

KfK 3664  
Januar 1984

**Die im Jahr 1984 zu erwartenden  
effektiven Äquivalentdosen  
in der Umgebung des  
Kernforschungszentrums  
Karlsruhe  
durch die Emission radioaktiver  
Stoffe in die Atmosphäre**

M. Bär, S. Honcú, W. Hübschmann  
Hauptabteilung Sicherheit

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Hauptabteilung Sicherheit

KfK 3664

Die im Jahr 1984 zu erwartenden effektiven  
Äquivalentdosen in der Umgebung des Kernforschungs-  
zentrums Karlsruhe durch die Emission  
radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre

von

M. Bär, S. Honcú, W. Hübschmann

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
ISSN 0303-4003

## Zusammenfassung

Die Strahlenbelastung der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) durch die mit der Abluft emittierten radioaktiven Stoffe wird alljährlich berechnet und mit den zulässigen Äquivalentdosen verglichen. Für das Jahr 1984 wird erstmalig die effektive Äquivalentdosis nach ICRP 26 abgeschätzt. Der Grenzwert der effektiven Äquivalentdosis nach der Euratom Grundnorm entspricht dem Grenzwert der Ganzkörperdosis. Dieser Bericht enthält die aufgrund des Abluftplanes des KfK für das Jahr 1984 und der Antragswerte des Kernkraftwerks Philippsburg (KKP I und KKP II) maximal zu erwartenden effektiven Äquivalentdosen von Erwachsenen. Anhand des Dosismaximums wird gezeigt, daß der nach der Strahlenschutzverordnung gültige Grenzwert von 300  $\mu\text{Sv/a}$  für die Ganzkörperdosis eines Erwachsenen bei Einhaltung des Abluftplanes des KfK und der Antragswerte von KKP I und II im Jahre 1984 nicht überschritten wird.

The effective dose equivalent to be expected in 1984 in the environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center due to the emission of radioactive substances into the atmosphere

## Summary

The radiological impact by radioactive offgas and exhaust air on the environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center (KNRC) is calculated every year and compared to the permissible dose equivalents. For 1984, it is the first time that the effective dose equivalent according to ICRP 26 is being estimated. The limit of the effective dose equivalent according to the Basic Safety Standards of the Commission of the European Communities is equivalent to the limit of the whole body dose equivalent. This report contains the maximum effective dose equivalents of adults to be expected in 1984 due to the scheduled activity releases from the KNRC and the nuclear power station Philippsburg (KKP I and KKP II). The maximum effective dose equivalent indicates that the dose limit of 300  $\mu\text{Sv/a}$  for the whole body dose of adults according to the Radiation Protection Order will not be exceeded in 1984 provided the emissions remain below the scheduled level.

	Seiten
1. Aufgabe	1
2. Emission radioaktiver Stoffe mit der Abluft vom Gelände des KfK und vom KKP I und KKP II	1
3. Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide	2
3.1 Nuklidgruppe $A_{\alpha K}$	2
3.2 Nuklidgruppe $A_{\alpha L}$	2
3.3 Nuklidgruppe $A_{\beta K}$	3
3.4 Nuklidgruppe $A_{\beta L}$	4
3.5 Nuklidgruppen E und $G_K$	4
3.6 Radioaktives Jod	4
3.7 Emission von KKP I und KKP II	5
4. Dosisberechnung	6
4.1 Grundlagen	6
4.2 Meteorologische Parameter	6
4.3 Dosisfaktoren	7
4.4 Zeitliche Konstanz der Emission	7
4.5 Von der Konzentration der Aktivität am Aufpunkt abhängige Dosen	8
4.6 Von der Verteilung der Aktivität im Raum abhängige Dosen	8
5. Ergebnisse	9
6. Literatur	11
Tabelle 1	13
Tabelle 2	14
Tabelle 3	15
Abbildung 1	16
Abbildung 2	17
Abbildung 3	18
Abbildung 4	19
Abbildung 5	20
Anhang	

## 1. Aufgabe

Im Rahmen der Überwachungsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit im Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) wird alljährlich ein Abluftplan erstellt, der die im Folgejahr maximal zu erwartenden Emissionen radioaktiver Stoffe mit der Abluft sämtlicher Emittenten im Bereich des KfK enthält. Auf der Grundlage dieses Abluftplanes (Fassung vom Dezember 1983) sowie der Antragswerte des Kernkraftwerkes Philippsburg (KKP I und KKP II) wird die maximal zu erwartende Strahlendosis\* in der Umgebung des KfK berechnet. Für das Jahr 1984 wird - entsprechend den revidierten "Grundsätzen für die Ableitung radioaktiver Stoffe in die Luft aus dem KfK" vom Mai 1983 - die effektive Äquivalentdosis abgeschätzt. Wegen noch ungeklärter Fragen im Zusammenhang mit der Novellierung der Strahlenschutzverordnung wurde der Abluftplan noch nicht verabschiedet; daher haben die Berechnungsergebnisse vorläufigen Charakter.

Dabei wird geprüft, ob die behördlichen Auflagen bezüglich der Umgebungsbelastung des KfK eingehalten werden: Die effektive Äquivalentdosis eines "fiktiven" Erwachsenen an einem beliebigen (gleichbleibenden) Aufpunkt in der Umgebung des KfK soll den Wert von 300  $\mu\text{Sv/a}$  nicht überschreiten. Dieser Grenzwert gilt auch dann, wenn an diesem Aufpunkt keine Möglichkeit des ständigen Aufenthaltes von Menschen gegeben ist.

## 2. Emission radioaktiver Stoffe mit der Abluft vom Gelände des KfK und vom KKP I und KKP II

Die über 30 Emittenten des KfK sowie die im Rahmen des Abluftplanes 1984 angemeldeten Emissionen radioaktiver Stoffe mit der Abluft sind im Anhang zusammengestellt. Die Antragswerte des KKP I und KKP II enthält Tab. 1. Aufgrund der physikalischen sowie der meßtechnischen Gegebenheiten werden die nicht identifizierten Nuklide in Nuklidgruppen eingeteilt, s. Kap. 3. Gegenüber dem Abluftplan 1983 wurde vor allem die Emission des FR-2 stark eingeschränkt, so daß die zulässige Gesamt-Emission des KfK in den einzelnen Nuklidgruppen - bis auf Gruppe  $A_{\alpha L}$  und C-14 - um 8 bis 25 % reduziert wurde.

---

\*Als Dosis bzw. Dosisleistung ist hier im folgenden die Äquivalentdosis bzw. Äquivalentdosisleistung gemeint.

### 3. Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide

Im Abluftplan 1984 des KfK sind folgende Nuklidgruppen unterschieden:

$A_{\alpha K}$	alpha-aktive-Aerosole mit $T_{1/2} < 8 \text{ d}$
$A_{\alpha L}$	alpha-aktive-Aerosole mit $T_{1/2} \geq 8 \text{ d}$
$A_{\beta K}$	beta-aktive-Aerosole mit $T_{1/2} < 8 \text{ d}$
$A_{\beta L}$	beta-aktive-Aerosole mit $T_{1/2} \geq 8 \text{ d}$
E	radioaktive Edelgase
$G_K$	kurzlebige aktivierte Gase
I	radioaktives Jod (I-131-Äquivalent)

Im folgenden wird auf die Nuklidzusammensetzung der einzelnen Gruppen eingegangen.

#### 3.1 Nuklidgruppe $A_{\alpha K}$

Die Emission von  $\alpha$ -aktiven-Aerosolen mit einer Halbwertszeit  $T_{1/2} < 8 \text{ d}$  ist laut Abluftplan 1984 nur für KTB/IT, KTB/HZ, TEKO und WAK geplant (s. Anhang). Bei KTB/IT und KTB/HZ werden die Emissionen der Nuklidgruppe  $A_{\alpha K}$  konservativerweise der Gruppe  $A_{\alpha L}$  zugeschlagen, bei TEKO wird die Emission von Rn-222, bei der WAK die Emission von Rn-220 unterstellt.

#### 3.2 Nuklidgruppe $A_{\alpha L}$

Filteranalysen zeigten, daß unter den von den Instituten abgegebenen Nukliden der Gruppe  $A_{\alpha L}$  das Pu-239 als Leitnuclid gelten kann. Es wurde daher bei allen Emittenten - mit Ausnahme der HDB,

WAK, des IKVT und des IMF I - angenommen, daß die Aktivität der Gruppe  $A_{\alpha L}$  als Pu-239 abgegeben wird. Das ist eine konservative Annahme, obwohl theoretisch durch Am-241, Pa-231 oder Cf-249 noch geringfügig höhere Äquivalentdosen verursacht werden könnten. Davon abweichend wurde für die Emittenten IKVT und IMF I die Emission von U-238 und für die WAK und HDB die Emission eines  $\alpha$ -aktiven-Nuklidgemisches in Nuklidgruppe  $A_{\alpha L}$  angenommen. Bei letzterem handelt es sich um einen  $\alpha$ -aktiven Kernbrennstoff mit folgenden Eigenschaften:

- auf 3 % U-235 angereichertes Uran,
- leichtwassermoderierter Reaktor,
- Abbrand 34 000 MWd/t Schwermetall,
- Kühlzeit 3 Jahre. Das zugehörige Nuklidgemisch wurde aus Tab. 5 in /HA74/ entnommen.

### 3.3 Nuklidgruppe $A_{\beta K}$

Für die meisten Institute und Reaktoren wird in Gruppe  $A_{\beta K}$  der kurzlebige Anteil eines  $\beta$ -aktiven Spaltproduktgemisches mit einer Kühlzeit von 0 h angenommen, s. /RE75/; die Halbwertszeit der in diesem Gemisch berücksichtigten Nuklide ist jeweils kleiner als 8 Tage. Von dieser Regelung ausgenommen sind die folgenden Institute, für die das entsprechende Leitnuklid jeweils angegeben wird.

<u>Institut</u>	<u>Gebäude-Nr.</u>	<u>Leitnuklid</u>
IRCh	321a	Mo-99
IAK III	351	Cl-38
LIT	403/404	Na-24

Die Aktivität der Gruppe  $A_{\beta K}$  von IRCh/321 und KTB/IT wird der Aktivität der Gruppe  $A_{\beta L}$  zugeschlagen. Für die WAK wird die Zusammensetzung eines  $\beta$ -aktiven Spaltproduktgemisches mit  $T_{1/2} < 8 \text{ d}$  aus /HA74/ übernommen (Brennstoff-Eigenschaften wie unter Kap. 3.2).

### 3.4 Nuklidgruppe $A_{\beta L}$

Die in Gruppe  $A_{\beta L}$  zu berücksichtigenden Nuklide sind meist Spaltprodukte, deren Alter die Zusammensetzung bestimmt. Für die Reaktoren und Institute - mit Ausnahme des IK III/Zyklotron (hier ist Be-7 Leitnuklid für Gruppe  $A_{\beta L}$ ) - wurde der längerlebige Anteil ( $T_{1/2} > 8 \text{ d}$ ) eines Spaltproduktgemisches mit 0 h Kühlzeit (ohne Berücksichtigung des Sr-Anteils) angenommen, s. /RE75/. Für die WAK und HDB wurde die Zusammensetzung eines  $\beta$ -aktiven Spaltproduktgemisches mit  $T_{1/2} > 8 \text{ d}$  aus /HA74/ übernommen (Brennstoff-Eigenschaften wie unter Kap. 3.2). Zusätzlich werden für alle Emittenten - mit Ausnahme des IK III/Zyklotron - 10 % der Emissionsrate der Gruppe  $A_{\beta L}$  als Sr-90 berücksichtigt.

Weiterhin werden bei WAK, der Verbrennungsanlage HDB, IHCh und TU 10 % der Emissionsrate der Gruppe  $A_{\beta L}$  als Pu-241 berücksichtigt.

### 3.5 Nuklidgruppen E und $G_K$

Leitnuklid beider Nuklidgruppen ist für den MZFR Xe-133, für die WAK Kr-85 (hier wird zusätzlich 1 % der Emissionsrate der Gruppe E als Ar-41 angenommen) und für alle anderen Reaktoren und Institute Ar-41.

### 3.6 Radioaktives Jod

Das Alter der Spaltprodukte bestimmt das radiologisch überwiegende Isotop. Bei den Reaktoren kann die Emission beliebiger Jod-Isotope angenommen werden. In der WAK werden zeitweilig so alte Brennelemente aufgearbeitet, daß dort und in der HDB das Nuklid J-129 dominiert. Da nicht die Aktivität, sondern die Dosis in der Umgebung begrenzt werden soll, wurde im Abluftplan die Jod-Emission als Jod-131-Äquivalent angegeben. Dieses Äquivalent  $\dot{A}_{131}^{\text{zul}}$  ist für ein Jodisotop  $i$  wie folgt definiert:

$$\dot{A}_{131}^{\text{zul}} = \frac{1}{f_i} \dot{A}_i^{\text{zul}}$$

$$f_i = \frac{G_{131}}{G_i}$$

$\dot{A}$  = Quellstärke in Bq/a

$G$  = Ingestionsdosisfaktor für die Schilddrüse

Dabei steht der Ingestionspfad im Vordergrund:

Das Jod-131-Äquivalent erzeugt bei einem Kleinkind durch Radiojod-Ingestion über den Luft-Weide-Kuh-Milch-Pfad jeweils die gleiche Schilddrüsendosis, unabhängig vom emittierten Jodisotop. Für die Bestimmung der  $f_i$  Faktoren s. /PA77/. Für das organisch gebundene Jod beträgt der Dosisfaktor 1/100 desjenigen für elementares Jod /BI79/.

Bei den anderen Expositionspfaden sind diese Faktoren  $f_i$  zwar nicht korrekt; es wird aber Jod-131-Äquivalent gerechnet, da einerseits die Zusammensetzung der Jodgemische nicht bekannt ist, und andererseits der Beitrag des Jod zur Effektivdosis über andere Expositionspfade gering ist.

### 3.7 Emission von KKP I und KKP II

Für die Nuklidgruppe E wird Xe-133 als Leitnuklid angenommen; für die Gruppen  $A_{\beta L}$  und  $A_{\alpha L}$  wird bei KKP I ein Siedewasser-Reaktor-Aerosolgemisch, bei KKP II ein Druckwasser-Reaktor-Aerosolgemisch aus /BI79/ angenommen.

## 4. Dosisberechnung

### 4.1 Grundlagen

Die Berechnung der Organdosen folgt im Prinzip der "Allgemeinen Berechnungsgrundlage ...." des BMI /BI79/. Von den dort beschriebenen Verfahren und Parametern wird in folgenden Punkten abgewichen:

- Es werden die durch Experimente des KfK ermittelten Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  verwendet, s. Kap. 4.2.
- Bei der Berechnung des Langzeitausbreitungsfaktors wird eine azimutale Gleichverteilung nicht der Aktivitätskonzentration - wie in /BI79/ empfohlen -, sondern eine Gleichverteilung der Windrichtung über jeden Sektor angenommen, s. /HÜ78/. Das ist sachlich richtiger und vermeidet Sprünge an den Sektorgrenzen.
- Es werden die dem Stand der Wissenschaft entsprechenden Dosisfaktoren aus ICRP 30 sowie von D. C. Kocher /K080/ und anderen neueren Quellen verwendet, s. Kap. 4.3.
- Die Einzelorgan- bzw. Teilkörperdosen werden nach ICRP 26 gewichtet und für jeden Expositionspfad zu einer Effektivdosis zusammengefaßt. Dazu ist es erforderlich, jeweils 20 einzelne Organ- bzw. Teilkörperdosen zu berechnen. Diese Rechenoperationen leistet das Programm EFFDOS /BA83-1/.
- Zeitlich ungleichmäßige Emissionen werden durch Einsetzen einer fiktiven, erhöhten Jahresemission berücksichtigt, s. Kap. 4.4.

### 4.2 Meteorologische Parameter

Die für die Ausbreitungsrechnung benötigten meteorologischen Parameter werden am 200 m hohen Meßturm gemessen. Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungskategorie werden halbstündlich gemittelt; ihre Häufigkeit wird in der Ausbreitungsstatistik /V083/ zu-

sammengefaßt. Die Windrose wird in 12 Sektoren je 30° eingeteilt. Windgeschwindigkeit und -richtung werden aus den Messungen in 60 m Höhe bestimmt. Die Geschwindigkeit in dieser Höhe ist für Emissionen in 100 m Höhe repräsentativ. Für andere Emissionshöhen wird die Windgeschwindigkeit entsprechend dem Windgeschwindigkeitsprofil interpoliert.

Die Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  sind für den Standort des KfK ermittelt; sie entsprechen den Ergebnissen der Ausbreitungsversuche im KfK mit Emissionshöhen von 60 m und 100 m /KI79/.

#### 4.3 Dosisfaktoren

Die zur Berechnung der effektiven Äquivalentdosis durch Inhalation und/oder Ingestion benötigten Dosisfaktoren wurden /BA83-2/ entnommen. Da neben der Kenntnis der zu emittierenden Radionuklide gleichzeitig deren chemische Spezies zur Auswahl der Inhalations- und Ingestionsklassen (s. /BA83-1/ und /BA83-2/) bekannt sein muß, wurden diese entsprechend den Angaben der Tab. 2 festgelegt. Die Beiträge zur effektiven Äquivalentdosis durch den Expositionspfad "γ-Strahlung über kontaminiertem Boden" wurden mit Hilfe der Dosisfaktoren aus /K080/ bestimmt, wobei Dosisbeiträge durch Tochternuklide mitberücksichtigt wurden. Effektiv-Dosisfaktoren für den Expositionspfad "γ-Strahlung aus der radioaktiven Abluftfahne" wurden für die wenigen relevanten Nuklide aufgrund neuerer Literatur berechnet.

#### 4.4 Zeitliche Konstanz der Emission

Die Berechnung der Dosen basiert auf konstanter Emissionsrate  $\dot{A}$  während des Zeitraums  $\Delta T$ . Im Abluftplan 1984 wird zusätzlich zu der zulässigen Jahresemission die zulässige Wochenemission angegeben. Eine kontinuierliche Emission über das ganze Jahr, wie für die Rechnung angenommen, entspricht meist nicht dem tatsächlichen Emissionsverlauf. Um einer diskontinuierlichen Emission Rechnung zu tragen, wurde folgendermaßen verfahren: Beträgt die zulässige

Wochenemission bis zu  $1/50$  der Jahresemission, wird die Emission als kontinuierlich angenommen. Wird diese Grenze nicht eingehalten, dann müßte ein erhöhter Ausbreitungsfaktor für nichtkontinuierliche Emission angewendet werden. Um jedoch das Berechnungsverfahren nicht unangemessen aufwendig werden zu lassen, wird stattdessen mit einer erhöhten fiktiven Jahresemission gerechnet. Diese ist gleich der 50fachen Wochenemission, aber nicht höher als der dreifache Jahresemissionswert. Ist kein Wochenwert angegeben, so ist die fiktive Jahresemission gleich dem dreifachen Jahresemissionswert. Eine Ausnahme bildet die WAK, sie muß etwa 200 Tage pro Jahr in Betrieb sein, um die Jahresemission an radioaktiven Stoffen ausschöpfen zu können und wird deshalb als gleichmäßiger Emittent angesehen.

#### 4.5 Von der Konzentration der Aktivität am Aufpunkt abhängiger Dosen

Submersions-, Inhalations- und Ingestionsdosen werden im allgemeinen als proportional zur Aktivitätskonzentration in der Nähe des Aufpunktes angenommen. Das Berechnungsverfahren für diese Dosen bzw. -Dosisleistungen ist daher das gleiche. Es ist in /HÜ78/ beschrieben. Das Rechenprogramm ISOLA III berechnet und zeichnet die Isolinien für gegebene Dosisleistungen.

#### 4.6 Von der Verteilung der Aktivität im Raum abhängige Dosen

Wegen der geringen Schwächung der  $\gamma$ -Strahlung in Luft kann das unter Kap. 4.5 beschriebene Verfahren für die Berechnung der  $\gamma$ -Dosis nicht angewendet werden. Hier muß man für jeden Aufpunkt die  $\gamma$ -Dosis als Summe der Dosisbeiträge der im Raum verteilten  $\gamma$ -Aktivität berechnen. Ein Verfahren zur Berechnung der  $\gamma$ -Dosis langzeitiger radioaktiver Emissionen in die Atmosphäre wurde in /HÜ75/ beschrieben und hat an dieser Stelle Anwendung gefunden. Nach diesem Verfahren wurde das FORTRAN-IV-Rechenprogramm WOLGA 1 entwickelt /NA75/. Es gibt die  $\gamma$ -Dosis D an einem beliebigen Aufpunkt in der Umgebung eines oder mehrerer Emittenten als Summe der

Dosisbeiträge der Aktivität im Raum an; es berechnet und zeichnet die Isolinien für gegebene Dosisleistung.

## 5. Ergebnisse

Mit den oben beschriebenen Randbedingungen wurden die effektiven Folge-Äquivalentdosen in der Umgebung des KfK berechnet. Es handelt sich hierbei um Ortsdosen, die durch äußere Strahlung ( $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen) und/oder durch innere Strahlung (nach Inhalation und/oder Ingestion) zusätzlich zur natürlichen Strahlung potentiell an einem gegebenen Ort verursacht werden können.

Die so errechneten effektiven Äquivalentdosen kann eine "fiktive" Person nur unter folgenden Voraussetzungen erhalten:

externe  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Strahlung:

ständiger Aufenthalt der Person am selben Ort, ohne Berücksichtigung des Schutzes durch Kleidung oder Gebäude.

Inhalation:

ständiger Aufenthalt der Person am selben Ort.

Ingestion:

Verzehr von ausschließlich an diesem Ort erzeugten Nahrungsmitteln, z. B. Milch, Salat usw.

Unter dem Gesichtspunkt realistischer Abschätzung müßte die Dosis durch externe Strahlung, die Inhalationsdosis in einer Ortschaft und die höchste Ingestionsdosis für benachbarte bebaute Felder zu einer Personendosis summiert werden. Konservativ wird aber darüberhinaus angenommen, a) daß sich eine Person ganzjährig an einem

unbewohnten Ort aufhalten kann und dort externe Strahlung empfängt, inhaliert und Nahrungsmittel von benachbarten, tatsächlich bebauten Feldern konsumiert, (fiktive Person), oder b) daß Nahrungsmittel auch in bisher nicht bebauten Gebieten erzeugt und in benachbarten Orten von tatsächlich dort lebenden Personen konsumiert werden (fiktive Nahrungsmittel). Es wird jedoch nicht unterstellt, daß fiktive Nahrungsmittel von fiktiven Personen konsumiert werden; denn diese Annahme wäre überkonservativ.

Für die Prognose 1984 werden die Ortsdosen in der Umgebung des KfK in Form von Isodosen und Tabellen angegeben. Koordinatenursprung ist der FR-2-Kaminfuß; X-Achse ist die West-Ost-Richtung, Y-Achse die Süd-Nord-Richtung. Das KfK ist auf den Isodosenkarten eingezeichnet. Die maximalen Dosen in der Umgebung des KfK sind in der Tab. 3 eingetragen.

Die Abbildungen 1 bis 5 zeigen, jeweils im KfK und seiner näheren Umgebung, die Verteilung der folgenden Folge-Äquivalentdosen:

- die effektive  $\gamma$ -Submersionsdosis (Abb. 1),
- die effektive  $\beta$ -Submersionsdosis (Abb. 2),
- die effektive Bodenstrahlungsdosis (Abb. 3),
- die effektive Inhalationsdosis (Abb. 4),
- die effektive Ingestionsdosis (Abb. 5).

Die oben erläuterte Summation ergibt eine gesamte effektive Äquivalentdosis

- von 85  $\mu\text{Sv/a}$  für eine fiktive Person im Punkt maximaler externer Dosis,
- von 130  $\mu\text{Sv/a}$  für den Verzehr fiktiver Nahrungsmittel in Leopoldshafen

Wie die Berechnung zeigt, wird im Jahre 1984 der Grenzwert von 300  $\mu\text{Sv/a}$  für die Ganzkörperdosis eines Erwachsenen durch die maximal zu erwartende effektive Äquivalentdosis, verursacht durch die Emissionen aus dem KfK (laut Abluftplan 1984) und die Antragswerte des KKP I und KKP II nicht überschritten. Es wird jedoch nochmals auf den vorläufigen Charakter der Berechnungsergebnisse verwiesen, s. Kap. 1.

## 6. Literatur

- /BA83-1/ M. Bär, S. Honcú, W. Hübschmann;  
EFFDOS - Ein FORTRAN-77 Programm zur Berechnung der effektiven Äquivalentdosis.  
KfK 3631 (1984)
- /BA83-2/ M. Bär et al.;  
Dosisfaktoren zur Berechnung der internen Strahlenexposition durch Inhalation und Ingestion, Datenbasis für das Programm EFFDOS, Teil A.  
KfK 3635, in Vorbereitung
- /BI79/ Der Bundesminister des Innern;  
"Allgemeine Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässer.  
GMB1, Ausgabe A, 30, 369 (1979) und GMB1, Ausgabe A, 33, 735 (1982)
- /HA74/ H. O. Haug;  
Calculations and Compilations of Composition, Radioactivity, Thermal Power, Gamma and Neutron Release Rates of Fission Products and Actinides of Spent Power Reactor Fuels and their Reprocessing Wastes.  
KfK 1945 (1974)

- /HÜ75/ W. Hübschmann, D. Papadopoulos;  
Berechnung der Dosisleistung durch Gammastrahlung aus der  
radioaktiven Abluftfahne eines Daueremittenten.  
KFK 2172 (1975)
- /HÜ78/ W. Hübschmann, D. Nagel;  
ISOLA III - Ein FORTRAN IV-Programm zur Berechnung der  
langfristigen Dosisverteilung in der Umgebung kerntechnischer  
Anlagen.  
KFK 2698 (1978)
- /KI79/ H. Kiefer, W. Koelzer;  
Jahresbericht 1978 der Abteilung Sicherheit.  
KfK 2775 (1979)
- /KO80/ D. C. Kocher;  
"Dose-Rate Conversion Factors for external Exposure to  
Photon and Electron Radioation from Radionuclides occuring  
in Routine Releases from Nuclear Fuel Cycle Facilities".  
Health Phys. 38, 543 (1980)
- /NA75/ D. Nagel, D. Papadopoulos;  
WOLGA 1 - Ein FORTRAN IV-Programm zur Berechnung der Dosis-  
leistung durch Gammastrahlung aus der radioaktiven Abluft-  
fahne eines Daueremittenten.  
KFK 2189 (1975)
- /PA77/ D. Papadopoulos, P. Thomas;  
Verhältnis der Dosisfaktoren der Jodisotope.  
KFK 2544 (1977)
- /RE75/ Reactor Safety Study.  
WASH 1400 (1975)
- /VO83/ S. Vogt;  
Three- and Four-parameter Diffusion Statistics as a Basis  
for Calculating the Long-term Pollution Load.  
KfK 3477 (1983)

	Nuklidgruppe		C-14	H-3	I-131 Äquivalent
	$A_{\beta L}$	E			
KKP I	37 GBq	2220 TBq	-	-	18,5 GBq
KKP II	37 GBq	1850 TBq	-	-	11,1 GBq

Tab. 1: Antragswerte der Jahresemission der Kernkraftwerke KKP I und KKP II

Institut	Bau-Nr.	Emissions- höhe in m	angenommene chemische Verbindungen der Emissionen in Nuklidgruppe		
			Gruppe A <sub>α</sub>	Gruppe A <sub>β</sub>	
IRCh	321	16,0	Nitrate bzw. leicht lösliche Verbindungen		
	321A	15,0			dto.
	341	15,0			dto.
BFE	324/325	12,5		leicht lösliche Ver- bindungen und Nitrate	
ZYKLOTRON	351 )	36,0	leicht lösliche Verbindungen und Nitrate		
LIT	403/404 )	15,0	dto.		
		10,0		unbekannt (konservativer Datensatz)	
SNEAK	452	50,0		Oxide	
HDB-BET	534	8,0	leicht lösliche Verbindungen		
HDB-VERBREN- NUNGSANLAGE	536	70,0			Oxide
HDB-REPAR	543	8,0	leicht lösliche Verbindungen		
HDB-D.FL.	545/53/55	19,0			dto.
HDB-GERÄTE- DEKONTAMI- NATION	548	15,0	leicht lösliche Verbindungen und Nitrate		
INE	547	15,0			Oxide
INE	712	60,0		dto.	
IMF III	573/574	5,0		dto.	
KTB/FR2	606/608	99,0		dto.	
IT	601/2/5	22,0	lösliche Verbindungen		
TEKO	630	22,6	lösliche Verbindungen und Nitrate		
IMF I	681	9,0	Oxide (U-238 O <sub>2</sub> )		
IKVT	691	15,0	leicht lösliche Verbindungen, Fluoride (U-238 F <sub>6</sub> )		
KTB/HZ	701	60,0	Nitrate, leicht lösliche Verbindungen		
IHCh	721/24/26	60,0			Nitrate und
IHCh	725	10,0	leicht lösliche Verbindungen		
KBG/KNK	741	99,0			Oxide
TU	806	50,0	unbekannt (konservativer Datensatz)		
KBG/MZFR	901	99,5			Oxide
WAK	1501/31/2	60,0		Nitrate	

Tab. 2: Chemische Verbindungen der Nuklidgruppen A<sub>α</sub> und A<sub>β</sub>

Expositionspfad Ort	Submersion		γ-Bodenstrahlung μSv/a	Inhalation μSv/a	Ingestion μSv/a
	γ-Submersion μSv/a	β-Submersion μSv/a			
Graben	1,6	0,13	1,7	2,3	10,7
Neudorf	1,1	0,10	1,3	1,7	7,8
Friedrichstal	2,3	0,11	1,6	2,1	11,1
Spöck	0,8	0,07	1,0	1,3	6,5
Neuthard	1,2	0,09	1,3	1,6	7,8
Karlsdorf	0,8	0,06	1,0	1,1	5,7
Staffort	0,6	0,04	0,7	0,7	3,8
Blankenloch	0,5	0,04	0,6	0,7	3,6
Hagsfeld	0,5	0,03	0,5	0,6	2,7
Karlsruhe-Markt	0,3	0,03	0,5	0,5	2,6
Neureut	0,7	0,06	0,8	1,1	5,4
Eggenstein	3,5	0,13	1,5	2,6	13,0
Leopoldshafen	3,5	0,23	2,2	3,9	17,6
Linkenheim	1,9	0,14	1,5	2,3	10,7
Hochstetten	1,2	0,11	1,2	1,8	8,1
Liedolsheim	0,7	0,07	0,9	1,1	5,1
Rußheim	0,5	0,05	0,9	0,8	3,9
Leimersheim	0,7	0,06	0,8	1,0	4,7
Nordtor	16,7	1,20	14,1	18,5	83,7
Südtor	12,2	0,56	4,7	8,2	53,7
Maximale Dosis außerhalb des KfK	31,3	1,20	14,1	19,6	117,9
Koordinaten des Dosismaximums*					
x in m	200	520	520	200	200
y in m	750	1480	1480	750	750

\*Koordinatenursprung ist der FR-2-Kamin

Tab. 3: Effektive Äquivalentdosen in der Umgebung des KfK

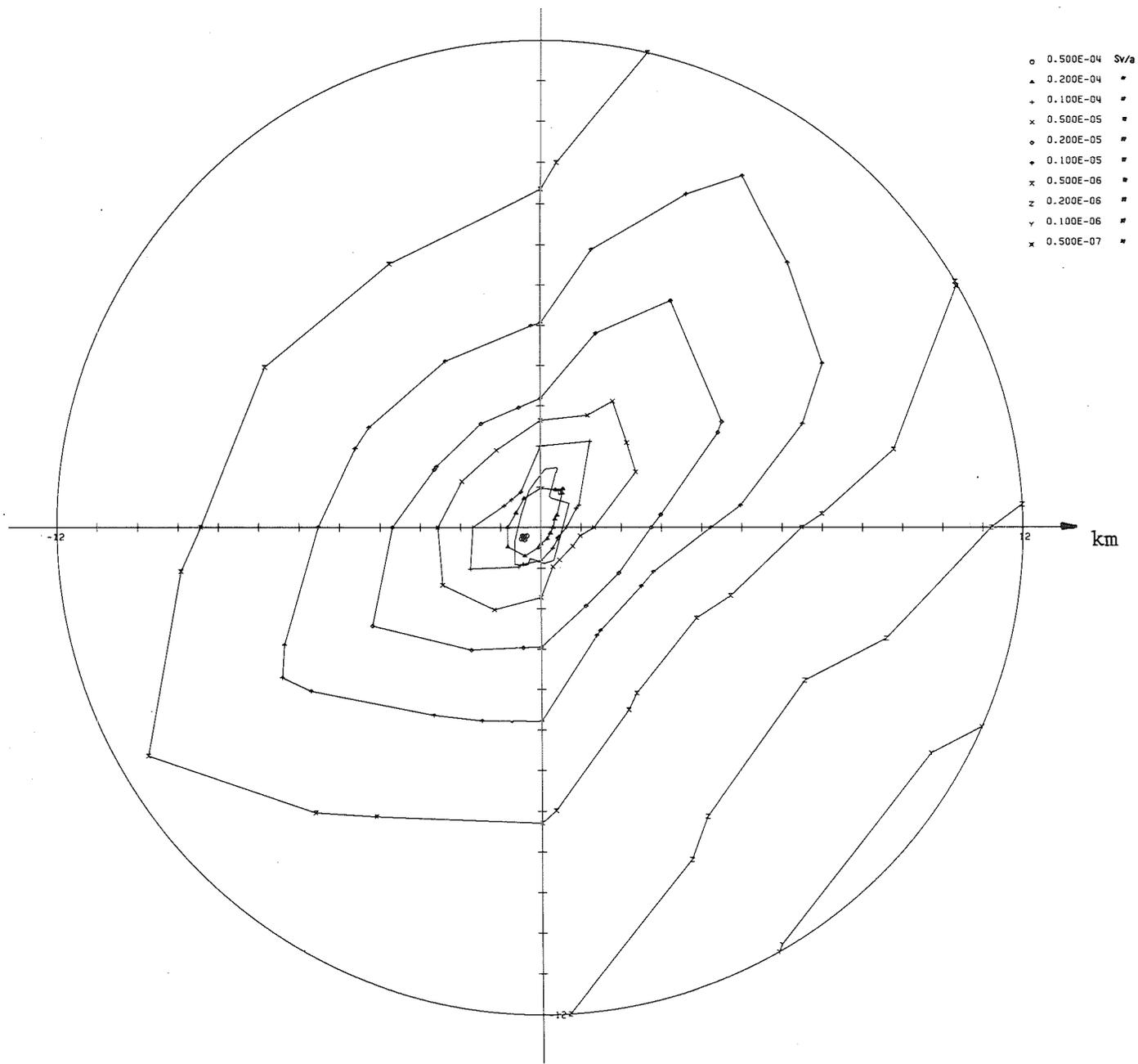


Abb. 1: Effektive Äquivalentdosis durch  $\gamma$ -Submersion, Prognose 1984

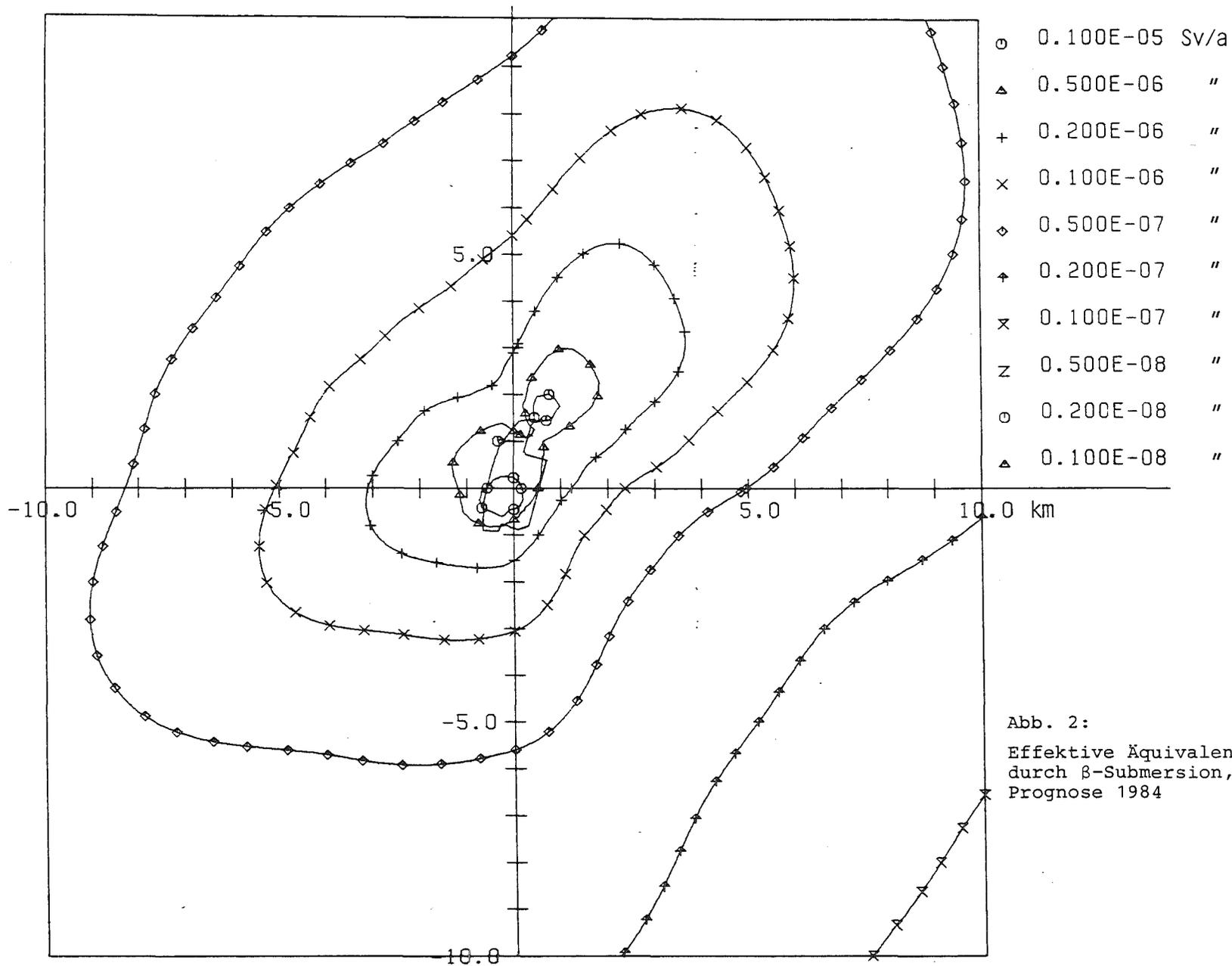


Abb. 2:  
 Effektive Äquivalentdosis  
 durch  $\beta$ -Submersion,  
 Prognose 1984

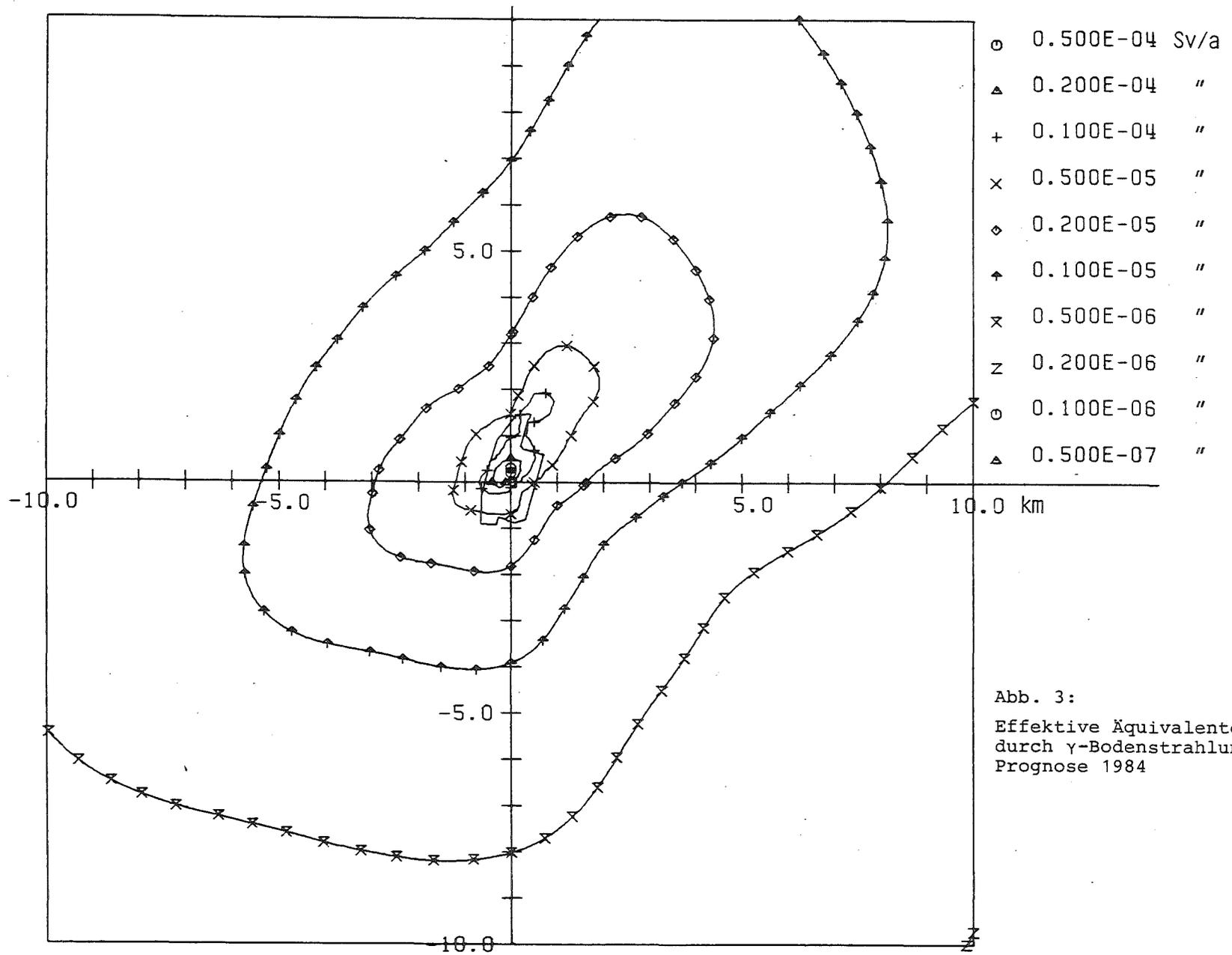
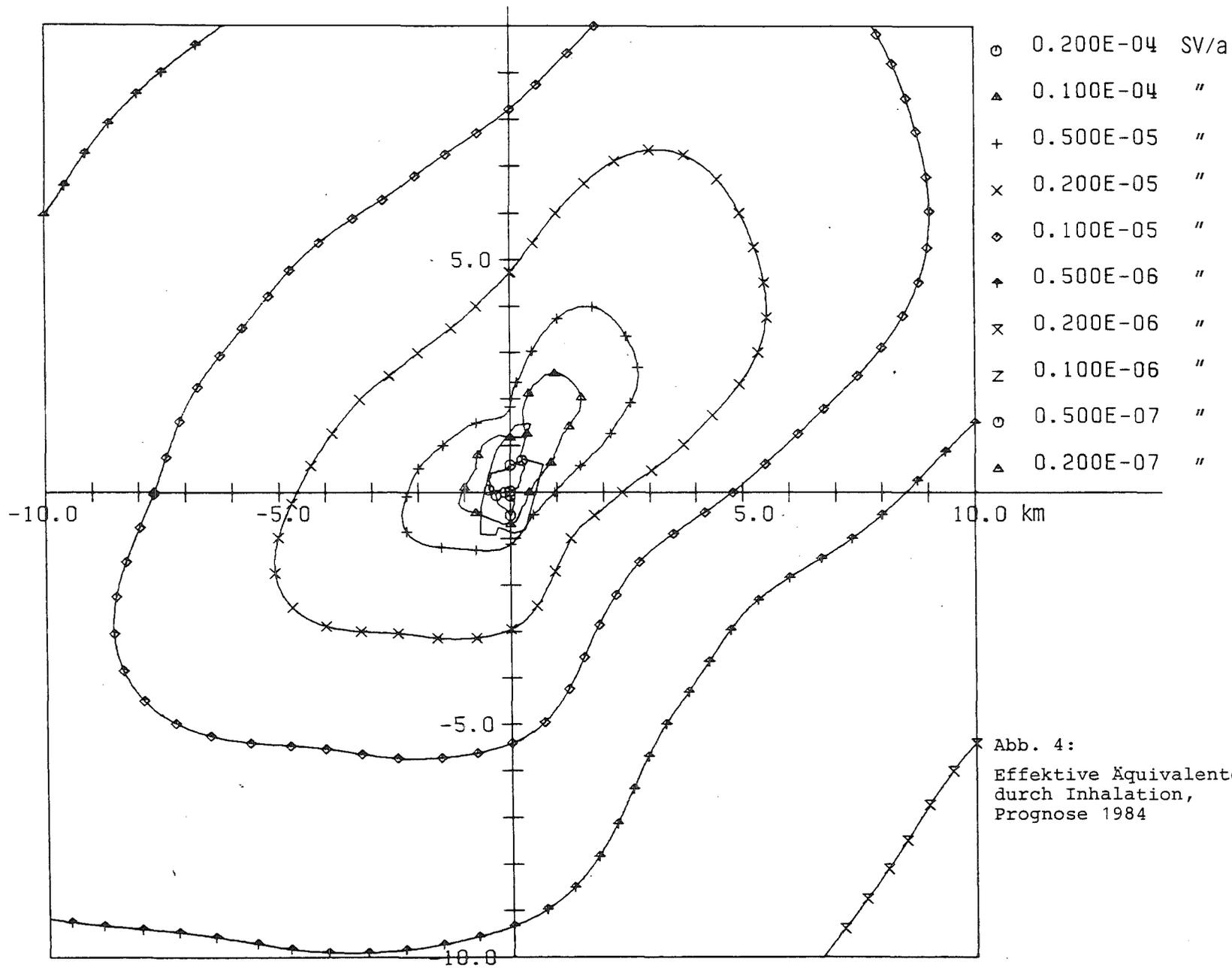
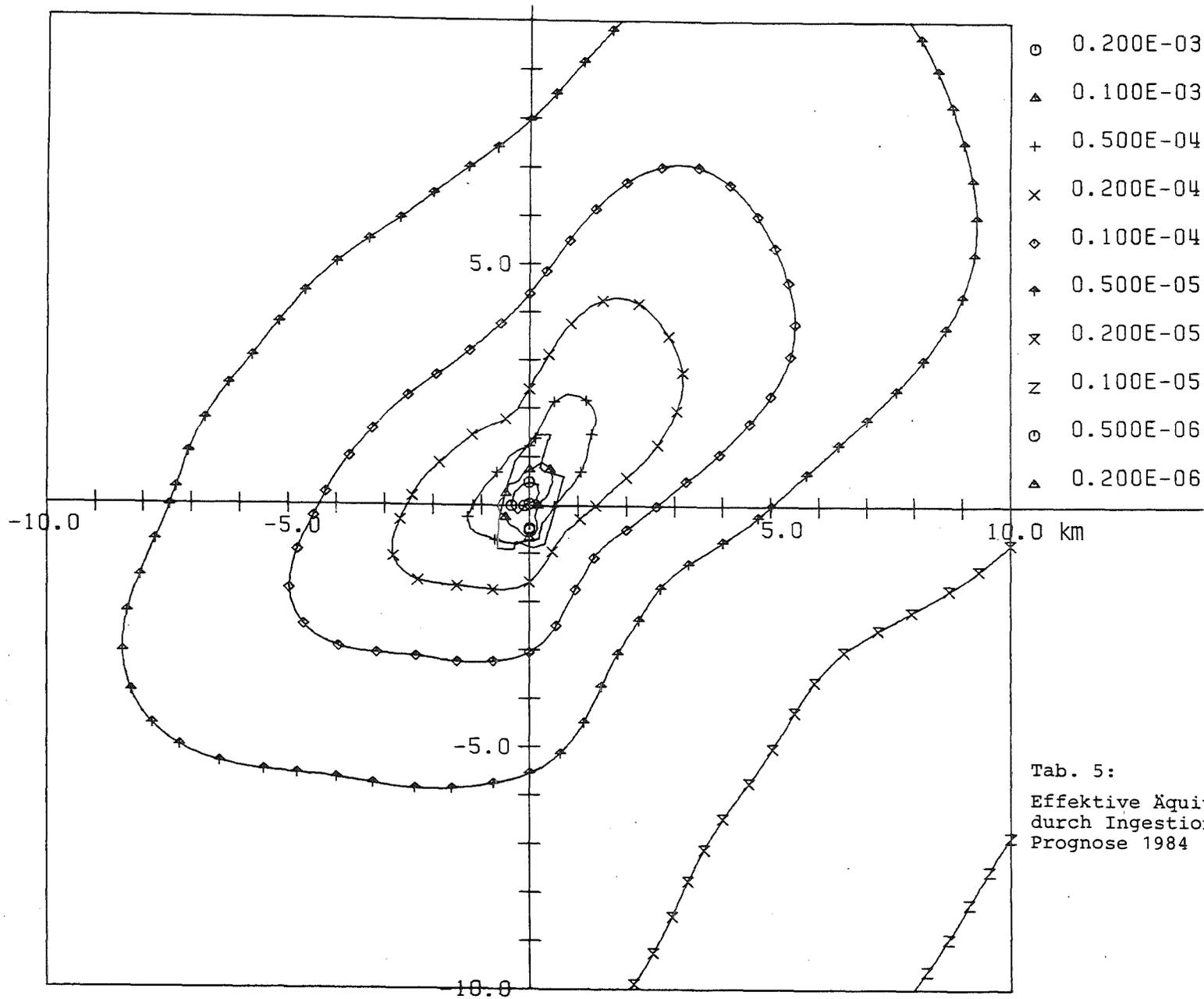


Abb. 3:  
 Effektive Äquivalentdosis  
 durch  $\gamma$ -Bodenstrahlung,  
 Prognose 1984





Tab. 5:  
 Effektive Äquivalentdosis  
 durch Ingestion,  
 Prognose 1984

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
Hauptabteilung Sicherheit/Radioökologie

**A B L U F T P L A N    1 9 8 4**

(Stand: Dezember 1983)

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
1	HS	123	15,0	-300	-725	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	-	-
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	-	-
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	1·10 <sup>10</sup>	5·10 <sup>8</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
						2a	IRCH	321
A <sub>αL</sub>	2·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>4</sup>						
A <sub>βK</sub>	1·10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>4</sup>						
A <sub>βL</sub>	1·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>6</sup>						
E	4·10 <sup>12</sup>	2·10 <sup>11</sup>						
G <sub>K</sub>	-	-						
<sup>3</sup> H als HTO	} 3·10 <sup>12</sup>	6·10 <sup>10</sup>						
<sup>3</sup> H als TH								
I <sub>elem.</sub>	} 1·10 <sup>8</sup>	2·10 <sup>6</sup>						
I <sub>organ.</sub>								
<sup>14</sup> C	-	-						
2b	IRCH	321a	15,0	-144	-331			
						A <sub>αL</sub>	7·10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>3</sup>
						A <sub>βK</sub>	2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>
						A <sub>βL</sub>	2·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>
						E	4·10 <sup>13</sup>	2·10 <sup>12</sup>
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	4·10 <sup>10</sup>	2·10 <sup>9</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	} 7·10 <sup>8</sup>	3·10 <sup>7</sup>
						I <sub>organ.</sub>		
						<sup>14</sup> C	-	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
2c	IRCH	341	15,0	-145	-205	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	2·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	1·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>6</sup>
						A <sub>βL</sub>	9·10 <sup>7</sup>	4·10 <sup>6</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	} 8·10 <sup>12</sup>	4·10 <sup>11</sup>
						<sup>3</sup> H als TH		
						I <sub>elem.</sub>	} 2·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>
						I <sub>organ.</sub>		
						<sup>14</sup> C	-	-
3a	BFE	324	12,5	-320	-325	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	-	-
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	-	-
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	1·10 <sup>9</sup>	-
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
3b	BFE	325	12,5	-320	-325	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	-	-
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	3·10 <sup>5</sup>	-
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	5·10 <sup>7</sup>	-
						<sup>3</sup> H als TH	5·10 <sup>7</sup>	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	1·10 <sup>8</sup>	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq							
							jährlich	kurzzeitig pro Woche						
4a	IK III/ Zykl.	351	36	-365	-150	A <sub>OK</sub>	-	-						
						A <sub>OL</sub>	-	-						
						A <sub>BK</sub>	2·10 <sup>11</sup>	1·10 <sup>10</sup>						
						A <sub>BL</sub>	2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>						
						E	4·10 <sup>9</sup>	2·10 <sup>8</sup>						
						G <sub>K</sub>	3·10 <sup>13</sup>	1·10 <sup>12</sup>						
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-						
						<sup>3</sup> H als TH	-	-						
						I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>6</sup>	2·10 <sup>5</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
						<sup>14</sup> C	-	-						
						4b	IK III/ Zykl.	351	15	-410	-160	A <sub>OK</sub>	-	-
												A <sub>OL</sub>	-	-
A <sub>BK</sub>	2·10 <sup>11</sup>	1·10 <sup>10</sup>												
A <sub>BL</sub>	2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>												
E	4·10 <sup>9</sup>	2·10 <sup>8</sup>												
G <sub>K</sub>	4·10 <sup>13</sup>	2·10 <sup>12</sup>												
<sup>3</sup> H als HTO	-	-												
<sup>3</sup> H als TH	-	-												
I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>6</sup>	2·10 <sup>5</sup>												
I <sub>organ.</sub>	-	-												
<sup>14</sup> C	-	-												
4c	IK III/ Zykl.	351	11	-370	-220							A <sub>OK</sub>	-	-
												A <sub>OL</sub>	-	-
						A <sub>BK</sub>	-	-						
						A <sub>BL</sub>	-	-						
						E	-	-						
						G <sub>K</sub>	-	-						
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-						
						<sup>3</sup> H als TH	-	-						
						I <sub>elem.</sub>	8·10 <sup>6</sup>	4·10 <sup>5</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
						<sup>14</sup> C	-	-						

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
5	LIT	403/ 404	10	-15	-505	A <sub>α</sub> K	-	-
						A <sub>α</sub> L	-	-
		A <sub>β</sub> K				2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>	
		A <sub>β</sub> L				2·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>	
		E				2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>	
		G <sub>K</sub>				-	-	
		<sup>3</sup> H als HTO				2·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>	
		<sup>3</sup> H als TH				-	-	
		I <sub>elem.</sub>				-	-	
		I <sub>organ.</sub>				-	-	
		<sup>14</sup> C				1·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>	
		6				LAF II	415/A 415/B	8
A <sub>α</sub> L	-		-					
A <sub>β</sub> K	-		-					
A <sub>β</sub> L	-		-					
E	-		-					
G <sub>K</sub>	-		-					
<sup>3</sup> H als HTO	-		-					
<sup>3</sup> H als TH	-		-					
I <sub>elem.</sub>	3·10 <sup>7</sup>		1·10 <sup>6</sup>					
I <sub>organ.</sub>	4·10 <sup>7</sup>		2·10 <sup>6</sup>					
<sup>14</sup> C	-		-					
7	INR Neben- raum		423	5	18		-415	
		A <sub>α</sub> L				-		-
		A <sub>β</sub> K				-		-
		A <sub>β</sub> L				-		-
		E				4·10 <sup>7</sup>		2·10 <sup>6</sup>
		G <sub>K</sub>				9·10 <sup>9</sup>		4·10 <sup>8</sup>
		<sup>3</sup> H als HTO				2·10 <sup>11</sup>		1·10 <sup>10</sup>
		<sup>3</sup> H als TH				2·10 <sup>12</sup>		2·10 <sup>11</sup> /T*
		I <sub>elem.</sub>				-		-
		I <sub>organ.</sub>				-		-
		<sup>14</sup> C				1·10 <sup>3</sup>		2·10 <sup>1</sup>

\*Maximalwert bei Überlastung eines Targets

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
8	INFP und IK III	424 425 426 434	10	75	-470	A <sub>α</sub> K	-	-
						A <sub>α</sub> L	-	-
						A <sub>β</sub> K	-	-
						A <sub>β</sub> L	-	-
						E	3·10 <sup>11</sup>	3·10 <sup>10</sup>
						G <sub>K</sub>	3·10 <sup>11</sup>	3·10 <sup>10</sup>
						<sup>3</sup> H als HTO	} 2·10 <sup>11</sup>	2·10 <sup>10</sup>
						<sup>3</sup> H als TH		
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
9	KTB/ SNEAK	452	50	245	-395	A <sub>α</sub> K	-	-
						A <sub>α</sub> L	7·10 <sup>6</sup>	3·10 <sup>5</sup>
						A <sub>β</sub> K	-	-
						A <sub>β</sub> L	3·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>
						E	7·10 <sup>12</sup>	3·10 <sup>11</sup>
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	1·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>6</sup>
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
10	HDB- Bet.	534	8	-318	45	A <sub>α</sub> K	-	-
						A <sub>α</sub> L	4·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>4</sup>
						A <sub>β</sub> K	-	-
						A <sub>β</sub> L	4·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	4·10 <sup>10</sup>	1·10 <sup>9</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
11	HDB- Verbr.- Anlage	536	70	-340	87	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	7·10 <sup>7</sup>	7·10 <sup>6</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	2·10 <sup>10</sup>	5·10 <sup>8</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	3·10 <sup>13</sup>	1·10 <sup>12</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>7</sup>
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	7·10 <sup>11</sup>	7·10 <sup>10</sup>
12	HDB- Rep.	543	8	-70	90	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>4</sup>	5·10 <sup>2</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	2·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>5</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	1·10 <sup>10</sup>	2·10 <sup>9</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	2·10 <sup>4</sup>	2·10 <sup>3</sup>
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
13	HDB- Deko flüssig (LAW)	545/ 553	19	-130	135	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>6</sup>	4·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	5·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>7</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	3·10 <sup>12</sup>	3·10 <sup>11</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	1·10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>6</sup>
						I <sub>organ.</sub>	1·10 <sup>10</sup>	2·10 <sup>8</sup>
						<sup>14</sup> C	7·10 <sup>10</sup>	7·10 <sup>9</sup>

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq							
							jährlich	kurzzeitig pro Woche						
14	HDB- Deko flüssig (MAW)	555	19	-130	135	A <sub>αK</sub>	-	-						
						A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>6</sup>	4·10 <sup>4</sup>						
						A <sub>βK</sub>	-	-						
						A <sub>βL</sub>	5·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>7</sup>						
						E	-	-						
						G <sub>K</sub>	-	-						
						<sup>3</sup> H als HTO	2·10 <sup>12</sup>	2·10 <sup>11</sup>						
						<sup>3</sup> H als TH	-	-						
						I <sub>elem.</sub>	5·10 <sup>7</sup>	5·10 <sup>6</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
						<sup>14</sup> C	2·10 <sup>10</sup>	2·10 <sup>9</sup>						
						15	HDB- Geräte- deko (Ost)	548	15	-90	195	A <sub>αK</sub>	-	-
												A <sub>αL</sub>	7·10 <sup>5</sup>	7·10 <sup>4</sup>
A <sub>βK</sub>	-	-												
A <sub>βL</sub>	2·10 <sup>8</sup>	2·10 <sup>7</sup>												
E	-	-												
G <sub>K</sub>	-	-												
<sup>3</sup> H als HTO	1·10 <sup>12</sup>	1·10 <sup>11</sup>												
<sup>3</sup> H als TH	-	-												
I <sub>elem.</sub>	5·10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>5</sup>												
I <sub>organ.</sub>	-	-												
<sup>14</sup> C	-	-												
16	HDB- Geräte- deko (West)	548	15	-90	195							A <sub>αK</sub>	-	-
												A <sub>αL</sub>	7·10 <sup>5</sup>	7·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-						
						A <sub>βL</sub>	2·10 <sup>8</sup>	2·10 <sup>7</sup>						
						E	-	-						
						G <sub>K</sub>	-	-						
						<sup>3</sup> H als HTO	1·10 <sup>12</sup>	1·10 <sup>11</sup>						
						<sup>3</sup> H als TH	-	-						
						I <sub>elem.</sub>	5·10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>5</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
						<sup>14</sup> C	-	-						

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
17a	INE	547	15	-90	195	A <sub>α</sub> K	-	-
						A <sub>α</sub> L	5·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>4</sup>
						A <sub>β</sub> K	-	-
						A <sub>β</sub> L	9·10 <sup>5</sup>	4·10 <sup>4</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
						17b	INE	712
A <sub>α</sub> L	3·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>						
A <sub>β</sub> K	-	-						
A <sub>β</sub> L	3·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>						
E	-	-						
G <sub>K</sub>	-	-						
<sup>3</sup> H als HTO	1·10 <sup>9</sup>	5·10 <sup>7</sup>						
<sup>3</sup> H als TH	-	-						
I <sub>elem.</sub>	-	-						
I <sub>organ.</sub>	-	-						
<sup>14</sup> C	-	-						
18	IMF III 574	573/ 574	5	-280	215			
						A <sub>α</sub> L	1·10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>4</sup>
						A <sub>β</sub> K	-	-
						A <sub>β</sub> L	-	-
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	} 7·10 <sup>11</sup>	3·10 <sup>10</sup>
						<sup>3</sup> H als TH		
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. Koord.		Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
				X m	Y m		jährlich	kurzzeitig pro Woche
19a	KTB/ FR2	607/ 608	99,0	0	0	A <sub>αK</sub>	-	-
						A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>6</sup>	5·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	1·10 <sup>8</sup>	5·10 <sup>6</sup>
						E	3·10 <sup>12</sup>	1·10 <sup>11</sup>
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	5·10 <sup>12</sup>	1·10 <sup>12</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	3·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
						19b	KTB/ FR2	615
A <sub>αL</sub>	-	-						
A <sub>βK</sub>	-	-						
A <sub>βL</sub>	-	-						
E	-	-						
G <sub>K</sub>	-	-						
<sup>3</sup> H als HTO	3·10 <sup>10</sup>	3·10 <sup>9</sup>						
<sup>3</sup> H als TH	-	-						
I <sub>elem.</sub>	-	-						
I <sub>organ.</sub>	-	-						
<sup>14</sup> C	-	-						
19c	KTB/IT	601/ 605	22	30	-215			
						A <sub>αL</sub>	8·10 <sup>5</sup>	8·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	3·10 <sup>3</sup>	1·10 <sup>2</sup>
						A <sub>βL</sub>	3·10 <sup>6</sup>	2·10 <sup>5</sup>
						E	6·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>
						G <sub>K</sub>	1·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>5</sup>
						<sup>3</sup> H als HTO	5·10 <sup>4</sup>	5·10 <sup>3</sup>
						<sup>3</sup> H als TH	1·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>
						I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>6</sup>	8·10 <sup>4</sup>
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
20	TEKO	630	22,6	245	-225	A <sub>αK</sub>	3·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>
						A <sub>αL</sub>	3·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>4</sup>
						A <sub>βK</sub>	4·10 <sup>7</sup>	2·10 <sup>6</sup>
						A <sub>βL</sub>	4·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>4</sup>
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-
						21	IMF I	681
A <sub>αL</sub> }								
A <sub>βK</sub>								
A <sub>βL</sub>								
E	-	-						
G <sub>K</sub>	-	-						
<sup>3</sup> H als HTO	-	-						
<sup>3</sup> H als TH	-	-						
I <sub>elem.</sub>	-	-						
I <sub>organ.</sub>	-	-						
<sup>14</sup> C	-	-						
22	IKVT	691	15	240	150			
						A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>2</sup>	-
						A <sub>βK</sub>	-	-
						A <sub>βL</sub>	1·10 <sup>2</sup>	-
						E	-	-
						G <sub>K</sub>	-	-
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-
						<sup>3</sup> H als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	-	-
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						<sup>14</sup> C	-	-

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq							
							jährlich	kurzzeitig pro Woche						
23	KTB/HZ	701	60	-38	292	A <sub>αK</sub>	2·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>5</sup>						
						A <sub>αL</sub>	3·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>						
						A <sub>βK</sub>	-	-						
						A <sub>βL</sub>	1·10 <sup>10</sup>	5·10 <sup>8</sup>						
						E	4·10 <sup>13</sup>	4·10 <sup>13</sup>						
						G <sub>K</sub>	-	-						
						<sup>3</sup> H als HTO	4·10 <sup>11</sup>	7·10 <sup>10</sup>						
						<sup>3</sup> H als TH	1·10 <sup>13</sup>	8·10 <sup>12</sup>						
						I <sub>elem.</sub>	3·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
						<sup>14</sup> C	-	-						
						24	VBW	705	5	46	304	A <sub>αK</sub>	-	-
												A <sub>αL</sub>	1·10 <sup>3</sup>	-
A <sub>βK</sub>	-	-												
A <sub>βL</sub>	1·10 <sup>5</sup>	-												
E	-	-												
G <sub>K</sub>	-	-												
<sup>3</sup> H als HTO	-	-												
<sup>3</sup> H als TH	-	-												
I <sub>elem.</sub>	-	-												
I <sub>organ.</sub>	-	-												
<sup>14</sup> C	-	-												
25a	IHCH	721/ 724/ 726	60	-8	380							A <sub>αK</sub>	-	-
												A <sub>αL</sub>	4·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>
						A <sub>βK</sub>	-	-						
						A <sub>βL</sub>	4·10 <sup>9</sup>	2·10 <sup>8</sup>						
						E	4·10 <sup>13</sup>	2·10 <sup>13</sup>						
						G <sub>K</sub>	-	-						
						<sup>3</sup> H als HTO	} 4·10 <sup>11</sup>	1·10 <sup>10</sup>						
						<sup>3</sup> H als TH								
						I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>7</sup>						
						I <sub>organ.</sub>	-	-						
<sup>14</sup> C	4·10 <sup>9</sup>	1·10 <sup>8</sup>												

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq		
							jährlich	kurzzeitig pro Woche	
25b	IHCH	725	10	105	480	A <sub>α</sub> K	-	-	
						A <sub>α</sub> L	4·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>4</sup>	
						A <sub>β</sub> K	-	-	
						A <sub>β</sub> L	4·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>	
						E	2·10 <sup>12</sup>	4·10 <sup>11</sup>	
						G <sub>K</sub>	-	-	
						<sup>3</sup> H als HTO	}	4·10 <sup>9</sup>	4·10 <sup>8</sup>
						<sup>3</sup> H als TH			
						I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>5</sup>	
						I <sub>organ.</sub>	-	-	
						<sup>14</sup> C	4·10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>7</sup>	
						26	KBG/ KNK	741	99
A <sub>α</sub> L	1·10 <sup>7</sup>	5·10 <sup>5</sup>							
A <sub>β</sub> K	-	-							
A <sub>β</sub> L	6·10 <sup>9</sup>	2·10 <sup>8</sup>							
E	1·10 <sup>14</sup>	1·10 <sup>13</sup>							
G <sub>K</sub>	-	-							
<sup>3</sup> H als HTO	-	-							
<sup>3</sup> H als TH	-	-							
I <sub>elem.</sub>	4·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>							
I <sub>organ.</sub>	-	-							
<sup>14</sup> C	-	-							
27	TU	806	50	365	555				
						A <sub>α</sub> L	1·10 <sup>6</sup>	3·10 <sup>4</sup>	
						A <sub>β</sub> K	-	-	
						A <sub>β</sub> L	3·10 <sup>8</sup>	1·10 <sup>7</sup>	
						E	2·10 <sup>12</sup>	6·10 <sup>11</sup>	
						G <sub>K</sub>	-	-	
						<sup>3</sup> H als HTO	-	-	
						<sup>3</sup> H als TH	-	-	
						I <sub>elem.</sub>	7·10 <sup>7</sup>	2·10 <sup>6</sup>	
						I <sub>organ.</sub>	-	-	
						<sup>14</sup> C	-	-	

Nr.	Inst./ Abt.	Geb.- Nr.	Em.- Höhe m	Kart. X m	Koord. Y m	Nuklid bzw. Nuklid- gruppe	zulässige Ableitung in Bq	
							jährlich	kurzzeitig pro Woche
28	KBG/ MZFR	901	99,5	-35	605	$A_{\alpha K}$	-	-
						$A_{\alpha L}$	$1 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^5$
						$A_{\beta K}$	-	-
						$A_{\beta L}$	$5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^8$
						E	$1 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{12}$
						$G_K$	-	-
						$^3H$ als HTO	$1 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{12}$
						$^3H$ als TH	-	-
						I <sub>elem.</sub>	$2 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^7$
						I <sub>organ.</sub>	-	-
						$^{14}C$	$9 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^{10}$
						29	WAK	1501/ 31/2
$A_{\alpha L}$	$4 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^7$						
$A_{\beta K}$	$4 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$						
$A_{\beta L}$	$4 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$						
E	$1 \cdot 10^{16}$	$5 \cdot 10^{14}$						
$G_K$	-	-						
$^3H$ als HTO	$4 \cdot 10^{13}$	$2 \cdot 10^{12}$						
$^3H$ als TH	-	-						
I <sub>elem.</sub>	$2 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^7$						
I <sub>organ.</sub>	-	-						
$^{14}C$	$4 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{10}$						

Bemerkungen:

- 1) In der  $^{85}Kr$ -Emission der WAK können 0,1 % andere Edelgase vorkommen.
- 2) Die Ableitungen an  $^{90}Sr$  dürfen 1/10 des für Nuklidgruppe  $A_{\beta L}$  zugelassenen Aktivitätswertes nicht überschreiten.
- 3) Der Anteil an  $^{129}I$  in der Jod-Emission der WAK kann max.  $3,7 \cdot 10^8$  Bq pro Jahr betragen.
- 4) Für WAK, Verbrennungsanlage HDB, IHCh und TU werden die Ableitungen an  $^{241}Pu$  auf maximal 10 % der in Nuklidgruppe  $A_{\beta L}$  zugelassenen Aktivitätswerte beschränkt.