsy
Health Physics 46 (1984),833-838
- /20/ Melderegelung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft,
Umwelt und Forsten Baden-Württemberg für die KfK GmbH v. 20.8.84
- /21/ F.Schinzer, D.Beyer, H.Doerfel, E.Günther, H.Schieferdecker
Inkorporationsüberwachung auf Uran
Loseblattsammlung Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung (AKI)
des Fachverbands für Strahlenschutz e.V.
FS-80-23-AKI (Sept.1980)
- /22/ K.Henrichs, H.Schieferdecker
Methoden zur Ermittlung der Körperdosis bei interner Exposition
und ihre praktische Anwendung
in: J.Hacke, R.Neider, H.Rühle (Hrsg.) Strahlenschutz, Wissenschaftli-
che Grundlagen - Rechtliche Regelungen - Praktische Anwendungen
Kompendium der Sommerschule Strahlenschutz
Verlag Hildegard Hoffmann Berlin (1985)
- /23/ H.Roock
Neueinstufung der beruflich strahlenexponierten Personen in
Überwachungskategorien
in: Jahresbericht 1982 der Hauptabteilung Sicherheit
KfK 3535 (April 1983) S.14-20

Anhang 1: Verzeichnis der benutzten Abkürzungen

ALKM	Fa. Alkem (Hanau)
AVRD	Allgemeine Verwaltung, Reinigungsdienst, KfK
EUR	Europäische Gemeinschaften, Brüssel
EURL	Europäische Gemeinschaften, Luxemburg
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe, KfK
HIT	Hauptabteilung Ingenieurtechnik, KfK
HS	Hauptabteilung Sicherheit, KfK
HS/R	Hauptabteilung Sicherheit, Radioökologie, KfK
HS/S	Hauptabteilung Sicherheit, Sicherung, KfK
IAK	Institut für Angewandte Kernphysik, KfK
IGT	Institut für Genetik und Toxikologie von Spaltstoffen, KfK
IHCH	Institut für Heiße Chemie, KfK
IK	Institut für Kernphysik, KfK
IKVT	Institut für Kernverfahrenstechnik, KfK
IMF1	Institut für Material- und Festkörperforschung 1, KfK
IMF2	Institut für Material- und Festkörperforschung 2, KfK
IMF3	Institut für Material- und Festkörperforschung 3, KfK
INE	Institut für Nukleare Entsorgungstechnik, KfK
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik, KfK
IRCH	Institut für Radiochemie, KfK
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH (Leopoldshafen)
KBFR	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe (FR2), KfK
KBHZ	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe (Heiße Zellen), KfK
KBSN	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe (SNEAK), KfK
KfK	Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst GmbH, Karlsruhe
LAF	Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik, KfK
LIT	Laboratorium für Isotopentechnik, KfK
MED	Medizinische Abteilung, KfK
NUKM	Fa.Nukem GmbH und RBU, (Hanau)
SFRM	sonstige Fremdfirmen
SKFK	sonstige Institute der KfK
SKT	Schule für Kerntechnik, KfK
VBW	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten, KfK
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Betriebsgesellschaft mbH (Leopoldshafen)

Anhang 2 Formular:
Erhebungsbogen zur Einstufung beruflich strahlenexponierter
Personen in Überwachungsbereiche (Kernforschungszentrum Karlsruhe
GmbH) aus /23/

HS / Technisches Sicherheitsbüro

Erhebungsbogen

zur Einstufung beruflich strahlenexponierter Personen in Überwachungskategorien

Organisationseinheit SSB

1. Angaben zur betroffenen Person

Name Vorname

Geb.-Datum KfK-Pers.-Nr. Kostenstelle

Wenn nicht KfK, Firma Strahlenpaßinhaber?

2. Angaben zum Arbeitsplatz

Der ständige Arbeitsplatz befindet sich

- bei der KfK, im Gebäude Nr.
- in einer anderen Anlage in der Bundesrepublik Deutschland
- im Ausland

Die berufliche Tätigkeit wird ganz oder zeitweise ausgeübt im / an

- Kontrollbereich Sperrbereich Röntgenanlagen

Im Rahmen der Tätigkeit kommt es zu einem Umgang mit

- umschlossenen radioaktiven Stoffen offenen radioaktiven Stoffen
- offenen Transuranen oberhalb der 10^3 -fachen Freigrenzen
- α - β - γ - n - - Strahlern

3. Angaben zur äußeren Strahlenexposition

Art des Arbeitsplatzes	zu erwartende Jahres-Äquivalentdosis in cSv (rem)			
	Ganzkörper	Haut	Extremitäten	n-Anteil
Beschleuniger				
Handschuhkasten				
Heiße Zelle				
Labor				
Technikumshalle				
Röntgenanlage				

4. Angaben zur inneren Strahlenexposition

Nuklid	Aktivität A in Bq	Masse M in g	Sicherheits- faktor F	Umgang		Schutz- vorricht.
				häufig	selten	
H - 3						
Sr - 90						
Uran (nat.)						
Uran (anger.)						
Plutonium						

5. Einstufungsvorschlag durch den SSB

Die Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von

Körperdosis Strahlenpaß Röntgenanlagen

Einsatz bei Interventionsarbeiten

Überwachungskategorie

A

B

.....
Datum, Unterschrift des SSB für die Angaben unter Ziffer 1 bis 5

6. Hinweis für die zentrale Dosiskartei

Aufgrund der Angaben des SSB und der Prüfung durch HS sind in die Personendosiskartei einzutragen:

Überwachungskategorie

A

B

Überwachung nach § 67 StrlSchV einmalig jährlich

.....
Datum, Unterschrift (HS)

7. Festsetzung der Inkorporationsüberwachung

Nuklide	Kategorie		Überwachungsart			Überwachungshäufigkeit
	I1	I2	BC	LC	Aa	

.....
Datum, Unterschrift (HS/D)

.....
Datum, Unterschrift (Med/Tox)

Erläuterungen zum Erhebungsbogen

Einzustufender Personenkreis

1. Mitarbeiter der KfK-GmbH.
2. Angehörige der Universität Karlsruhe, die
 - a) ihren ständigen Arbeitsplatz in Einrichtungen der KfK-GmbH haben,
 - b) vom Strahlenschutz der KfK ständig betreut werden, sich den Anweisungen der Strahlenschutzbeauftragten der KfK unterwerfen und deren Strahlenschutzkartei im Kernforschungszentrum geführt wird.
3. Ausländische Gastwissenschaftler, entsprechend den Bedingungen unter 2., sofern sie innerhalb der Bundesrepublik Deutschland nur bei der KfK-GmbH tätig werden.
4. Fremdfirmenangehörige, soweit sie Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen haben und nicht nur gelegentlich tätig sind.

Hinweise zur Verwendung des Erhebungsbogens

- Legen Sie für jede unter Ihrer Verantwortung als SSB stehende beruflich strahlenexponierte Person einen Erhebungsbogen an.
- Füllen Sie die Abschnitte 1 bis 5 sorgfältig aus und senden Sie den ausgefüllten Erhebungsbogen an HS/TSB.
- Die Abschnitte 6 und 7 werden von HS und Med bearbeitet.
- Nach Bearbeitung der Abschnitte 6 und 7 werden der SSB und alle betroffenen Stellen mit einer Kopie des vollständig ausgefüllten Erhebungsbogens zur Einleitung der erforderlichen Überwachungsmaßnahmen unterrichtet.
- Die Beendigung der Tätigkeit als beruflich strahlenexponierte Person teilen Sie HS/TSB schriftlich mit.
- Wesentliche Veränderungen der Angaben zu den Ziffern 2, 3 und 4 des Erhebungsbogens teilen Sie durch Ausfüllen eines neuen Bogens HS/TSB mit.

Hinweise zum Ausfüllen des Erhebungsbogens

zu 2. Angaben zum Arbeitsplatz

Es sollen die überwiegenden Tätigkeitsmerkmale aufgeführt werden.

zu 3. Angaben zur äußeren Strahlenexposition

Hier sind gegebenenfalls Angaben für mehrere Arbeitsplätze erforderlich.

zu 4. Angaben zur inneren Strahlenexposition (siehe Strahlenschutzordner Register Nr. 12/3)

Wählen Sie für die Angaben in der Tabelle den für ein bestimmtes Nuklid risikoreichsten Umgang aus, d. h. den Umgang mit der höchsten gehandhabten Aktivität bei gleichzeitig kleinster Masse und kleinstem Sicherheitsfaktor.

Spalte „Aktivität A“

Geben Sie bei dem in Frage kommenden Umgang die höchste gehandhabte Aktivität an. Bei häufigem Umgang kann ein über die Woche gemittelter Wert angegeben werden.

Spalte „Masse M“

Geben Sie die Masse des Stoffes an, in dem die Aktivität A enthalten ist, also die Masse der Aktivität plus der Masse der Matrix.

Spalte „Sicherheitsfaktor F“

Der Faktor F repräsentiert die Beschaffenheit des radioaktiven Stoffes sowie die speziellen Gegebenheiten der Handhabung. Seine Verwendung ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung (Auszug aus der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle, GMBI Nr. 22/1978)

Die Faktoren sind im folgenden zusammengestellt:

	fest (kompakt) geringer Abrieb	fest (körnig) flüssig	gas-, dampf- oder pulverförmig
einfache Manipulation in Gefäßen (z. B. Aktivität bestimmen, Umfüllen, Verdünnen)	1 000	100	10 - 1
schwierige Manipulation (z. B. Zerlegen, Zerkleinern)	100	10	1 - 0,1
sehr schwierige Manipulation (z. B. chem. Reaktion unter erhöhter Temperatur, Ausglühen, Verdampfen, Kochen)	10	1	0,1 - 0,01

Die angegebenen Faktoren gelten für die Handhabung ohne besondere Schutzmaßnahmen; der Faktor F kann bei Benutzung besonderer Schutzvorrichtungen (z. B. Abzüge) bis zum 100-fachen erhöht werden.

Spalte „Umgang“

Die Angaben in dieser Spalte haben Einfluß auf die Durchführung der Überwachung. Sollte ein Mitarbeiter häufig oder gelegentlich mit radioaktiven Stoffen umgehen, ordnen Sie ihn der Spalte „häufig“ zu. Eine Zuordnung zur Spalte „selten“ sollte nur erfolgen, wenn im Jahr nur in wenigen und zeitlich abgrenzbaren Fällen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Eine eventuell erforderliche Inkorporationsüberwachung wird in diesen Fällen nur auf Veranlassung des SSB durchgeführt.

Spalte „Schutzvorrichtungen“

K: keine; A: Abzug; G: Glove-Box; H: Heiße Zellen; F: Arbeit mit Filtermaske; P: Preßluftatmer mit Gesichtsmaske; V: belüfteter Vollschutzanzug.

zu 5. Einstufungsvorschlag durch SSB

- Bei der Einstufung in die Überwachungskategorien sind ausschließlich die in der StrlSchV festgelegten Merkmale, die sich auch aus der den Erläuterungen beigefügten Übersichtstabelle auf Seite 3 entnehmen lassen, unter Berücksichtigung von Inkorporationsmöglichkeiten anzuwenden. Nicht durch Meßwerte oder andere Strahlenschutzgesichtspunkte begründbare Einstufungen verursachen unnötigen Arbeitsaufwand und sind nicht gerechtfertigt.
- Zu beachten sind folgende zusätzliche Einstufungskriterien für die Kategorie A:
 - a) Mitarbeiter, bei denen die durch den Anteil an Röntgenstrahlung bewirkte Körperdosis im Kalenderjahr 0,5 cSv (0,5 rem) überschreiten kann.
 - b) Mitarbeiter, für die wegen ihres Einsatzes in einer KfK-GmbH-fremden, genehmigungsbedürftigen Anlage ein Strahlenpaß benötigt wird (gilt nicht bei ausschließlicher Tätigkeit im Ausland).
 - c) Mitarbeiter, bei denen im Rahmen von Interventionsarbeiten (z. B. Einsätze in Heißen Zellen) Tagesdosen von > 0,2 cSv (200 mrem) auftreten können.

Anmerkungen

Rückfragen zu den Ziffern 2 und 3 des Erhebungsbogens sind an HS/Ü (Dr. Dilger, Tel. 4863) zu richten. Rückfragen zu Ziffer 4 des Erhebungsbogens sind an Med./Tox (Dr. Schieferdecker, Tel. 2077) bzw. HS/D (Dr. Doerfel, Tel. 2083) zu richten.

Anhang 3: Tabellen 1 bis 5

- Tabellen 1a-f: Umfang der Inkorporationsüberwachung
in den Jahren 1979 bis 1984
- Tabellen 2a-f: Verteilung der im Jahr 1979 bis 1984 aus
besonderem Anlaß ausgeführten Analysen
- Tabellen 3a-g: Häufigkeit der Analysen in den Jahren 1979 bis 1984
- Tabellen 4a u.b: Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung auf
Tritium in den Jahres 1979 bis 1984
- Tabelle 5: Verteilung der Körperäquivalentdosen aus
Tritiuminkorporationen in den Jahren 1979 bis 1984

Tabelle 1 a: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1979

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen
HDB	117	a, Pu, Am, H-3	7	442	253	0	0	0	0	702
HIT	3	H-3	0	4	0	0	0	0	0	4
HS	2	a, H-3	1	1	0	0	0	0	1	3
IAK2	7	H-3	0	23	0	0	0	0	0	23
IGT	14	Pu, Am, H-3, Th	0	22	0	0	0	0	0	22
IHCH	94	a, Pu, Am, U	4	142	39	0	0	0	0	185
IKVT	2	a, U	1	5	0	0	0	0	0	6
IMF1	23	U, Th	0	36	0	0	0	0	0	36
IMF2	3	Pu	0	4	0	0	0	0	0	4
IMF3	15	Pu, U	2	62	18	0	0	0	0	82
INE	8	Pu, Am	0	48	36	0	0	0	0	84
INR	10	Pu, H-3	0	12	0	0	0	0	0	12
IRCH	36	a, U, Np, Pu, Am	6	76	19	0	0	0	0	101
KBFR	57	Pu, Am, H-3, C-14	0	163	8	0	0	0	0	171
KBHZ	55	a, Pu, Am	1	66	13	0	0	0	0	80
KBSN	12	U, Pu	0	12	0	0	0	0	0	12
MED	15	ALA, Methanol	0	41	0	0	0	0	0	41
EUR	228	a, Pu, Am	1	443	10	0	0	0	0	454
KBG	79	H-3	0	593	0	0	0	0	0	593
KHG	5	H-3	0	5	0	0	0	0	0	5
WAK	115	a, U, Pu, Am	5	261	35	0	0	0	2	303
ALKM	264	Pu, U	0	431	11	0	0	0	0	442
EURL	1	U, Pu	0	2	0	0	0	0	0	2
NUKM	688	H-3, U, Th	0	1606	0	0	0	0	0	1606
SFRM	19	H-3, C-14, Sr, Pu, Am	1	48	30	0	0	0	0	79
	1872		29	4548	472	0	0	0	3	5052

a ==> Alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl,
Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> sonstiges Untersuchungsmaterial
(Wischtest), ALA ==> Bleibestimmung (Delta-Amino-Lävulinsäure-Bestimmung)

Tabelle 1 b: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1980

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen
HDB	115	a,Pu,Am,H-3	24	458	232	0	0	0	0	714
HIT	7	H-3,Am,Th	0	7	0	0	0	0	0	7
HS	36	Pu,H-3	0	38	0	0	0	0	0	38
IGT	10	Pu,Th,C-14	0	17	0	0	0	0	0	17
IHCH	112	a,U,H-3	2	168	0	0	0	0	0	170
IMF3	19	U,Pu	0	40	0	0	0	0	0	40
INE	6	Pu,Am	0	10	0	0	0	0	0	10
INR	10	Pu,H-3	0	13	0	0	0	0	0	13
IRCH	32	a,Pu,Am,H-3	1	58	3	0	0	0	0	62
KBFR	28	a,Pu,H-3	3	55	7	0	0	0	0	65
KBHZ	38	a,Pu	1	37	0	0	0	0	0	38
KBSN	7	U	0	7	0	0	0	0	0	7
LAF2	1	U	0	1	0	0	0	0	0	1
VBW	1	Pu	0	1	0	0	0	0	0	1
MED	5	ALA	0	5	0	0	0	0	0	5
EUR	221	a,Pu,Am,Fe-59	1	412	6	0	2	0	0	421
KBG	113	H-3	0	783	0	0	0	0	0	783
WAK	331	a,U,Pu,Am,H-3	8	714	36	0	0	0	0	758
ALKM	285	Pu,U	0	344	0	0	0	0	0	344
EURL	78	U,Pu	0	158	0	0	0	0	0	158
NUKM	726	H-3,U,Th	0	1678	37	0	0	0	0	1715
SFRM	34	H-3,Am,Pu,U,J,Np	0	67	17	0	0	0	0	84
	2215		40	5071	338	0	2	0	0	5451

a ==> Alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl,
 Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Müll, So ==> sonstiges Untersuchungsmaterial
 ALA ==> Bleibestimmung (Delta-Amino-Lävulinsäurebestimmung)

Tabelle 1 c: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1981

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen

HDB	86	a,H-3,Pu,Am	23	356	236	0	0	0	0	615
IAK2	4	a,H-3	2	6	0	0	0	0	0	8
IGT	9	Pu,Am	0	13	0	0	0	0	0	13
IHCH	45	U	0	45	0	0	0	0	0	45
IK	4	H-3	0	8	0	0	0	0	0	8
IKVT	2	a,U	1	8	0	0	0	0	0	9
IMF1	1	U	0	1	0	0	0	0	0	1
IMF2	8	U,Pu	0	10	0	0	0	0	0	10
IMF3	16	Pu	0	29	0	0	0	0	0	29
INE	4	Pu	0	4	0	0	0	0	0	4
INR	8	H-3,Pu	0	9	0	0	0	0	0	9
IRCH	32	H-3,Pu,Am	0	33	0	0	0	0	0	33
KBFR	22	H-3	0	54	0	0	0	0	0	54
KBHZ	43	a,Pu	1	52	0	0	0	0	0	53
KBSN	7	U-235	0	7	0	0	0	0	0	7
LAF2	1	Pu	0	1	1	0	0	0	0	2
SKT	2	a,Am	2	4	3	0	0	0	0	9

EUR	204	a,U,Pu,Am	1	283	4	0	0	0	0	288
KBG	137	H-3	0	978	0	0	0	0	0	978
KHG	2	H-3	0	2	0	0	0	0	0	2
WAK	424	a,U,Pu,Am	1	834	26	2	2	0	0	865

ALKM	276	U,Pu	0	407	74	0	0	0	0	481
EURL	78	U,Pu	0	157	0	0	0	0	0	157
NUKM	693	H-3,U,Th	0	1477	82	0	0	0	0	1559
SFRM	18	a,H-3,U,Pu	6	26	17	0	0	0	0	49

	2126		37	4805	443	2	2	0	0	5288

a ==> Alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl,
Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> sonstiges Untersuchungsmaterial

Tabelle 1 d: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1982

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen
AVRD	4	Pu,Am	0	4	0	0	0	0	0	4
HDB	80	a,Pu,Am,H-3	5	293	225	0	0	0	0	523
IGT	10	Pu	0	15	0	0	0	0	0	15
IHCH	108	a,Pu,Am,Np	3	156	6	0	0	0	0	165
IKVT	1	Pu,Am	0	4	0	0	0	0	0	4
IMF1	10	U	0	10	0	0	0	0	0	10
IMF2	8	U,Pu	0	19	0	0	0	0	0	19
IMF3	16	Pu,Am,U	0	65	0	2	2	0	0	69
INE	18	H-3,U,Pu,Am,Sr	0	45	0	0	0	0	0	45
INR	11	Pu,H-3	0	20	0	0	0	0	0	20
IRCH	22	a,Pu,Am	2	46	8	0	0	0	0	56
KBFR	32	a,H-3,U,Pu	5	137	0	0	0	0	0	142
KBBI	14	H-3,U,Pu	0	44	0	0	0	0	0	44
KBHZ	40	Pu	0	72	0	0	0	0	0	72
KBSN	14	U	0	37	0	0	0	0	0	37
LAF1	1	U	0	1	0	0	0	0	0	1
MED	11	ALA,H-3,Pu	0	11	0	0	0	0	0	11
EUR	222	a,Pu,Am	3	420	12	0	0	0	0	435
KBG	178	a,H-3,Pu,Am	2	977	2	0	0	0	0	981
WAK	431	a,U,Pu,Am	6	964	26	0	0	0	0	996
ALKM	277	a,U,Pu,Am	0	461	57	8	0	0	10	536
EURL	85	U,Pu	0	170	0	0	0	0	0	170
NUKM	782	H-3,U,U-235	0	1520	0	0	0	0	0	1520
SFRM	6	Pu,Np	0	11	0	0	0	0	0	11
2381			26	5502	336	10	2	0	10	5886

a ==> Alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl,
Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> sonstiges Untersuchungsmaterial
ALA ==> Bleibestimmung (Delta-Amino-Lävulinsäurebestimmung)

Tabelle 1 e: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1983

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen
HDB	87	a, H-3, C-14, Pu, Am	21	291	111	0	0	0	0	423
HIT	16	a, Th, U	8	114	0	0	0	0	0	122
IAK1	1	Am, Pu	0	2	0	0	0	0	0	2
IGT	3	b, Am, Pu	0	4	0	0	0	0	0	4
IHCH	114	a, U, Pu, Am	2	206	10	0	0	0	0	218
IMF1	14	U, Pu, U	0	15	0	0	0	0	0	15
IMF2	5	Pu	0	5	0	0	0	0	0	5
IMF3	14	Pu	0	14	0	0	0	0	0	14
INE	22	a, U, Pu, Am	1	45	6	0	0	0	0	52
INR	3	a, Pu, Am	3	12	14	0	0	0	0	29
IRCH	24	a, H-3, U, Pu, Am	1	33	4	0	0	0	0	38
KBBI	23	a, H-3, U, Pu, Am	1	90	6	0	0	0	0	97
KBFR	24	a, H-3, Th, U, Pu, Am	4	67	11	0	0	1	1	84
KBHZ	46	a, Pu, Am	3	65	22	0	0	0	0	90
KBSN	12	U	0	12	0	0	0	0	0	12
LAF1	1	U	0	2	0	0	0	0	0	2
MED	1	U	0	9	0	0	2	1	0	12
VBW	1	ALA	0	1	0	0	0	0	0	1
EUR	169	a, Np, Pu, Am	2	332	11	0	0	0	0	345
KBG	128	H-3	0	920	0	0	0	0	0	920
WAK	459	a, U, Pu, Am	10	1211	34	0	2	0	0	1257
ALKM	323	U, Pu, Am	0	512	178	6	6	2	0	704
EURL	94	U, Pu	0	216	0	0	0	0	0	216
NUKM	623	H-3, Th, U	0	1183	0	0	0	0	0	1183
SFRM	11	a, H-3, Pu	1	21	9	0	0	0	0	31
2218			57	5382	416	6	10	4	1	5876

a ==> Alpha-Aktivität, b ==> Beta-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin
 St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> sonstiges Unter-
 suchungsmaterial, ALA ==> Bleibestimmung (Delta-Amino-Lävulinsäurebestimmung)

Tabelle 1 f: Umfang der Inkorporationsüberwachung im Jahre 1984

Abt. Inst.	Perso- nen	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ana- lysen
HCH	112	a,Am,Pu,Am,U	13	197	92	2	1	6	0	311
HDB	88	a,H-3,C-14,Pu,Am	20	186	212	0	0	0	0	418
HS/R	3	H-3	0	7	0	0	0	0	0	7
IKVT	1	Pu,Am	0	3	0	0	0	0	0	3
IMF1	13	Pu,U	0	14	0	0	0	0	0	14
IMF2	3	Pu,U	0	6	0	0	0	0	0	6
IMF3	15	Pu	0	15	0	0	0	0	0	15
INE	12	a,Am,Pu,U	1	18	6	0	0	0	0	25
INR	11	H-3,Pu	0	12	0	0	0	0	0	12
KBBI	20	a,H-3,Pu,Am,U	1	64	6	0	0	0	0	71
KBFR	22	H-3,Pu,U	1	29	9	0	0	0	0	39
KBHZ	43	a,Am,Pu,U	1	47	3	0	0	0	0	51
KBSN	12	U	0	18	0	0	0	0	0	18
IRCH	25	H-3,Pu,U	0	25	0	0	0	0	0	25
VBW	4	a,Am,Pu	4	24	20	0	0	0	0	48
EUR	203	Am,Np,Pu,Am,U	0	448	10	2	0	8	1	469
KBG	64	H-3	0	580	0	0	0	0	0	580
WAK	314	a,Am,H-3,Pu,Am,U	22	995	96	2	2	2	0	1119
ALKM	350	a,Am,Pu,Am	1	579	102	3	0	0	0	685
NUKM	641	H-3,Th,U	0	1352	0	0	0	0	0	1352
SFRM	30	Am,H-3,Np,Pu,U	0	41	0	0	0	0	1	42
1986			64	4660	556	9	3	16	2	5310

a ==> Alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl,
Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Müll, So ==> sonstiges Untersuchungsmaterial

Tabelle 2 a: Verteilung der im Jahr 1979 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt./ Inst.	Ges.- Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Ana- ly- sen	./.	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitäts- zufuhr oder der Körperdosis				
												<5	>5 <50	>50 <100	>100 <200	>200
HDB	19	a,Pu,Am	7	167	159	0	0	0	0	333	0	13	4	1	0	1
HS	1	H-3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
IHCH	6	a,U,Pu,Am	4	51	42	0	0	0	0	97	0	6	0	0	0	0
IKVT	2	a,U	1	5	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0
IMF1	8	U,Th	0	20	0	0	0	0	0	20	0	8	0	0	0	0
IMF3	7	a,Pu,U	2	18	18	0	0	0	0	38	0	7	0	0	0	0
INE	6	Pu,Am	0	41	36	0	0	0	0	77	0	6	0	0	0	0
IRCH	7	a,U,Pu	6	21	19	0	0	0	0	46	0	7	0	0	0	0
KBHZ	1	a,Pu,Am	1	10	10	0	0	0	0	21	0	1	0	0	0	0
EUR	2	a,Pu,Am	1	6	4	0	0	0	0	11	0	2	0	0	0	0
KHG	5	H-3	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0
WAK	7	a,Pu,Am	5	41	35	0	0	0	2	83	0	7	0	0	0	0
SFRM	14	a,Pu,Am,Sr	1	32	30	0	0	0	0	63	0	14	0	0	0	0
	85		28	418	353	0	0	0	2	801	0	79	4	1	0	1

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> Sonst.(Wischtest), ./.=> nicht ermittelt

Tabelle 2 b: Verteilung der im Jahr 1980 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt./ Inst.	Ges.- Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Ana- ly- sen	./.	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitäts- zufuhr oder der Körperdosis				
												<5	<50	<100	<200	>200
HDB	35	a,Pu,Am	24	139	147	0	0	0	0	310	0	27	8	0	0	0
IGT	2	Th	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
IHCH	2	U	2	3	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0
IRCH	5	a,H-3,Pu	1	12	3	0	0	0	0	16	0	5	0	0	0	0
KBFR	3	a,Pu	3	9	7	0	0	0	0	19	0	3	0	0	0	0
KBHZ	1	a,Pu	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
EUR	4	a,Pu	1	12	3	0	2	0	0	18	1	3	0	0	0	0
WAK	11	a,Pu,Am	8	45	37	0	0	0	0	90	0	11	0	0	0	0
SFRM	24	Pu,Am,H-3, Np,U,Th,J-131	0	48	9	0	0	0	0	57	24	0	0	0	0	0
	87		40	270	206	0	2	0	0	518	25	54	8	0	0	0

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull,
So ==> Sonst., ./.. ==> nicht ermittelt

Tabelle 2 c: Verteilung der im Jahr 1981 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt./ Inst.	Ges.- Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Ana- ly- sen	./.	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitäts- zufuhr oder der Körperdosis				
												>5	>50	>100	>200	>200
HDB	26	a,Am,Pu	23	119	110	0	0	0	0	252	0	23	3	0	0	0
IAK	2	Pb-212	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
IGT	6	Am,Pu,Th,Hg	0	5	0	0	0	0	0	5	0	6	0	0	0	0
IKVT	2	a,U	1	8	0	0	0	0	0	9	0	2	0	0	0	0
KBHZ	1	a,Pu	1	3	3	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0
SKT	2	a,Am	2	4	3	0	0	0	0	9	0	2	0	0	0	0
EUR	2	a,U,Am,Pu	1	4	4	0	0	0	0	9	0	2	0	0	0	0
WAK	5	U,Am,Pu	1	33	26	2	2	0	0	64	0	5	0	0	0	0
SFRM	6	a,U,Pu	6	9	17	0	0	0	0	32	0	6	0	0	0	0
	52		37	185	163	2	2	0	0	389	0	49	3	0	0	0

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull
So ==> Sonst., ./.. ==> nicht ermittelt

Tabelle 2 d: Verteilung der im Jahr 1982 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt./ Inst.	Ges.- Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Ana- ly- sen	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitäts- zufuhr oder der Körperdosis					
											./.	≤5	≤50	≤100	≤200	>200
HDB	8	a,Pu,Am	5	66	73	0	0	0	0	144	0	5	1	1	0	1
IHCH	3	a,Pu,Am	3	6	6	0	0	0	0	15	0	3	0	0	0	0
IKVT	1	Pu,Am	0	4	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
IMF3	1	Pu,Am	0	6	0	2	2	0	0	10	0	1	0	0	0	0
INE	1	Pu,Am,H-3, Cl-36,Sr-90	0	4	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
IRCH	2	a,Pu,Am	2	10	8	0	0	0	0	20	0	2	0	0	0	0
KBFR	5	a	5	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0
EUR	6	a,Pu,Am	3	30	12	0	0	0	0	45	0	6	0	0	0	0
KBG	5	a,H-3,Pu,Am	2	7	2	0	0	0	0	11	0	5	0	0	0	0
WAK	14	a,Pu,Am,U	6	53	32	0	0	0	0	91	0	14	0	0	0	0
ALKM	20	Pu,Am	0	78	56	8	0	0	0	142	20	0	0	0	0	0
	66		26	264	189	10	2	0	0	491	20	43	1	1	0	1

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> Sonst., ./.. ==> nicht ermittelt

Tabelle 2 e: Verteilung der im Jahr 1983 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt./ Inst.	Ges.- Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Ana- ly- sen	./.	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitäts- zufuhr oder der Körperdosis				
												<5	>5 <50	>50 <100	>100 <200	>200
HDB	27	a,Pu,Am	21	109	90	0	0	0	0	220	2	20	5	0	0	0
HIT	8	a,U,Th	8	96	0	0	0	0	0	104	0	7	1	0	0	0
IAK1	1	Pu,Am	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
IGT	3	b,Pu,Am	0	4	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0
IHCH	5	a,Pu,Am	2	28	7	0	0	0	0	37	0	5	0	0	0	0
INE	1	a,Pu,Am	1	6	6	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0
INR	3	a,Pu,Am	3	6	6	0	0	0	0	15	0	3	0	0	0	0
IRCH	1	a,Pu,Am	1	9	4	0	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0
KBBI	1	a,Pu,Am	1	6	6	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0
KBFR	3	a,H-3,Pu,Am	4	16	11	0	0	1	1	33	0	3	0	0	0	0
KBHZ	3	a,Pu,Am	3	20	22	0	0	0	0	45	0	2	0	0	0	1
EUR	4	a,Am,Pu	2	22	11	0	0	0	0	35	0	4	0	0	0	0
WAK	10	a,Pu,Am	10	46	40	0	2	0	0	98	3	7	0	0	0	0
ALKM	37	Pu	0	56	171	6	6	2	0	241	37	0	0	0	0	0
NUKM	102	U	0	183	0	0	0	0	0	183	102	0	0	0	0	0
SFRM	5	a,H-3,Pu,U	1	24	9	0	2	1	0	37	5	0	0	0	0	0
	214		57	633	383	6	10	4	1	1094	149	58	6	0	0	1

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> Sonst., ./.=> nicht ermittelt

Tabelle 2 f: Verteilung der im Jahre 1984 aus besonderem Anlaß ausgeführten Analysen

Abt.	Ges-Pers.	Nuklid	Na	Ur	St	Bl	Ge	Mu	So	Ges. Analysen	Aktivitätszufuhr in % der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr oder der Körperdosis					
											./.	≤5	≤50	≤100	≤200	>200
HDB	24	Pu,Am	20	114	152	0	0	0	0	286	4	16	4	0	0	0
HCH	19	U,Pu,Am	13	77	81	2	0	0	7	180	4	12	3	0	0	0
IKVT	1	U,Pu,Am	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
INE	1	Pu,Am	1	6	6	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0
KBBI	1	Pu,Am	1	3	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
KBFR	2	U,Pu	1	3	9	0	0	0	0	13	0	2	0	0	0	0
KBHZ	1	Pu,Am	1	3	3	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0
KBSN	1	U	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
VBW	4	Pu,Am	4	24	20	0	0	0	0	48	0	4	0	0	0	0
EUR	2	U,Pu,Am	0	16	10	2	0	8	1	37	0	2	0	0	0	0
WAK	26	Pu,Am	22	104	97	2	2	0	2	229	8	15	3	0	0	0
ALKM	41	U,Pu	1	42	100	3	0	0	0	146	41	0	0	0	0	0
NUKM	125	U,	0	230	0	0	0	0	0	230	125	0	0	0	0	0
SFRM	5	H-3,Am	0	8	0	0	0	0	0	8	5	0	0	0	0	0
	253		64	634	478	9	2	8	10	1205	187	56	10	0	0	0

a ==> alpha-Aktivität, Na ==> Nasenabstrich, Ur ==> Urin, St ==> Stuhl, Bl ==> Blut, Ge ==> Gewebe, Mu ==> Mull, So ==> Sonst., ././ ==> nicht ermittelt

Tabelle 3 b: Häufigkeit der Analysen

C-14

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
HDB						1	1	0	0	1											1	1	0	0	1					
IGT						1	1	0	0	1																				
KBFR	33	33	0	0	33																									
SFRM	4	0	4	0	8																									

Thorium

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
HIT						5	5	0	0	5											16	2	2	12	68					
IGT	1	0	1	0	2	2	0	2	0	4																				
IMF1	1	1	0	0	1																									
KBFR																					1	1	0	0	1					
NUKM	93	39	52	2	149	105	28	74	3	185	71	71	0	0	71						1	1	0	0	1	5	4	1	0	6

Neptunium

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
IHCH																2	2	0	0	2										
IRCH	1	1	0	0	1																									
EUR																					1	0	0	1	4	1	1	0	0	1
SFRM						3	2	0	1	7						5	5	0	0	5						2	2	0	0	2

P ==> Zahl der überwachten Personen ; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 3 c: Häufigkeit der Analysen

Uran (Fluorimetrisch)

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
HIT																					8	0	0	8	46					
IHCH	1	0	0	1	5	3	3	0	0	3											60	60	0	0	60	3	0	0	3	10
IKVT	2	1	0	1	5						1	0	0	1	7															
IMF1	23	17	0	6	35						1	1	0	0	1	10	10	0	0	10	14	14	0	0	14	13	13	0	0	13
IMF2											2	2	0	0	2	2	0	2	0	4						3	3	0	0	3
IMF3						13	13	0	0	13						16	3	13	0	29										
INE																8	2	6	0	14	8	1	7	0	15	1	1	0	0	1
IRCH	1	1	0	0	1											2	1	0	1	4	2	1	0	1	4	1	1	0	0	1
KBBI																12	12	0	0	12	23	23	0	0	23	19	19	0	0	19
KBFR																11	11	0	0	11	8	8	0	0	8					
KBHZ																										1	1	0	0	1
LAF1																1	1	0	0	1										
LAF2						1	1	0	0	1																				
WAK	109	109	0	0	109	326	322	4	0	330	367	357	7	3	380	429	400	29	0	458	457	372	54	31	573	303	237	50	16	426
ALKM	18	10	7	1	27	25	18	7	0	32	22	13	8	1	32	23	18	5	0	28	16	11	5	0	21	28	21	4	3	41
EURL	1	1	0	0	1	78	78	0	0	78	78	78	0	0	78	85	85	0	0	85	94	80	14	0	108					
NUKM	38	38	0	0	38						433	300	127	6	578	500	185	268	76	984	548	234	249	65	991	563	121	368	74	1185
SFRM											5	4	1	0	6											1	1	0	0	1

P ==> Zahl der überwachten Personen; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 3 d: Häufigkeit der Analysen

Uran (Alpha-Aktivität)

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
IHCH						1	1	0	0	1	2	2	0	0	2											2	2	0	0	2
IKVT											1	1	0	0	1															
IMF3	15	11	4	0	19																									
IRCH	2	1	0	1	4																1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
KBSN	11	11	0	0	11	7	7	0	0	7	7	7	0	0	7	14	1	3	10	37	12	12	0	0	12	12	6	6	0	18
KBFR																										2	0	0	2	6
LAF1																					1	0	1	0	2					
EUR											1	0	1	0	2															
WAK	1	0	1	0	2																									
EURL											1	1	0	0	1											1	1	0	0	1
NUKM	671	232	369	70	1295	713	223	417	73	1405	477	297	153	27	824	274	94	168	12	490	67	12	55	0	122	78	14	58	6	148
SFRM						2	1	1	0	6	5	0	0	5	15						1	0	0	0	12	1	1	0	0	1

P ==> Zahl der überwachten Personen ; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 3 e: Häufigkeit der Analysen

Plutonium-238/239/240

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984									
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A					
AVRD																3	3	0	0	3															
HDB	106	0	83	23	412	95	0	59	36	397	73	11	35	27	284	66	8	40	18	215	85	42	22	21	239	88	63	0	25	264					
HS						36	36	0	0	36																									
IAK1																					1	1	0	0	1										
IGT	11	5	6	0	17	8	5	3	0	11	9	7	1	1	12	10	5	5	0	15	1	1	0	0	1										
IHCH	91	84	2	5	142	104	51	52	1	158	43	43	0	0	43	108	66	39	3	156	97	73	20	4	142	111	96	1	14	242					
IKVT																1	0	1	0	2						1	0	1	0	2					
IMF1																					1	1	0	0	1	1	1	0	0	1					
IMF2	3	2	1	0	4						8	8	0	0	8	8	1	7	0	15	5	5	0	0	5	3	3	0	0	3					
IMF3	15	2	6	7	61	19	11	8	0	27	16	3	13	0	29	15	2	12	1	34	14	14	0	0	14	15	15	0	0	15					
INE	8	2	1	5	41	6	3	3	0	9	4	4	0	0	4	10	0	6	4	25	16	7	7	2	30	11	10	0	1	17					
INR	9	9	0	0	9	9	9	0	0	9	8	8	0	0	8	11	6	5	0	16	3	0	1	2	13	7	7	0	0	7					
IRCH	33	10	17	6	78	24	10	13	1	44	28	27	1	0	29	20	6	12	2	42	20	19	0	1	25	22	22	0	0	22					
KBFR	47	46	0	1	61	3	0	0	3	16						11	11	0	0	11	7	4	1	2	21	1	0	0	1	6					
KBBI																12	12	0	0	12	23	22	0	1	29	19	18	0	1	25					
KBHZ	55	50	4	1	69	37	37	0	0	37	43	39	3	1	52	40	8	32	0	72	45	43	0	2	66	43	42	0	1	47					
KBSN	1	1	0	0	1																														
LAF2											1	0	1	0	2																				
VBW	3	0	0	3	19	1	1	0	0	1						1	1	0	0	1						4	0	0	4	22					
EUR	228	118	75	35	394	220	125	65	30	357	200	157	40	3	250	216	135	64	17	326	169	124	28	17	249	203	160	25	18	284					
KBG																2	1	0	1	5															
WAK	111	105	1	5	138	330	312	8	10	393	422	410	7	5	459	432	393	31	8	500	459	356	62	41	639	313	228	52	33	554					
ALKM	250	111	126	13	415	262	213	48	1	312	256	131	97	28	449	261	156	87	19	462	315	173	102	40	641	331	164	127	40	623					
EURL	1	1	0	0	1	78	77	0	1	80	78	78	0	0	78	85	85	0	0	85	94	80	14	0	108										
SFRM	6	1	0	5	45	11	5	4	2	29	9	8	0	1	13	6	6	0	0	6	3	2	0	1	23	5	5	0	0	5					

P ==> Zahl der überwachten Personen ; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 3 f: Häufigkeit der Analysen

Americium-241 und Trans-Plutonium-Elemente

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984									
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A					
AVRD																1	1	0	0	1															
HDB	5	0	0	5	99	20	4	5	11	65	15	0	2	13	72	8	0	0	8	76	17	0	1	6	97	25	0	4	21	134					
HIT						1	1	0	0	1																									
IAKI																					1	1	0	0	1										
IGT	1	0	1	0	2						1	1	0	0	1						1	1	0	0	1										
IHCH	4	0	0	4	34											1	0	0	1	4	5	0	4	1	14	9	0	2	7	44					
IKVT																1	0	1	0	2						1	1	0	0	1					
IMF3																1	0	0	1	6															
INE	8	1	2	5	43	1	1	0	0	1						1	4	0	0	4	1	0	0	1	6	1	0	0	1	6					
INR																					3	0	1	2	13										
IRCH	5	4	0	1	11	4	1	3	0	7	1	1	0	0	1	4	1	1	2	12	1	0	0	1	5										
KBFR	5	5	0	0	5																6	4	0	2	16										
KBBI																					5	4	0	1	11	1	0	0	1	6					
KBHZ	1	0	0	1	10																2	0	0	2	21	1	0	1	0	2					
VBW																										4	0	0	4	22					
SKT											2	0	0	2	7																				
EUR	34	17	11	6	59	39	23	13	3	58	28	22	5	1	35	62	38	12	12	106	50	28	12	10	90	116	80	21	15	183					
KBG																1	1	0	0	1															
WAK	2	0	0	2	9	5	1	0	4	21	5	0	1	4	25	12	6	4	3	32	7	0	0	7	35	18	1	5	12	87					
ALKM																2	0	0	2	44	3	0	0	3	42	3	2	0	1	20					
SFRM	6	1	0	5	45	16	13	2	1	25																3	2	0	1	6					

P ==> Zahl der überwachten Personen ; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 3 g: Häufigkeit der Analysen

Alpha-Aktivität

Abt./ Inst.	1979					1980					1981					1982					1983					1984				
	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A	P	1x	2x	>2x	A
HDB	7	7	0	0	7	23	22	1	0	24	21	19	2	0	23	5	5	0	0	5	19	17	2	0	21	19	18	1	0	20
HIT																					8	8	0	0	8					
IAK											2	2	0	0	2															
IHCH	4	4	0	0	4	2	2	0	0	2						3	3	0	0	3	2	2	0	0	2	13	13	0	0	13
IKVT	1	1	0	0	1						1	1	0	0	1															
IMF3	2	2	0	0	2																									
INE																					1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
INR																					3	3	0	0	3					
IRCH	6	6	0	0	6	1	1	0	0	1						2	2	0	0	2	1	1	0	0	1					
KBBI																					1	1	0	0	1					
KBFR						3	3	0	0	3						5	5	0	0	5	4	3	0	1	6	1	1	0	0	1
KBHZ	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1					3	3	0	0	3	1	1	0	0	1	
VBW																										4	4	0	0	4
SKT											2	2	0	0	2															
EUR	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	3	3	0	0	3	2	2	0	0	2					
KBG																1	0	1	0	2										
WAK	4	4	0	0	4	9	9	0	0	9	1	1	0	0	1	6	6	0	0	6	9	9	0	0	9	21	20	1	0	22
ALKM																1	0	1	0	2						1	1	0	0	1
SFRM	1	0	2	0	2						6	6	0	0	6						1	1	0	0	1					

P ==> Zahl der überwachten Personen ; 1x 2 x >2x ==> Häufigkeit der Inkorporationsüberwachung; A ==> Gesamtzahl ausgeführter Analysen

Tabelle 4 a: Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung auf Tritium in den Jahren 1979 bis 1984

Abt./ Inst.	1979		1980		1981		1982		1983		1984	
KBFR	Zahl d. ständig über-											
+	wachten Personen											
HIT	Personen mit Inkorporationen											
	>0,005 cSv/a											
	Dosis in cSv/a											
	27	(27)	9	(5)	13	(10)	19	(14)	16	(9)	5	(4)
	0,57	(0,34)	0,19	(0,09)	0,195	(0,10)	0,55	(0,30)	0,93	(0,57)	0,74	(0,44)
KBG	Zahl d. ständig über-											
	wachten Personen											
	Zahl der Personen											
	mit Inkorporationen											
	>0,005 cSv/a											
	Dosis in cSv											
	38	(38)	49	(49)	62	(61)	45	(45)	55	(51)	26	(25)
	4,33	(2,58)	4,9	(2,9)	6,04	(3,55)	4,17	(2,45)	4,78	(2,81)	1,35	(0,78)
	Zahl der kurzzeitig											
	überwachten Personen											
	Beschäftigungsdauer											
	(in Monaten)											
	Dosis in cSv/a											
	63		87		142		135		135		146	
	1,48	(0,87)	1,13	(0,67)	1,32	(0,78)	1,07	(0,63)	1,29	(0,76)	0,79	(0,46)
	Gesamtdosis im Jahr											
	in cSv											
	5,81	(3,42)	6,06	(3,56)	7,36	(4,33)	6,24	(3,08)	6,07	(3,57)	2,1	(1,24)
HDB	Zahl der ständig über-											
	wachten Personen											
	Zahl der Personen											
	mit Inkorporationen											
	>0,005 cSv/a											
	Dosis in cSv/a											
	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dosis in cSv/a gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,7 (Werte in Klammern gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,0)

Tabelle 4 b: Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung auf Tritium in den Jahren 1979 bis 1984

Abt./ Inst.	1979		1980		1981		1982		1983		1984		
SKFK	Zahl der überwachten Personen	12		16		10		11		2		9	
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >0,005 cSv/a	5	(4)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	Dosis in cSv/a	0,28	(0,17)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WAK	Zahl der ständig überwachten Personen	-		6		-		-		-		10	
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >0,005 cSv/a	-	-	0	(0)	-	-	-	-	-	-	0	(0)
	Dosis in cSv/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUKM	Zahl der ständig überwachten Personen	21		12		8		6		12		5	
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >0,005 cSv/a	10	(10)	8	(7)	7	(6)	5	(3)	5	(4)	1	(1)
	Dosis in cSv/a	1,06	(0,63)	0,32	0,19	0,59	(0,35)	0,94	(0,5)	0,31	(0,18)	0,04	(0,02)
SFRM	Zahl der überwachten Personen	12		13		6		0		7		26	
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >0,005 cSv/a	0	(0)	0	(0)	1	(1)	0	(0)	0	(0)	1	(0)
	Dosis in cSv/a	-	-	-	-	0,06	(0,09)	-	-	-	-	0,006	(-)

Dosis in cSv/a gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,7 (Werte in Klammern gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,0)

Tabelle 5: Verteilung der Körperäquivalentdosen aus Tritiuminkorporationen in den Jahren 1979 bis 1984

Abteilung/ Institut	Äquivalent- dosis- bereich in cSv/a	Verteilung der ermittelten Körperäquivalentdosen in % der festgestellten Tritiuminkorporationen > 0,005 cSv/a											
		1979		1980		1981		1982		1983		1984	
KBFR und HIT (Forschungs- reaktor)	0,005-0,05	88,9	(100)	88,9	(100)	100	(100)	84,2	(85,7)	81,3	(66,7)	100	(100)
	0,051-0,100	11,1	(0)	11,1	(0)	0	(0)	5,3	(14,3)	0	(11,1)	0	(0)
	0,101-0,200	0	(0)	0	(0)	0	(0)	10,5	(0)	6,2	(22,2)	0	(0)
	0,201-0,500	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	12,5	(0)	0	(0)
	> 0,5	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
KBG (Mehrzweck- forschungs- reaktor)	0,005-0,05	28,9	(50,0)	44,9	(50,5)	48,4	(60,6)	44,5	(55,6)	36,4	(52,9)	61,6	(76,0)
	0,051-0,100	26,3	(26,3)	10,2	(29,2)	17,7	(19,7)	26,7	(28,9)	29,1	(31,4)	19,2	(24,0)
	0,101-0,200	26,3	(23,7)	32,7	(20,8)	16,2	(16,4)	22,2	(11,1)	29,1	(15,7)	19,2	(0)
	0,201-0,500	18,4	(0)	12,2	(0)	17,7	(3,3)	6,7	(4,4)	5,4	(0)	0	(0)
	> 0,5	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
HDB (Abfall- beseitigung)	0,005-0,05	0	(0)	0	(0)	0	(0)	100	(100)	100	(100)	0	(0)
	0,051-0,100	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	0,101-0,200	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	0,201-0,500	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	> 0,5	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
SKFK	0,005-0,05	20,0	(75,0)	0	(0)	0	(0)	100	(100)	100	(100)	100	(100)
	0,051-0,100	80,0	(25,0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	0,101-0,200	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	0,201-0,500	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	> 0,5	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
NUKM	0,005-0,05	20,0	(20,0)	62,5	(71,4)	28,6	(50,0)	80	(100)	60	(75)	100	(100)
	0,051-0,100	30,0	(40,0)	25,0	(28,6)	28,6	(33,3)	20	(0)	20	(0)	0	(0)
	0,101-0,200	40,0	(40,0)	12,5	(0)	42,8	(16,7)	0	(0)	0	(25)	0	(0)
	0,201-0,500	10,0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	20	(0)	0	(0)
	> 0,5	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)

Dosis in cSv/a gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,7 (Angaben in Klammern gerechnet mit Qualitätsfaktor QF = 1,0)