



KfK 2799 B

Juli 1979

**Ergebnisse der  
Inkorporationsüberwachung  
durch Ausscheidungsanalysen  
im Kernforschungszentrum  
Karlsruhe in den Jahren  
1975 bis 1978**

H. Schieferdecker  
Medizinische Abteilung

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Medizinische Abteilung

KfK 2799 B

Ergebnisse

der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen

im Kernforschungszentrum Karlsruhe

in den Jahren 1975 bis 1978

Horst Schieferdecker

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
ISSN 0303-4003

Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen  
im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1975 bis 1978

---

Die Art der Überwachung wird beschrieben und angegeben, wie häufig die Überwachung erfolgt. Unterschieden werden Personen, die regelmäßig, z.T. nur stichprobenartig, und Personen, die aufgrund besonderer Vorkommnisse zusätzlich intensiver überwacht wurden.

In nur zwei Fällen wurde eine geringfügige Überschreitung der vorgeschriebenen Grenzwerte für die Zufuhr radioaktiver Stoffe festgestellt. Dabei fand in keinem Fall eine Überschreitung der nach den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung zugelassenen Körperdosen statt.

Für die Körperdosisermittlung infolge Inkorporation von Tritium wurde ein Rechenprogramm benutzt und die Körperdosis für jede Einzelperson ermittelt. Die Gesamtdosis infolge Tritiuminkorporation hat im Verlauf von vier Jahren beim Reaktorpersonal der KBG von 10,3 manrem im Jahre 1975 auf 5,8 manrem im Jahre 1978 abgenommen. Beim Reaktorpersonal der KfK (KTB) nahm sie in gleicher Weise von 1,8 manrem auf 0,6 manrem ab.

Results of Incorporation Monitoring by Excretion Analyses Performed  
at the Karlsruhe Nuclear Research Center from 1975 until 1978

---

The way of monitoring is described and its frequency is indicated. A distinction is made between persons monitored at regular intervals - partly at random - and persons subjected to an additional and more intensive monitoring on account of special events.

In two cases only a slight exceeding of limit values prescribed for the uptake of radioactive substances was found. In none of the cases the body doses have been surpassed which are permitted according to the rules of the Radiation Protection Ordinance.

A computer program was used for evaluating the body dose due to the incorporation of tritium and the body dose was determined for each individual. The total dose by tritium incorporation received by the KBG reactor staff decreased during four years from 10.3 manrem in 1975 to 5.8 manrem in 1978. It decreased likewise from 1.8 manrem to 0.6 manrem for the KfK reactor staff (KTB).



## Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen im Kernforschungszentrum Karlsruhe in den Jahren 1975 bis 1978

Die Inkorporationsüberwachung von Personen, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, wird im Kernforschungszentrum Karlsruhe seit dem Inkrafttreten der Strahlenschutzverordnung [1] nach neuen Vorschriften durchgeführt. Dadurch ist in einigen Fällen eine Änderung der bisher üblichen Überwachungsmethoden eingetreten.

### 1. Kriterien für die Auswahl des zu überwachenden Personenkreises

Nach der Strahlenschutzbestimmung ist eine regelmäßige Überwachung nur in den Fällen erforderlich, in denen wegen der Höhe der gehandhabten Aktivität und der Umgangsart ein besonderes Inkorporationsrisiko vorhanden ist.

Geregelt wurde die Auswahl der zu überwachenden Personen bisher nach einer Richtlinie des BMwF vom 22.1.1968 [2], die jetzt durch eine Richtlinie des BMI vom 22.2.1978 [3] abgelöst wurde.

Bisher wurde der Personenkreis, der zu einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung herangezogen wurde, unter Beachtung einer sogenannten Grenzaktivität ausgewählt, die sich von der maximal zugelassenen Körperbelastung (MZKB) [4] ableitete.

In der Richtlinie vom 22.2.1978 wird dagegen Bezug genommen auf die in der StrlSchV [1] aufgeführten Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr (JAZ), die sich von der oben angegebenen Grenzaktivität zum Teil sehr unterscheiden.

Als Auswahlkriterium wird in beiden Richtlinien die Umgangsart und das damit verbundene Inkorporationsrisiko herangezogen.

Neu gegenüber der alten Richtlinie ist es, daß nicht mehr eine generelle Überwachung beim Umgang mit Aktivitäten oberhalb der sogenannten Grenzaktivität gefordert wird.

Auch beim Umgang mit Radionukliden mit einer Aktivität oberhalb der in der neuen Richtlinie angegebenen "Aktivitätsschwelle für die Inkorporationsüberwachung" kann unter Umständen auf eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung verzichtet werden, wenn aus der Art der Handhabung eine Gefährdung des Anwenders ausgeschlossen werden kann. Dies kann von

der zuständigen Behörde verfügt werden, wenn ihr zur Abschätzung des Inkorporationsrisikos eine Übersicht über die Inkorporationsmöglichkeiten vorgelegt wird. Diese Übersicht muß folgende Angaben enthalten:

- Handhabung des radioaktiven Stoffes
- die im Wochenmittel arbeitstäglich gehandhabte Aktivität
- die Art und spezifische Aktivität sowie die physikalisch-chemische Beschaffenheit des verwendeten Radionuklids
- die getroffenen Schutzmaßnahmen und
- einen Vorschlag für die zu treffenden Überwachungsmaßnahmen.

Dem Strahlenschutzbeauftragten ist damit die Möglichkeit gegeben, die Überwachungsmaßnahmen selbst zu bestimmen und sie an die gegebene Situation anzupassen.

Als Entscheidungshilfe in unklaren Fällen wird in der Richtlinie ein Kriterium angegeben, an Hand dessen die Notwendigkeit zu einer Inkorporationsüberwachung errechnet werden kann. Dabei wird die Umgangsart in Form eines bestimmten Faktors, die Masse des gehandhabten Stoffes, sowie der Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr in eine Formel eingesetzt.

Die bisher geübte Praxis im Kernforschungszentrum, den betroffenen Personenkreis aus der Art des Umgangs (eingeteilt in vier Kategorien mit unterschiedlichem Umgangsrisiko) und einer vorgegebenen Grenzaktivität (eingeteilt für die einzelnen Radionuklide in vier Toxizitätsklassen) auszuwählen, steht mit der neuen Richtlinie nicht im Widerspruch und wird daher auch weiterhin angewandt. Es war die Regel, daß aus Sicherheitsgründen eher mehr Personen zur Inkorporationsüberwachung herangezogen wurden, als zwingend nötig war.

## 2. Grenzwerte bei der Inkorporationsüberwachung

Die Inkorporationsüberwachung wird so durchgeführt, daß eine Inkorporation von weniger als 5 % der zugelassenen Werte noch erkannt werden kann. Dies stellt bestimmte Anforderungen an die Nachweisempfindlichkeit des jeweiligen Nachweisverfahrens.



Als Grenzwert der Inkorporationsüberwachung wurde bisher die maximal zugelassene Körperbelastung (MZKB) angesehen.

Die neue StrlSchV schreibt dagegen den Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr (JAZ) als bestimmend vor. Dadurch tritt für viele Radionuklide eine Änderung der Bezugswerte ein, die eine Inkorporationsüberwachung sowohl erleichtert als auch erschwert.

So wurde z.B. die Überwachung auf Tritiuminkorporation auf eine MZKB von 1000  $\mu\text{Ci}$  HTO im Körpergewebe als kritisches Organ bezogen. Der JAZ-Wert beträgt dagegen 12000  $\mu\text{Ci}$  HTO/a. Die bisher angewandte Methode der Flüssigszintillationsmessung von Urinproben gestattet die Überwachung unter Bezug auf beide Grenzwerte mit ausreichender Empfindlichkeit ohne Aufarbeitung der Proben.

Die Überwachung auf Plutoniuminkorporation wurde bisher auf eine MZKB von 40  $\mu\text{Ci}$  Pu-239 in den Knochen als kritisches Organ bezogen, während jetzt ein JAZ-Wert von 4.3 nCi Pu-239/a als Grenzwert gilt.

Das zur Überwachung benutzte Analysenverfahren zum Nachweis von Pu im Urin reichte bisher bei einer quartalsmäßigen Überwachung für die Erkennung einer Inkorporation in Höhe von 5 % der MZKB aus, nicht mehr jedoch für die Erkennung einer Zufuhr in Höhe von 5 % der JAZ. In diesem Falle mußte die Überwachungsmethode geändert werden (s. Kap. 3).

Zu beachten ist, daß die MZKB-Werte der alten und die JAZ-Werte der neuen StrlSchV nicht direkt übereinstimmen und deshalb nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können.

Als MZKB ist diejenige Menge eines Radionuklids zu verstehen, die bei ständigem Vorhandensein im Körper eine Körper- oder Organdosis verursacht, die mit den Grenzwerten der Körperdosis gemäß Anlage X (StrlSchV) übereinstimmt.

Als Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr wird diejenige Menge eines Radionuklids bezeichnet, die durch Inhalation oder Ingestion in den Körper gebracht werden darf, wobei die durch Ausscheidung oder radioaktiven Zerfall zeitlich abnehmende Aktivität so berücksichtigt wird, daß die resultierenden Organ- oder Körperdosen auch bei regelmäßiger alljährlicher Zufuhr erst nach 50 Jahren den Grenzwert der in Anlage X StrlSchV [1] angegebenen Grenzwerte der Körperdosis erreichen. Voraus-

setzung dafür ist, daß 50 Jahre lang in jedem Jahr eine Aktivität in Höhe der Grenzwerte der JAZ zugeführt wird. Bei langlebigen Radionukliden ist daher auch bei voller Ausschöpfung der zugelassenen Zufuhr die daraus resultierende Körperdosis immer kleiner als gemäß Anlage X StrlSchV [1] zulässig.

Die JAZ-Werte sind für langlebige Radionuklide somit restriktiver als die gleicherweise gültigen Grenzwerte der Körperdosis. Diese Diskrepanz zwischen zwei gesetzlich angegebenen Grenzwerten ist bei der Beurteilung im Einzelfall zu beachten.

### 3. Durchführung der Inkorporationsüberwachung

Die Inkorporationsüberwachung wird im Kernforschungszentrum Karlsruhe sowohl durch Messungen im Ganzkörperzähler der Hauptabteilung Sicherheit (HS) als auch durch Ausscheidungsanalysen von Urin im Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung durchgeführt.

Als Ausscheidungsanalysen werden hauptsächlich Urinalysen ausgeführt, in Sonderfällen Analysen von Stuhl, Blut oder Gewebe. Für eine schnelle Abschätzung der Höhe der Inkorporation werden auch Nasenabstriche ausgewertet.

#### 3.1. Tritium

Die Überwachung wird routinemäßig durch monatliche Urinalysen oder als Stichprobenmessung 1 - 2 mal jährlich durchgeführt.

Bei kurzzeitigem Umgang wird vor Beginn und nach Beendigung der Arbeiten je eine Urinprobe analysiert, wobei die Arbeiten in der Regel unter Kontrolle der Raumluftaktivität durchgeführt werden. Bei außergewöhnlichem Umgang wird einige Stunden nach dem wahrscheinlichen Inkorporationszeitpunkt eine Urinprobe untersucht und die Messung je nach Höhe der Inkorporation wöchentlich wiederholt.

#### 3.2. Kohlenstoff-14

Es wurden bisher routinemäßig C-14-Analysen im Urin nur in Verbindung mit der Tritiumüberwachung bei einem ausgewählten Personenkreis durchgeführt.

Bei außergewöhnlichem Umgang werden je nach Art der chemischen Verbindung, in der das C-14 vorliegt, Urinalysen und/oder Analysen der Atemluft sofort nach der Inkorporation und einige Tage später ausgeführt.

### 3.3. Uran

Eine Inkorporationsüberwachung wird in der Regel nur als Stichprobenmessung durchgeführt, da wegen der kurzen Halbwertszeit eine Interpretation der Meßergebnisse ohne Kenntnis des Inkorporationszeitpunktes nicht möglich ist.

Bei außergewöhnlichen Ereignissen wird eine zusätzliche Überwachung eingeleitet. Sie besteht darin, daß sofort nach einer vermuteten Inkorporation der Urin im Abstand von 2 Stunden in Einzelportionen gesammelt und analysiert wird. Je nach dem Ausmaß der Inkorporation kann die Überwachung nach den ersten acht Stunden beendet werden oder wird durch weitere Urinsammlung des 24-Stunden-Urins fortgesetzt.

Eine spezielle Überwachungsmethode wird bei Mitarbeitern der Nukem angewandt: In dieser Firma kann davon ausgegangen werden, daß überwiegend Uran-Verbindungen vorliegen, die nach Inkorporation in Körperflüssigkeiten mäßig leicht transportierbar sind (Verbindungen der Klasse W nach dem Lungenmodell der ICRP [6]). Es wird nur ein Teilurin, und zwar der Montagmorgen-Urin, gesammelt und auf eine Gesamtmenge von 1.4 Liter Urin aufgerechnet. Diese Maßnahme ist gerechtfertigt, da das benutzte Nachweisverfahren auch für diese Teilmengen noch empfindlich genug ist.

Die Überwachung wird in der Weise ausgeführt, daß aus einer Gruppe von Personen, die unter gleichen Arbeitsbedingungen tätig sind, mehrere repräsentative Personen ausgewählt werden, die monatlich durch Urinsammlung kontrolliert werden. Diese Personen werden monatlich so gewechselt, daß jede Person mindestens zweimal im Jahre überwacht wird. Unter Berücksichtigung dieser Häufigkeit der Probenahme ist bei Verbindungen der Klasse W nach [9] der JAZ-Grenzwert erreicht, wenn die Urankonzentration im Urin 50 pCi/l beträgt. Dieser Grenzwert kann als nahezu unabhängig davon angesehen werden, ob die Aktivitätszufuhr einmalig (zu Beginn des Überwachungszeitraums) oder kontinuierlich erfolgte.

Zusätzlich erfolgt eine Raumlufüberwachung durch Messung der Luftkonzentration.

Nach erhöhten Meßergebnissen dieser Überwachung werden zusätzliche Analysen des 24-Stunden-Urins veranlaßt. Bei unzulässig erhöhten Ausscheidungsraten von Uran im Urin werden zusätzlich auch Aktivitätsmessungen der Körperaktivität mit einem Lungen-Zähler ausgeführt.

### 3.3.1. Natururan ( $U_{NA}$ )

Die Inkorporationsüberwachung wird durch fluorimetrische Bestimmung des Urans im Urin durchgeführt.

Das Überwachungsprogramm wird wie bei Uran (3.3.) beschrieben ausgeführt.

### 3.3.2. Angereichertes Uran ( $U_{AN}$ )

Mit zunehmendem Anreicherungsgrad des Urans ist dessen Strahlenwirkung größer als seine chemische Toxizität. In diesem Fall wird ein radiochemisches Nachweisverfahren angewandt, das gegenüber dem fluorimetrischen Verfahren empfindlicher ist.

### 3.4. Transurane (Plutonium, Americium, Curium)

Die regelmäßige Inkorporationsüberwachung wurde bisher im Abstand von einem Vierteljahr durch Urinalysen durchgeführt. Je nach Umgangsart wurde die Überwachungsperiode auf halbjährliche oder jährliche Probenahme vergrößert. Dies war vertretbar, da mit dem angewandten Nachweisverfahren Inkorporationen von weniger als 5 % MZKB erkannt werden konnten.

Seit dem Inkrafttreten der StrlSchV [1] am 1.4.1977 sind jedoch andere Bezugswerte anzuwenden. Bisher mußte die tatsächlich vorhandene Körperbelastung (MZKB) überwacht werden, während jetzt die Zufuhr (JAZ) von Transuranen zu bestimmen ist.

Als Zufuhr ist dabei diejenige Aktivität zu verstehen, die in den meisten Fällen durch Inhalation, aber auch durch Ingestion oder über eine Wunde in den Körper gelangt.

Der leicht lösliche (leicht in Körperflüssigkeiten transportierbare) Anteil des inhalierten Radionuklids wird zu einem bestimmten Anteil im

Urin, der mäßig lösliche und unlösliche (mäßig oder nicht in Körperflüssigkeiten transportierbare) Anteil des inhalierten Radionuklids dagegen zum größten Teil im Stuhl ausgeschieden.

Die Ausscheidungsraten des Plutoniums im Urin sind so gering und nehmen mit der Zeit so schnell ab, daß einige Zeit nach der Inkorporation mit dem benutzten Nachweisverfahren eine zugeführte Aktivität in Höhe von 5 % der JAZ-Werte nicht mehr nachgewiesen werden kann. Eine Bestimmung der Zufuhr durch Stuhlanalysen ist wegen der hohen Ausscheidungsraten leicht möglich.

Die Überwachung erfolgt daher jetzt in der Weise, daß sofort nach einem außergewöhnlichen Ereignis, das den Verdacht einer Inkorporation von Plutonium oder anderen Transuranen anzeigt, während der ersten 3 bis 4 Tage sowohl Urin- und Stuhlanalysen (jeweils 24-h-Proben) gesammelt und analysiert werden.

Das Ausmaß einer Inhalation wird durch Aufarbeitung von Nasen- und Rachenabstrichen abgeschätzt.

Bei Wundkontamination werden unter Umständen auch Blut- und Gewebeproben nach einer Excision analysiert.

Je nach Ausmaß einer Inkorporation wird die Analyse weiterer Urin- und Stuhlproben erforderlich.

Bei Anwendung dieser Überwachungsmethode ist es möglich, eine Zufuhr in Höhe von weniger als 5 % der Grenzwerte der JAZ zu bestimmen.

Durch sofortige Direktmessungen der Körperaktivität in der Lunge kann ein eventuelles, unzulässig großes Lungendepot schnell abgeschätzt werden.

Routinemäßig wurde die Überwachung durch Urinalysen in größeren Zeitabständen vorerst als Stichprobenmessung beibehalten. Sie ist nur bei den Personen angezeigt, bei denen aufgrund der langjährigen Erfahrungen kein erhöhtes Inkorporationsrisiko besteht.

Die regelmäßige Überwachung in Bereichen mit erhöhtem Inkorporationsrisiko (z.B. ADB) wurde dahingehend abgeändert, daß in jedem Arbeitsbereich eine monatliche Überwachung durch Urin- und Stuhlanalysen durchgeführt wird. Dies wird durch umsichtige Auswahl der Personen so geregelt, daß jede Person mindestens einmal als Referenzperson für den jeweiligen Arbeitsbereich überwacht wird. Bei erhöhten Analyseergebnissen wird die gesamte Gruppe zusätzlich überwacht.

### 3.5. Thorium

Die Überwachung erfolgte bisher nur durch Stichprobenmessungen von Urinproben (24-h-Urin).

### 3.6. Sonstige Nuklide

Bei Messungen aus besonderem Anlaß wurden auch stichprobenartig Urinanalysen auf Po-210, Np-239, Sr-90 und J-131 ausgeführt.

Für die arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung wurden Urinanalysen auf Phenol-, Trichloräthylen-, Blei-, Quecksilber-, Methanolinkorporationen ausgeführt.

## 4. Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ausscheidungsanalysen \*

Die Inkorporationsüberwachung wird mit dem Ziel der Feststellung unzulässig hoher Inkorporationen durchgeführt. Dazu sind eine Reihe von Analyseergebnissen auszuwerten, die in vielen Fällen unter der Nachweisgrenze der benutzten Analysenverfahren liegen. Da diese Nachweisverfahren empfindlich genug sind, um 5 % der JAZ-Werte zu erkennen, ist in diesen Fällen der Ausschluß unzulässig hoher Inkorporationen erbracht.

Die Güte der Inkorporationsüberwachung kann dadurch charakterisiert werden, mit welcher Häufigkeit diese Überwachung durchgeführt wird.

Nur bei der Inkorporationsüberwachung auf Tritium, Uran, Plutonium und Transurane treten Meßergebnisse auf, die oberhalb der Nachweisgrenzen liegen und dadurch eine Quantifizierung der Inkorporationen ermöglichen.

Im Falle des Tritiums ist auch eine Dosisbestimmung aufgrund der Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung möglich.

---

\*Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung durch Ganzkörpermessungen sind in den Jahresberichten der Hauptabteilung Sicherheit der KfK (KfK-Berichte 2266, 2433, 2620 und 2775) zusammengefaßt.

#### 4.1. Häufigkeit der Überwachung

Die Inkorporationsüberwachung wird sowohl stichprobenartig durch jährliche ein- oder zweimalige Untersuchungen als auch im Zusammenhang mit besonderen Vorkommnissen mehrmals im Jahr durchgeführt.

Die Zahl der überwachten Personen sowie die Gesamtzahl der ausgeführten Analysen ist für die Jahre 1975 bis 1978 und die einzelnen Abteilungen bzw. Institutionen in den Tabellen 1 bis 3 aufgeschlüsselt. Es wird unterschieden zwischen den untersuchten Radionukliden

H-3	Tritium
C-14	Kohlenstoff-14
U <sub>AN</sub>	angereichertes Uran
U <sub>NA</sub>	Natururan
Th	nat. Thorium
Po	Polonium-210
Pu	Plutonium-239 und Transplutoniumelemente
Np	Neptunium-239
Sr	Strontium-90
Jod	Jod-131

und den arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungsanalysen auf Phenol, Trichloräthylen, Deltaaminolävulinsäure, Quecksilber und Methanol.

Die Häufigkeit der Überwachung wird ausgedrückt in der Zahl der Personen, die 1x, 2x oder mehr als 2x im Berichtsjahr überwacht wurden. Eine nur stichprobenartige Überwachung wurde bei den Personen durchgeführt, die 1 und 2x überwacht wurden, während eine umfassendere Überwachung bei den Personen erfolgte, die mehr als 2x im Jahr untersucht wurden. Als Zahl der Analysen sind nur Urin- und Stuhlanalysen aufgeführt.

Die Gesamtzahl der überwachten Personen und die Gesamtzahl der ausgeführten Analysen ist in den Tabellen 4 bis 6 aufgeführt.

#### 4.2. Ergebnisse der regelmäßigen Überwachung

Bei Routinemessungen wurden Meßergebnisse oberhalb der Nachweisgrenze nur bei Tritium, Uran, Plutonium und Transplutoniumelementen festgestellt. Alle anderen Ergebnisse lagen unterhalb der Nachweisgrenze der Analysenverfahren.

#### 4.2.1. Tritiuminkorporation

Tritiuminkorporationen konnten nur bei dem Bedienungspersonal der schwerwassermoderierten Reaktoren der KBG und der KTB/FR2 ermittelt werden. Bei allen anderen Personen konnten keine Inkorporationen festgestellt werden.

Aus den Ergebnissen der Tritiumanalysen des Urins wurden unter Benutzung der Berechnungsgrundlagen, die in der Loseblattsammlung des Fachverbandes für Strahlenschutz [8] aufgeführt sind, die Ganzkörperdosen berechnet.

Zur Berechnung wurde eine programmierbare Rechenmaschine benutzt, deren Programmierung im Anhang aufgeführt ist.

Die Berechnung wurde in der Weise durchgeführt, daß für den ständig im Kontrollbereich tätigen Personenkreis die Dosis in manrem ermittelt wurde. Für die nur zeitweise im Kontrollbereich tätigen Personen wurde die Dosis für die Beschäftigungsdauer berechnet. Die Gesamtdosis ergibt sich als Summe beider Dosen. In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung aufgeführt.

Es zeigt sich, daß die Gesamtdosen trotz zunehmender Tritiumkonzentrationen im Inventar der beiden Reaktoren im Verlauf von 1975 bis 1978 abgenommen haben und zwar beim KTB/FR2 von 1.8 auf 0.6 manrem und bei der KBG von 10.3 auf 5.8 manrem.

Die Verteilung der Körperdosen auf verschiedene Dosisbereiche wurde für diejenigen Personen, die eine Gesamtkörperdosis von mehr als 5 mrem/a erhielten, in Tabelle 9 zusammengestellt.

Es zeigt sich, daß keine höheren Körperdosen als 1000 mrem/a auftraten, in den letzten beiden Jahren sogar weniger als 500 mrem/a.

#### 4.2.2. Uraninkorporation

Bei der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung auf Uran wurden lediglich Inkorporationen festgestellt, die unterhalb der zulässigen Grenzwerte für Inkorporationen von Uran lagen.



#### 4.2.3. Plutoniuminkorporationen

Die routinemäßige Plutoniumüberwachung zeigt bis 1977 nur in Einzelfällen meßbare Aktivitäten im Urin, die sich bei den Kontrollen als Kontamination der Probe herausstellten.

Seit 1978 wird bei der Dekontaminationsabteilung (ADB) ein geändertes Routine-Überwachungsverfahren angewandt (siehe 3.4.), bei dem eine unschichtige Referenzgruppe einmal monatlich überwacht wird. Hierbei konnte eine Ausscheidung von Plutonium unterhalb der zugelassenen Grenzwerte nur in Stuhlproben festgestellt werden.

#### 4.3. Ergebnisse der Messungen aus besonderem Anlaß

Als besonderen Anlaß für spezielle Überwachungsmaßnahmen wurden erhöhte Luftaktivitäten in der Raumluft oder unvorhergesehene Vorkommnisse angesehen, die den Verdacht auf eine Inkorporation hervorriefen. Dies waren vorwiegend Messungen auf Pu oder Transplutoniumelemente. In diesen Fällen wurden Nasen- und Rachenabstriche aufgearbeitet, um das Ausmaß einer Inhalation schneller abschätzen zu können. Direktmessungen der Körperaktivität wurden mit dem Lungenzähler von der Hauptabteilung Sicherheit in vielen Fällen ausgeführt. In allen Fällen wurden die Analysenergebnisse von Urin- und Stuhlproben ausgewertet.

Zur Auswertung wurden die bekannten Ausscheidungsfunktionen herangezogen, die von der ICRP [5] publiziert wurden. Zusätzlich wurde das Lungenmodell der ICRP [6] benutzt. Bei der Berechnung der inhalierten Aktivität aus den im Stuhl ausgeschiedenen Aktivitäten wurden die Berechnungsgrundlagen verwendet, die für verschiedene chemische Verbindungsklassen und verschiedene Aerosoleigenschaften bekannt sind.

Für die Anwendung der Ausscheidungsfunktionen zur Abschätzung der Zufuhr wurden für die fragliche Verbindungsklasse und Korngrößenverteilung des Aerosols jeweils die besten zur Verfügung stehenden Daten herangezogen. Zur Abschätzung wurden die Angaben benutzt, die in [7] publiziert wurden.

Die Ergebnisse der Abschätzung wurden mit den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung verglichen und in % der JAZ ausgedrückt. Dabei ist zu beachten, daß diese Grenzwerte erst ab 1.4.1977 Gültigkeit besitzen.

In den Tabellen 4 bis 7 ist für die Jahre 1975 bis 1978 die Zahl der aus besonderem Anlaß überwachten Personen aufgeführt. Die Zahl der Personen, bei denen eine Zufuhr von mehr als 5 % der Grenzwerte festgestellt wurde, ist für verschiedene Grenzwertbereiche (>5%, >50%, >100%, >200% JAZ) aufgeführt.

Es wurde nach Inkrafttreten der Strahlenschutzverordnung nur in zwei Fällen eine Überschreitung der Grenzwerte der JAZ bei Plutonium festgestellt. Die in den Jahren 1975 und 1976 festgestellten Zufuhren lagen in allen Fällen unter den zu dieser Zeit noch gültigen Grenzwerten der maximal zugelassenen Körperbelastungen.

Die aufgeführten Zufuhren hatten in keinem Fall eine Überschreitung der zugelassenen Körperdosen gem. Anlage X der StrlSchV zur Folge, da bei langlebigen Radionukliden die JAZ-Werte kleinere Körperdosen repräsentieren (siehe 2.).

Nuklid	Inst. Abt.	1975					1976					1977					1978				
		Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt-Analysenzahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt-Analysenzahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt-Analysenzahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt-Analysenzahl
			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x	
H-3	ADB	142	38	40	64	310	136	55	29	52	272	110	43	56	11	204	42	27	0	15	78
	ASS						3	3	0	0	3										
	IAK2	2	0	2	0	4	2	1	1	0	3						2	1	1	0	3
	KTB	46	20	6	20	128	35	15	5	18	102	33	11	8	14	93	30	13	9	8	71
	IRCH																1	0	1	0	2
	INR	8	3	5	0	13	6	4	2	0	8	4	2	2	0	6	3	1	2	0	5
	IGT						4	1	1	2	11										
	LIT	3	1	0	2	13															
	Sonst.						1	1	0	0	1										
	GWK						208	207	1	0	209	315	315	0	0	315	119	119	0	0	119
	KBG	85	34	7	44	438	80	32	13	35	382	85	31	14	40	385	70	28	12	30	364
	Nukem	5	0	1	4	115	3	0	0	3	166	3	0	0	3	118	3	0	0	3	136
Fremd	4	4	0	0	4	1	1	0	0	1	16	14	1	1	19	20	13	6	1	28	
C-14	ADB	142	38	40	64	310	136	55	29	52	272	110	43	56	11	204	32	32	0	0	33
	IGT																2	1	1	0	3
	GWK						208	207	1	0	209	315	315	0	0	315	119	119	0	0	119
U <sub>AN</sub>	ABRA											1	1	0	0	1					
	KTB																11	11	0	0	11
	IKVT											3	3	0	0	3					
	IMF 1																11	11	0	0	11
	IMF 3																2	1	1	0	3
	EURL																1	1	0	0	1
Nukem	369	126	185	58	742	424	128	207	89	945	505	169	331	105	1055	569	247	229	93	1206	

Tabelle 1

Nuklid	Inst. Abt.	1975					1976					1977					1978				
		Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt- Analysezahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt- Analysezahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt- Analysezahl	Zahl der überwachten Personen	Häufigkeit der Überwachung			Gesamt- Analysezahl
			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x			1x	2x	>2x	
U NA	KTB 1																10	10	0	0	10
	IRCH	11	6	3	2	18	5	5	0	0	5	2	2	0	0	2	2	1	0	1	4
	IHCH																17	13	3	1	25
	IKVT	15	15	0	0	15	14	10	0	4	29	1	1	0	0	1	6	5	1	0	7
	IMF 1	32	30	2	0	34											8	8	0	0	8
	IMF 3																17	16	1	0	18
	LIT																1	0	1	0	2
	Alkem											8	8	0	0	8	19	17	2	0	21
	EURL						55	55	0	0	55	56	56	0	0	56	53	52	1	0	54
	GWK	247	241	6	0	253	270	269	1	0	271	315	315	0	0	315	249	245	4	0	253
Nukem																156	151	5	0	161	
Fremd	2	2	0	0	2						2	1	0	1	7						
Pu	ADB	144	36	40	48	362	144	53	27	64	529	105	31	50	24	414	94	0	65	29	478
	ABRA						2	0	0	2	15	1	0	0	1	6	1	1	0	0	1
	KTB 1	22	21	1	0	23	23	23	0	0	23	23	23	0	0	23	31	8	23	0	54
	KTB 2	28	19	7	2	47	31	14	7	10	79	51	44	0	7	77	67	43	21	3	135
	KTB 3	20	7	13	0	33	13	4	9	0	22	9	2	7	0	16	11	0	11	0	22
	IRCH	31	7	9	15	70	40	15	25	0	65	32	7	25	0	57	29	0	10	19	100
	IHCH	113	30	22	61	261	90	30	58	2	179	102	52	47	3	161	102	33	34	35	305
	IMF 1	4	0	4	0	8	4	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4	0	4	0	8
	IMF 3	26	8	2	16	60	22	2	4	16	58	22	17	1	4	37	25	1	7	17	82
	INR	6	0	6	0	12	12	6	5	1	21	4	1	3	0	7	8	2	6	0	14
	IGT	14	3	5	6	35	11	8	2	1	15	8	1	7	0	15	11	1	2	8	29
	Sonst						1	0	0	4	4						14	14	0	0	14
	Alkem	148	92	52	4	214	160	67	87	6	266	177	122	94	1	233	141	114	26	1	170
	EUR	171	113	46	12	251	187	126	44	17	301	202	170	27	5	244	174	127	38	9	253
	EURL	48	44	3	1	54	55	53	1	1	58	56	54	0	2	73	53	51	0	2	59
	GWK	250	228	8	14	395	286	277	1	8	328	325	301	0	24	509	255	240	5	10	319
	KBG																2	0	0	2	8
Fremd	15	15	0	0	15	1	1	0	0	1	4	0	2	2	12	1	1	0	0	1	

Tabelle 2



Inkorporationsüberwachung im Jahre 1975

Abteilung	Zahl der überwachten Personen	Zahl der davon aus besonderem Anlaß überwachten Personen (unters. Radionuklide)	Zahl der festgestellten Aktivitätszufuhren				Gesamt-Analysenzahl
			>5% JAZ	>50% JAZ	>100% JAZ	>200% JAZ	
ADB	144	10 (Pu, Po)	0	0	0	0	990
IAK2	2						4
KTB 1	59						151
KTB 2	28						47
KTB 3	20						33
IRCH	38	8 (Np)	0	0	0	0	125
IHCH	113						261
IKVT	15						15
IMF1	36						42
IMF3	26						60
INR	11	1 (Pu)	0	0	0	0	25
IGT	14						35
LIT1	3						13
Alkem	148	7 (Pu)	0	0	0	0	214
Euratom	171						251
Euratom Lux	48						54
GWK	250	8 (Pu)	(1)	(3)	0	0	648
KBG	85						438
Nukem	374						891
Fremdfirmen	40	40 (Sr, H-3, Pu, Am, Cf, U <sub>NA</sub> )	0	0	0	0	40

Tabelle 4

Angaben in Klammern ( ): Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr sind erst ab 1.4.1977 anwendbar.

Inkorporationsüberwachung im Jahre 1976

Abteilung	Zahl der überwachten Personen	Zahl der davon aus besonderem Anlaß überwachten Personen (unters.Radionuklide)	Zahl der festgestellten Aktivitätszufuhren				Gesamt-Analysenzahl
			>5% JAZ	>50% JAZ	>100% JAZ	>200% JAZ	
ADB	144	18 (Pu)	(4)	(3)	(3)	0	1073
ABRA	2						15
IAK2	2						3
KTB 1	48						125
KTB 2	31	17 (Pu, Cm)	(1)	0	0	0	79
KTB 3	13						22
IRCH	41						70
IHCH	90	4 (Pu)	0	0	0	0	179
IKVT	14	9 (U <sub>nat</sub> )	0	0	0	0	29
IMF1	4						4
IMF3	22						58
INR	16	1 (Pu)	0	0	0	0	29
IGT	13	1 (Pu)	0	0	0	0	26
Sonstige	2	2 (Pu, H-3)	0	0	0	0	5
Alkem	160	1 (Pu)	0	0	0	0	266
Euratom	187	12 (Pu, Cm)	(1)	0	0	0	301
Euratom Lux	55						113
GWK	286	5 (Pu)	0	(1)	0	0	1017
KBG	80						382
Nukem	424						1175
Fremdfirmen	2	2 (Am)	0	0	0	0	2

Tabelle 5

Angaben in Klammern ( ): Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr sind erst ab 1.4.1977 anwendbar.

Inkorporationsüberwachung im Jahre 1977

Abteilung	Zahl der überwachten Personen	Zahl der davon aus besonderem Anlaß überwachten Personen (unters. Radionuklide)	Zahl der festgestellten Aktivitätszufuhren				Gesamt-Analysenzahl
			>5% JAZ	>50% JAZ	>100% JAZ	>200% JAZ	
ADB	118	37 (Pu)	8	0	4	0	822
ABRA	1	1 (Pu)	0	0	0	0	7
KTB 1	44	2 (Pu, H-3)	0	0	0	0	116
KTB 2	51	7 (Pu)	0	0	0	0	77
KTB 3	9						16
IRCH	38	5 (Pu, J)	0	0	0	0	63
IHCH	102	3 (Pu)	0	0	0	0	161
IKVT	4	4 (U <sub>nat</sub> , U <sub>ang</sub> )	0	0	0	0	4
IMF3	22	6 (Pu)	0	0	0	0	37
INR	7						13
IGT	8						15
Alkem	183						241
Euratom	202	4 (Pu)	0	0	0	0	244
Euratom Lux	56						129
GWK	325	24 (Pu)	3	0	1	0	1454
KBG	85						385
Nukem	509						1245
Fremdfirmen	22	22 (H-3, Am, U <sub>nat</sub> , U <sub>ang</sub> )	0	0	0	0	38

Tabelle 6



Inkorporationsüberwachung im Jahre 1978

Abteilung	Zahl der überwachten Personen	Zahl der davon aus besonderem Anlaß überwachten Personen (unters.Radionuklide)	Zahl der festgestellten Aktivitätszufuhren				Gesamt-Analysenzahl
			>5% JAZ	>50% JAZ	>100% JAZ	>200% JAZ	
ADB	97	24 (Pu)	5	7	0	0	589
ABRA	1						1
IAK2	2						3
KTB 1	50	1 (Pu)	0	0	0	0	125
KTB 2	67	7 (Pu)	0	1	1	0	135
KTB 3	11						43
IRCH	30	4 (Pu)	1	0	0	0	106
IHCH	110	9 (Pu)	0	1	0	0	330
IKVT	6	6 (U <sub>nat</sub> )	0	0	0	0	7
IMF1	15						27
IMF3	26	6 (Pu)	0	0	0	0	103
INR	9						19
IGT	14	4 (Pu, C-14)	0	0	0	0	34
LIT	1	1 (U <sub>nat</sub> )	0	0	0	0	2
Alkem	153						191
Euratom	192	3 (Pu)	0	0	0	0	273
Euratom Lux	53						114
GWK	255	13 (Pu)	1	0	0	0	810
KBG	70	2 (Pu)	0	0	0	0	372
Nukem	608						1601
Fremdfirmen	21						29

Tabelle 7

Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung

Abt.		1975	1976	1977	1978
KTB	Zahl der ständig überwachten Personen	46	35	33	24
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >5mrem/a	36	30	27	23
	Dosis in mrem/a	1818	926	903	572
	Zahl der kurzzeitig beschäftigten Personen	0	0	1	6
	Beschäftigungsdauer (in Monaten)	-	-	1	14
	Dosis in mrem/a	-	-	10	41
	Gesamtdosis im Jahr (mrem)	1818	926	913	613
KBG	Zahl der ständig überwachten Personen	27	47	45	47
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >5mrem/a	27	43	41	42
	Dosis in mrem/a	8815	5089	3520	4833
	Zahl der kurzzeitig beschäftigten Personen	58	33	40	23
	Beschäftigungsdauer (in Monaten)	115	87	108	49
	Dosis in mrem/a	2144	1240	2644	958
	Gesamtdosis im Jahr (mrem)	10260	6329	6164	5791
ADB	Zahl der ständig überwachten Personen	142	136	110	42
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >5mrem/a	0	0	0	0
	Dosis in mrem/a				
	Zahl der kurzzeitig beschäftigten Personen	0	0	0	0
	Beschäftigungsdauer (in Monaten)	-	-	-	-
	Dosis in mrem/a	-	-	-	-
GWK	Zahl der ständig überwachten Personen	-	208	315	119
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >5mrem/a	-	0	0	0
	Dosis in mrem/a	-			
	Zahl der kurzzeitig beschäftigten Personen	-	0	0	0
	Beschäftigungsdauer (in Monaten)	-	-	-	-
	Dosis in mrem/a	-	-	-	-
ASS IAK2 IRCH INR IGT LIT AV1	Zahl der überwachten Personen	13	16	4	6
	Zahl der Personen mit Inkorporationen >5mrem/a	1	0	0	0
	Dosis in mrem/a	7			
	Zahl der kurzzeitig beschäftigten Personen	0	0	0	0
	Beschäftigungsdauer (in Monaten)				
	Dosis in mrem/a				
	Gesamtdosis im Jahr (mrem)	7			

Tabelle 8

Dosisverteilung bei Tritium-Inkorporation von mehr als 5 mrem/a, bezogen auf die Zahl der exponierten Personen (siehe Tabelle 8)

Abt.	Äquivalentdosis [mrem/a]	Verteilung der ermittelten Äquivalentdosen aus Tritiuminkorporationen > 5 mrem/a (in %)			
		1975	1976	1977	1978
KTB	5- 50	61.1	83.3	77.8	87.0
	51- 100	22.2	13.3	18.5	13.0
	101- 200	16.7	0.0	3.7	0
	201- 500	0	3.3	0	0
	501-1000	0	0	0	0
	1001-1500	0	0	0	0
KBG	5- 50	7.4	55.8	46.4	42.9
	51- 100	7.4	7.0	26.8	16.7
	101- 200	18.5	20.9	12.2	19.0
	201- 500	48.2	14.0	14.6	21.4
	501-1000	18.5	2.3	0	0
	1001-1500	0	0	0	0

Tabelle 9

Literatur

- [1] Verordnung über den Schutz von Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13.10.1976, Bundesgesetzblatt Teil 1, Nr. 125, ausgegeben am 20.10.1976, Seiten 2905 - 2995  
mit Berichtigung vom 21.1.1977, Bundesgesetzblatt Teil 1, Nr. 6, ausgegeben am 26.1.1977, Seiten 184-195  
und Berichtigung vom 1.2.1977, Bundesgesetzblatt Teil 1, Nr. 9, ausgegeben am 9.2.1977, Seite 269
- [2] Richtlinien zur regelmäßigen Inkorporationsmessung mittels Ganzkörperzähler oder durch Urin-Untersuchungen.  
Richtlinien BMwF vom 28.2.1968 III A 5 - 6362 - 37 - 2/68
- [3] Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle (§§ 62 und 63 StrlSchV)  
verabschiedet vom Länderausschuß Atomkernenergie am 22.2.78 - Bek. d. BMI v. 5.6.1978 - RS II 2 - 515503/1;  
Gemeinsames Ministerialblatt 29 (1978) S. 348-354
- [4] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection ICRP Publ. 2 (1960) und ICRP Publ. 6 (1964) - Pergamon Press
- [5] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publ. 10), Report of Committee IV, Pergamon Press (1968)  
Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publ. 10 A)  
Pergamon Press (1971)  
Deutsche Übersetzung herausgegeben vom Bundesgesundheitsamt Berlin  
Ermittlung der Körperdosis bei beruflich strahlenexponierten Personen nach Inkorporation radioaktiver Stoffe  
Abschätzung der Körperdosis nach sich wiederholenden oder länger andauernden Aufnahmen radioaktiver Stoffe  
G. Fischer Verlag, Stuttgart (1978)
- [6] Inhalation Risk from Radioactive Contaminants, Technical Report Series No. 142, IAEA Vienna 1973
- [7] H. Schieferdecker  
Probleme bei der Abschätzung der Körperbelastung infolge Inhalation von Radionukliden  
8. Jahrestagung des FS am 23.-28.9.1974 Helgoland, Tagungsbericht S. 124-146
- [8] Inkorporationsüberwachung auf Tritium  
Loseblattsammlung des Arbeitskreises Inkorporationsüberwachung (AKI) des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.  
FS-77-14-AKI (1977)

- [9] Applications of bioassay for uranium  
WASH 1251 (1974)  
Regulatory Guide 8.11 - USAEC Regulatory Standards (1974)

Anhang

Berechnung der Körperdosen aus den Ergebnissen von Tritiumanalysen im Urin

Programmierung für Diehl Alphatronic:

```

OP1400 1400 34 0000 P
  0 1400 00
  FMT 1401 33 FT
  1 1402 01
  # 1403 21 #
  4 1404 04
  0 1405 00
  3 1406 03
  FMT 1407 33 FT
  # 1408 21 #
  0 1409 00
  0 1410 00
  STOP 1411 28 ##
  # 1412 21 #
  # 1413 21 #
  0 1414 00
  0 1415 00
  X 1416 18 X
  STOP 1417 28 ##
  # 1418 21 #
  + 1419 16 +
  STOP 1420 28 ##
  # 1421 21 #
  X 1422 18 X
  STOP 1423 28 ##
  X100 1424 39 0100 X
  = 1427 14 =
  : 1428 19 +
  2 1429 02
  = 1430 14 =
  # 1431 21 #
  7 1432 07
  0 1433 00
  X100 1434 39 0110 X
  # 1437 21 #
  0 1438 00
  0 1439 00
  X100 1440 38 0100 X
  # 1443 21 #
  STOP 1444 28 ##
  # 1445 21 #
  X 1446 18 X
  X100 1447 38 0100 X
  + 1450 16 +
  STOP 1451 28 ##
  # 1452 21 #
  X 1453 18 X

  STOP 1454 28 ##
  X100 1455 39 0100 X
  = 1458 14 =
  : 1459 19 +
  2 1460 02
  = 1461 14 =
  # 1462 21 #
  7 1463 07
  0 1464 00
  + 1465 16 +
  X100 1466 38 0110 X
  = 1469 14 =
  X100 1470 39 0110 X
  # 1473 21 #
  0 1474 00
  0 1475 00
  X100 1476 38 0100 X
  # 1479 21 #
  GOTO1400 1480 35 1444 PT
  CONT 1483 32 P*

OP1500 1500 34 0000 P
  # 1500 21 #
  0 1501 00
  0 1502 00
  X100 1503 38 0110 X
  # 1506 21 #
  3 1507 03
  9 1508 09
  # 1509 21 #
  0 1510 00
  0 1511 00
  # 1512 21 #
  0 1513 00
  0 1514 00
  GOTO1400 1515 35 1400 PT
  CONT 1518 32 P*
  
```

Beispiel einer  
Programmausführung:

GOTO 1400  
CONT 1A

Eingabe A<sub>1</sub> 4.800

Eingabe k<sub>at1</sub><sup>min</sup> 3.131  
Eingabe k<sub>at1</sub><sup>max</sup> 5.435  
Ausdruck Dosis 1 23.004 M  
(erfolgt erst nach Eingabe v. A<sub>2</sub>?)  
Eingabe A<sub>2</sub> 5.700  
Eingabe k<sub>at2</sub><sup>min</sup> 4.370  
Eingabe k<sub>at2</sub><sup>max</sup> 10.759  
Ausdruck Dosis 2 33.434 M  
(erfolgt erst nach Eingabe v. A<sub>3</sub>?)  
Eingabe A<sub>3</sub> 3.900  
Eingabe k<sub>at3</sub><sup>min</sup> 4.756  
Eingabe k<sub>at3</sub><sup>max</sup> 13.453  
Ausdruck Dosis 3 36.180 M  
(erfolgt erst nach Eingabe v. A<sub>4</sub>?)  
Eingabe A<sub>4</sub> 4.000

GOTO 1500 CONT

Ausgabe 92.618 #D  
Gesamtdosis

fertig für neue  
Rechnung 1A

Verzeichnis der benutzten Abkürzungen

ADB	Abteilung Dekontaminationsbetriebe
ASS	Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit (seit 1979: Hauptabteilung Sicherheit - HS)
ABRA	Abteilung Behandlung radioaktiver Abfälle
AV1	Allgemeine Verwaltung
IAK2	Institut für Angewandte Kernphysik
IGT	Institut für Genetik und für Toxikologie von Spaltstoffen (vorher Institut für Strahlenbiologie)
IHCH	Institut für Heiße Chemie
IKVT	Institut für Kernverfahrenstechnik
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktorsicherheit
IRCH	Institut für Radiochemie
KTB	Kerntechnische Betriebe
LIT	Laboratorium für Isotopentechnik
EUR	Europäische Gemeinschaften - Karlsruhe
EURL	Europäische Gemeinschaften - Luxemburg
GWK	Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen - Karlsruhe
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH - Karlsruhe
Sonst	Sonstige : Fahrdienst Sicherheitsdienst
Fremd	Fremdfirmen : Landesanstalt für Umweltschutz Bd-Wttbg, Karlsruhe Ges.f.Kernenergieverwertung in Schiffbau u. Schifffahrt mbH - Geesthacht-Tesperhude Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk Stadtgesundheitsamt Frankfurt/M. Freie Universität - Berlin Bundesanstalt f. Materialprüfung - Berlin Max-Planck-Institut - Heidelberg Firma Leitz - Wetzlar Universität - Heidelberg Heeresinstandsetzungswerk 850 - Darmstadt Firma Philipps - Kassel Firma Hensoldt - Wetzlar Bundeswehr - Wetzlar Bayrisches Landesinstitut für Arbeitsmedizin - München