

# Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben

## Verfahrensunterlage

**Titel:** Entsorgung radioaktiver Abfälle im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
(ERAM)  
Zwischengelagerte radioaktive Abfälle

**Autor:** Kugel, K.

**Erscheinungsjahr:** 2000a

**Unterlagen-Nr.:** P 076

**Revision:** 00

**Unterlagenteil:**



## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Radiumabfälle	4
2.1	Herkunft der Radiumabfälle	4
2.2	Konditionierung der Radiumabfälle	7
2.3	Beschreibung der Radium-Strahlenquellen	8
2.4	Aktivität der Radiumabfälle	9
2.5	Beschreibung der Spezialcontainer	9
3.	Radioaktive Abfälle im Untertagemessfeld (UMF)	10
3.1	Strahlenquellen im Bohrloch A1	10
3.1.1	Beschreibung der Co-60-Strahlenquellen im Bohrloch A1	10
3.1.2	Beladung der Spezialcontainer SC/E1 und SC/E2	22
3.2.	Strahlenquellen und feste Abfälle im Bohrloch A2	24
3.2.1	Beschreibung des Inhalts der SC im Bohrloch A2	24
3.2.2	Beschreibung der Strahlenquellen	28
3.3	Eigenschaften der Trägermaterialien	30
3.3.1	Co-60	30
3.3.2	Cs-137	30
3.4	Beschreibung der Spezialcontainer (SC)	31
4.	Zusammenfassung	33
	Quellenverzeichnis	34
	Anlagenverzeichnis	35
	Anlagen: 7	
<hr/>		
	Gesamtseitenzahl:	<u>52</u>

## **1. Einleitung**

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) werden radioaktive Abfälle zwischengelagert, für die es entsprechend der Dauerbetriebsgenehmigung vom 22.04.1986 keine Regeltechnologien zur Endlagerung gab. Dabei handelt es sich einmal um Radiumabfälle, die der Abfallart A 4.4 (Sonderabfälle - Abfälle, die gasförmig sind bzw. Abfälle, die unter Transport- und Lagerbedingungen Gase entwickeln und/oder Radionuklide freisetzen) zugeordnet werden sowie um Strahlenquellen und feste Abfälle höherer Aktivität der Abfallarten A3/S5 und A1/S6. Für die Strahlenquellen A3/S5 und die festen Abfälle A1/S6 wurde bereits eine Einlagerungstechnologie - Transport und Einbringen von Spezialcontainern (SC) mit radioaktiven Abfällen in Bohrlöchern - in einem Industrierversuch und anschließendem Probetrieb vorbereitet. Für die Radiumabfälle, die sich in gasdicht verschweißten Spezialcontainern befinden, wurde eine ähnliche Technologie in laufenden F&E-Arbeiten untersucht [5].

In der vorliegenden Unterlage werden die im ERAM zwischengelagerten radioaktiven Abfälle beschrieben. Dies erfolgt in erster Linie anhand von Unterlagen aus dem ehemaligen Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR (SAAS) sowie als Ergebnis von Recherchen bei ehemaligen Mitarbeitern des SAAS. Darüber hinaus wurden seitens BfS auch eigene Untersuchungen durchgeführt.

## 2. Radiumabfälle

Seit 1983 wird im ERAM in einem mit Beton ausgekleideten Sohlenloch ein 200-l-Fass zwischengelagert, das acht Spezialcontainer (SC) mit Radiumabfällen und Aktivkohle als Absorbermaterial enthält. Dieses Fass wurde 1996 zusätzlich in ein 280-l-Überfass eingestellt. Sieben der in dem Fass befindlichen SC sind mit Ra-226-Strahlenquellen befüllt; ein Spezialcontainer enthält verfestigte offene Radiumpräparate.

Die Radium-Strahlenquellen wurden im Zeitraum von 1969 bis 1974 zentral von der Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz (SZS, Vorgänger des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz - SAAS) eingesammelt und bis 1983 in der Außenstelle des SAAS in Lohmen zwischengelagert. Mit der Auflösung der Außenstelle Lohmen wurden die Radiumabfälle in ein Fass eingestellt und 1983 zur Zwischenlagerung in das ERAM überführt. Nach Angaben im Ladegutnachweis und in der Zustimmung des SAAS zum Transport und zur Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Morsleben sind in diesem „Radium-Fass“ ca. 370 GBq Ra-226 enthalten [1], [2].

### 2.1 Herkunft der Radiumabfälle

In den 60er Jahren kam es in mehreren Kliniken der ehemaligen DDR zu außergewöhnlichen Ereignissen (AE), als deren Folge weiträumig Radium-Kontaminationen in den privaten Bereich verschleppt wurden. In der Auswertung dieser AE wurden in der medizinischen Anwendung für Therapie Zwecke sämtliche Radium-Strahlenquellen durch Co-60- und Cs-137-Strahlenquellen ersetzt. Die Radium-Strahlenquellen wurden im Zeitraum von 1969 bis 1974 zentral unter der Regie der Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz eingesammelt. Die nachfolgende Übersicht vermittelt einen Überblick über die Herkunft dieser Strahlenquellen. Die Radium-Strahlenquellen wurden in die Außenstelle nach Lohmen verbracht und dort in Zwischenbehältnissen in einem trockenen Sandsteinstollen gelagert. Bei der Auflösung der Außenstelle Lohmen übernahm das ERAM die Radium-Strahlenquellen und -Präparate in einem 200-l-Fass zur Zwischenlagerung. Entsprechend der Dauerbetriebsgenehmigung des Endlagers für radioaktive Abfälle (ERAM) vom 22.04.1986 war eine Endlagerung von derartigen Radiumabfällen im ERAM nicht möglich.

Klinik	Anzahl der Strahlenquellen	Aktivität in Bq
Universität Rostock	41	$3,0 \cdot 10^9$

Klinik	Anzahl der Strahlenquellen	Aktivität in Bq
Radiologische Klinik Universität Rostock Frauenklinik	43	$1,3 \cdot 10^{10}$
Universität Greifswald HNO-Klinik	20	$1,5 \cdot 10^9$
Universität Greifswald Frauenklinik	44	$1,0 \cdot 10^{10}$
Bezirkskrankenhaus Stralsund Röntgen- und Radiumabteilung	26	$6,7 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Schwerin Strahlenklinik	46	$8,6 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Potsdam Röntgen- und Radiuminstitut	52	$8,8 \cdot 10^9$
Paracelsuskrankenhaus Rathenow	16	$3,7 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Brandenburg Gynäkologische Klinik	25	$5,6 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Frankfurt/Oder	25	$3,3 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Cottbus Radiologische Klinik	35	$8,3 \cdot 10^9$
Medizinische Akademie Magdeburg Strahleninstitut und strahlenther. Klinik	32	$4,9 \cdot 10^9$
Medizinische Akademie Magdeburg Frauenklinik	35	$9,1 \cdot 10^9$
Medizinische Akademie Magdeburg Landes-Frauenklinik	30	$8,1 \cdot 10^9$
Martin-Luther-Universität Halle Radiologische Klinik und Poliklinik	28	$6,8 \cdot 10^9$
Martin-Luther-Universität Halle Frauenklinik	33	$1,1 \cdot 10^{10}$
Martin-Luther-Universität Halle HNO-Klinik	6	$2,2 \cdot 10^9$
Medizinische Akademie Erfurt Radiologische Klinik und Poliklinik	48	$1,2 \cdot 10^{10}$
Radiologische Klinik und Poliklinik Frauenklinik	20	$7,4 \cdot 10^9$
Kreiskrankenanstalten Gotha	18	$3,7 \cdot 10^9$
Radiologisches Institut und Radiologische Klinik Röntgen- und Strahleninstitut Gera	65	$1,2 \cdot 10^{10}$
Friedrich-Schiller-Universität Jena HNO-Klinik	36	$5,6 \cdot 10^9$
Friedrich-Schiller-Universität Jena Radiologische Klinik und Poliklinik	68	$1,5 \cdot 10^{10}$

**Tab. 1:** Zusammenstellung der im Zeitraum von 1969 bis 1974 eingesammelten Radium-Strahlenquellen aus Kliniken der ehemaligen DDR

Klinik	Anzahl der Strahlenquellen	Aktivität in Bq
Friedrich-Schiller-Universität Jena Frauenklinik	59	$1,4 \cdot 10^{10}$
Bezirkskrankenhaus Meiningen	27	$5,6 \cdot 10^9$

Klinik	Anzahl der Strahlenquellen	Aktivität in Bq
Röntgen- und Strahlenabteilung Bezirkskrankenhaus Görlitz	40	$6,1 \cdot 10^9$
Röntgen- und Strahlenklinik Bezirkskrankenhaus Dresden- Friedrichstadt, Frauenklinik	14	$6,7 \cdot 10^9$
Medizinische Akademie Dresden Radiologische Klinik und Poliklinik	71	$1,5 \cdot 10^{10}$
Medizinische Akademie Dresden Frauenklinik	20	$7,4 \cdot 10^9$
Karl-Marx-Universität Leipzig Radiologische Klinik, Therapieabteilung	72	$1,5 \cdot 10^{10}$
Karl-Marx-Universität Leipzig Frauenklinik	89	$2,1 \cdot 10^{10}$
Zentrale Röntgenklinik-Poliklinik Karl- Marx-Stadt, Gynäkologische Station	72	$1,8 \cdot 10^{10}$
Frauen- und Säuglingsklinik Karl-Marx- Stadt, Röntgentherapieabteilung	13	$5,6 \cdot 10^9$
Krankenhaus Rat der Stadt Karl-Marx- Stadt, Röntgentherapieabteilung	16	$3,1 \cdot 10^9$
Bezirkskrankenhaus Zwickau Frauenklinik	28	$1,0 \cdot 10^{10}$
Bezirkskrankenhaus Zwickau HNO-Klinik	50	$3,6 \cdot 10^9$
Bergarbeiterkrankenhaus Erlabrunn Strahleninstitut und Strahlenklinik	22	$5,2 \cdot 10^9$
Humboldt-Universität Berlin Geschwulstklinik	444	$6,6 \cdot 10^{10}$
Humboldt-Universität Berlin Frauenklinik	340	$1,5 \cdot 10^{10}$
Städtisches Klinikum Berlin-Buch Radiologische Kliniken	14	$5,2 \cdot 10^9$
Robert-Rössle-Klinik Berlin-Buch	71	$1,5 \cdot 10^{10}$
Städtisches Krankenhaus Berlin- Friedrichshain, Frauenklinik	18	$6,7 \cdot 10^9$
St. Hedwigs-Krankenhaus Berlin Röntgenabteilung	16	$3,9 \cdot 10^9$
Summe:	2288	$4,2 \cdot 10^{11}$

Tab. 1: Zusammenstellung der im Zeitraum von 1969 bis 1974 eingesammelten Radium-Strahlenquellen aus Kliniken der ehemaligen DDR (Fortsetzung)

Von den 2288 Strahlenquellen sind 23 Stück mit etwa  $6,3 \cdot 10^9$  Bq für physikalische Zwecke in zwei Kliniken verblieben. In der Außenstelle des SAAS Lohmen sind damals 2265 Strahlenquellen mit ca.  $4,2 \cdot 10^{11}$  Bq eingelagert worden. Davon wurden etwa  $8,5 \cdot 10^{10}$  Bq Radium-Nadeln von dem Außenhandelsunternehmen Isocommerz verkauft [3].

## 2.2 Konditionierung der Radiumabfälle

In sieben Spezialcontainern sind dichte oder undichte Radium-Strahlenquellen enthalten. In einem Spezialcontainer sind offene Radiumpräparate enthalten.

Die z. T. undichten Radium-Strahlenquellen sind in Kunstharz eingebunden und in 102 Zwischenbehältnissen aus eloxiertem Aluminium sowie aus Kupfer oder Stahl verpackt. Die Zwischenbehältnisse sind nummeriert. Über den genauen Inhalt jedes einzelnen Zwischenbehältnisses kann jedoch keine Angabe mehr gemacht werden, da die damals angefertigte Dokumentation nicht mehr aufgefunden werden konnte. Die Zwischenbehältnisse haben folgende Abmessungen:

Durchmesser (außen):	ca. 40 mm
Länge:	ca. 110 mm
Wand- und Bodenstärke:	ca. 1 mm
Material:	z. B. Aluminium

Während der Zwischenlagerung in Lohmen wurden hohe Konzentrationen an Rn-222 in der Luft im umgebenden Stollen festgestellt, verursacht durch Freisetzung aus den konditionierten Radiumabfällen. Daher wurden die Behältnisse bei der Auflösung der Außenstelle Lohmen in dichtester Packung in Spezialcontainer aus Baustahl (St 38) eingeschichtet (s. Abb. 1). Die Spezialcontainer wurden fortlaufend nummeriert. In sechs Spezialcontainern wurden 16 Behältnisse geordnet eingeschichtet und somit vollständig befüllt; der siebte Spezialcontainer wurde mit den restlichen sechs Zwischenbehältnissen gefüllt. Auf die Spezialcontainer wurde der Bodendeckel aufgesetzt und, da die Strahlenquellen Rn-222 emanieren, durch Schweißen gasdicht verschlossen.

Im achten Spezialcontainer sind 10 verfestigte offene Radiumpräparate enthalten. Die Verfestigung der flüssigen Radiumpräparate mit einer Gesamtaktivität von ca.  $3,7 \cdot 10^9$  Bq [4] erfolgte im Spezialcontainer, in dem trockener Zement oder Gips vorgelegt war, wodurch die Flüssigkeit gebunden wurde. Der Behälter wurde anschließend gasdicht verschweißt.



Die acht Spezialcontainer wurden in ein 200-l-Fass eingebracht und mit Aktivkohle als Absorbiermaterial aufgefüllt. In einem Abschirmbehälter vom Typ FC 40 gelangte das 200-l-Fass 1983 in das ERAM, wo es in ein mit Beton ausgekleidetes Sohlenloch eingestellt wurde.

### 2.3 Beschreibung der Radium-Strahlenquellen

Die Radiumpräparate wurden für medizinische Behandlungen in Kliniken der ehemaligen DDR auf dem Gebiet der Gynäkologie, in der HNO- sowie Zahn- und Kieferheilkunde eingesetzt. Sie liegen in Form von Zellen, Nadeln und in geringerer Anzahl als Kugeln vor. Meist besteht das Äußere der Radium-Strahlenquellen aus einer Platin-Iridium-Legierung (90% Pt, 10% Ir). Das Radiumpräparat selbst ist als Salz, z. B. Sulfat enthalten. Als Hersteller für Radium-Strahlenquellen sind das Institut für Forschung, Herstellung und Anwendung von Radioisotopen, Prag, die Fa. Gorup, die Fa. Auer und die Fa. Buchler bekannt. Die Radium-Strahlenquellen sind z. T. sehr alt. Zertifikate liegen nicht mehr vor; Prüfscheine in einzelnen Fällen. In Anl. 1 ist beispielhaft der Aufbau einer tschechischen Ra-226-Strahlenquelle mit ihren technischen Spezifikationen dargestellt.

In Tab. 2 sind die aus Unterlagen (s. Anl. 2) bekannten Radium-Strahlenquellen aus medizinischen Einrichtungen der ehemaligen DDR zusammengestellt. Beispiele für Beschreibungen in Zertifikaten und Prüfscheinen sind in Anl. 3 und 4 enthalten.

Bezeichnung	Aktivität [MBq]	Abmessungen [mm]	Filterung [mm]	Hersteller	Form
BR	370	15/2	0,3 Pt-Ir	Buchler	Zelle
BR	185	8/1,5			Zelle
BR	122	10/1,5		Buchler	Zelle
BR	74	27,5	0,4 Pt-Ir		Nadel
BR	74	16,2	0,4 Pt-Ir	Buchler	Nadel
Radiogen (Rg)	370	15/2	0,3 Pt-Ir		Zelle
Radiogen	185	8/1,5			Zelle
Rg	37	10	0,4 Pt-Ir	Buchler	Nadel
L	370	10	0,3 Pt-Ir	Gorup	Zelle
L	122	27,5/1,65	0,4 Pt-Ir	Gorup	Zelle
L	74	27,5	0,4 Pt-Ir		Nadel
ohne	370		1,0 Pt-Ir	Auer	Zelle
ohne	370	15/2	0,3 Pt-Ir		Zelle
ohne	74		0,5 Pt-Ir	Auer	Nadel

Tab. 2: Übersicht über Parameter von Ra-226-Strahlenquellen aus der Medizin



## 2.4 Aktivität der Radiumabfälle

Im Fernschreiben des SAAS (FS Nr. 128) vom 21.11.1983 zur Überführung von Strahlenquellen aus dem SAAS Lohmen in das ERA Morsleben [2] wurde eine Ra-226-Aktivität von ca. 10 Ci (ca. 370 GBq) für das 200-l-Fass mit Radiumabfällen ausgewiesen. An anderer Stelle [5] wird die Anzahl der Ra-226-Strahlenquellen mit 1830 Stück und ihre Aktivität mit 350 GBq angegeben. Da aus den noch vorhandenen Unterlagen eine genaue Ra-226-Aktivität nicht zu entnehmen ist, wird die Aktivität von 370 GBq ( $3,7 \cdot 10^{11}$  Bq) als abdeckend zugrunde gelegt. Gammaskopische Messungen seitens BfS ergaben keine Hinweise auf das Vorhandensein von Ra-228-Präparaten im Radium-Fass. Somit ist die gesamte Aktivität von ca. 370 GBq dem Ra-226 zuzuordnen.

## 2.5 Beschreibung der Spezialcontainer

Die verwendeten Spezialcontainer (SC) aus Baustahl ähneln dem SC „Sammeltyp“ aus dem Katalog „Transporttechnologische Ausrüstungen“ (Brennstoffinstitut Freiberg) [6] in Abb. 1. Sie unterscheiden sich dahingehend, dass die für die Radiumabfälle verwendeten SC im Kopfstück keinen Stopfen enthalten und die Bodenplatte nach dem Befüllen verschweißt wurde.

Durchmesser (außen) $D_a$ :	ca. 108 mm
Durchmesser (innen) $D_i$ :	ca. 98 mm
$H_1$ :	ca. 535 mm
$H_2$ :	ca. 481 mm
$H_3$ :	ca. 60 mm

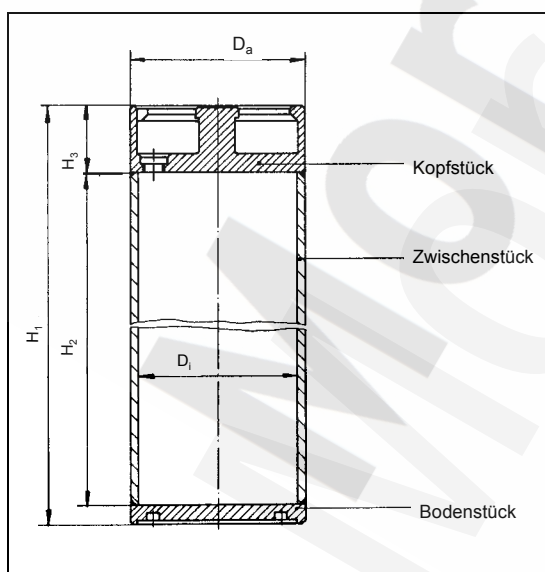


Abb. 1: Spezialcontainer „Sammeltyp“

### **3. Radioaktive Abfälle im Untertagemessfeld (UMF)**

Im Untertagemessfeld (UMF) des ERAM werden in zwei Bohrlöchern radioaktive Abfälle zwischengelagert. Die radioaktiven Abfälle, überwiegend Strahlenquellen, befinden sich in Spezialcontainern, die in die Bohrlöcher A1 und A2 eingebracht wurden.

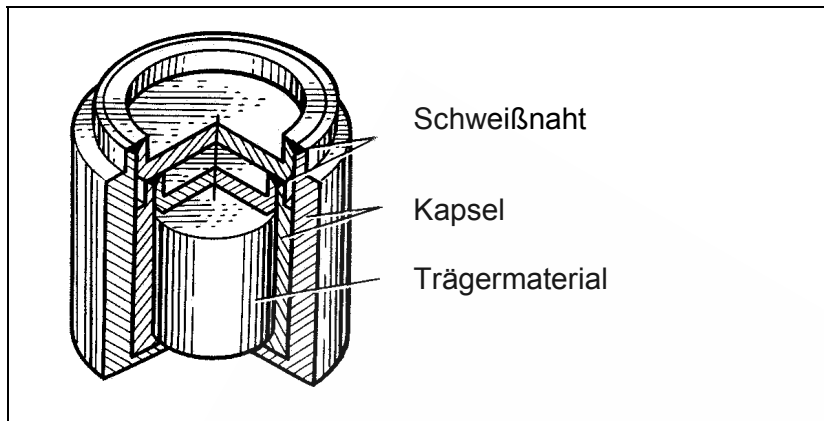
#### **3.1 Strahlenquellen im Bohrloch A1**

Im Bohrloch A1 des Untertagemessfeldes (UMF) befinden sich 2 Spezialcontainer, SC/E1 und SC/E2. In diesen Spezialcontainern sind insgesamt 467 Stück russische Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 7 enthalten. Diese Co-60-Strahlenquellen stammen zum überwiegenden Teil aus Brunnenbestrahlungsanlagen der Wasserwirtschaft der ehemaligen DDR; sechs Stück stammen aus Bestrahlungsanlagen des ehemaligen Medizin- und Labortechnik Werk (MLW) Keradenta Radeberg.

Seit 1970 wurden die Trinkwasserbrunnen der ehemaligen DDR mit Co-60-Strahlenquellen ausgestattet, um die Verockerung der Brunnenfilter zu vermeiden und damit die Standzeiten zu erhöhen. Insgesamt waren 350 Brunnen mit ca. 7000 Stück Co-60-Strahlenquellen ausgestattet. Da die Verockerung mit dieser Bestrahlungsanordnung nicht zufriedenstellend verhindert werden konnte, blieb die erwartete Wirkung aus. Außerdem war der Wartungsaufwand sehr hoch. Die Co-60-Strahlenquellen wurden sukzessive ausgebaut; 461 Stück wurden 1990 in das ERAM zur Zwischenlagerung verbracht.

##### **3.1.1 Beschreibung der Co-60-Strahlenquellen im Bohrloch A1**

Der Aufbau einer russischen Strahlenquelle des Typs GIK ist in Abb. 2 dargestellt. Derartige Strahlenquellen enthalten einen oder mehrere Kobaltdrähte, die zur Stabilisierung mit einer metallischen Nickelschicht elektrolytisch beschichtet wurden. Die Kobaltdrähte wurden im Neutronenstrom bestrahlt und danach hermetisch in eine doppelwandige Kapsel aus nichtrostendem Stahl eingebracht.



**Abb. 2:** Aufbau einer Co-60-Strahlenquelle vom Typ GIK-7

Die Spezifikationen der Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK-7-1, wie sie in der Wasserwirtschaft in den Trinkwasserbrunnen verwendet wurden, sind im Folgenden aufgeführt:

Durchmesser:	$11,0 \pm 0,2$ mm
Höhe:	$81,0 \pm \begin{smallmatrix} 0,5 \\ 1,0 \end{smallmatrix}$ mm
Durchmesser der Arbeitsfläche:	8,0 mm
Höhe der Arbeitsfläche:	75,0 mm
maximale Aktivität:	$5,92 \cdot 10^{12}$ Bq

Als Kapselmaterial wurde Edelstahl nach GOST 5632-72 (Standard in der ehemaligen UdSSR) mit einer Wandstärke von 1 mm verwendet. Der Quellentyp GIK-7-1 wurde im damaligen SAAS einer Strahlenschutzbauprüfung unterzogen. Im Ergebnis wurde eine RGW-Klassifizierung C66545 (RGW: Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe) und die Einstufung als „Stoff in besonderer Form“ erreicht. Beispielhaft sind in den Anl. 5 und 6 Zertifikate jeweils für eine Co-60-Strahlenquelle des Typs GIK-7, wie sie in Brunnenbestrahlungsanlagen eingesetzt waren, und einer Co-60-Strahlenquelle aus einer Bestrahlungsanlage des MLW Keradenta Radeberg aufgeführt.

Für 441 der insgesamt 467 Co-60-Strahlenquellen liegen im BfS Zertifikate vor. Für sieben Strahlenquellen im SC/E1 existieren keine Zertifikate, für zwei weitere gibt es in den Zertifikaten keine Aktivitätsangaben. Für 17 Strahlenquellen im SC/E2 liegen keine Zertifikate und somit keine Aktivitätsangaben vor.

Die mittlere Aktivität der in den Spezialcontainern enthaltenen Co-60-Strahlenquellen aus Brunnenbestrahlungsanlagen betrug zu Beginn ihrer Einsatzzeit entsprechend den Aktivitäts-

angaben in den Zertifikaten  $5,7 \cdot 10^{12}$  Bq. Die höchste Aktivität einer einzelnen solchen Strahlenquelle belief sich auf  $6,44 \cdot 10^{12}$  Bq.

Die Co-60-Strahlenquellen aus der Bestrahlungsanlage des MLW Keradenta Radeberg weisen lt. Zertifikaten eine Aktivität auf, die um fast eine Größenordnung über den anderen Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 7 liegt. Im Mittel betrug diese Aktivität gemäß Zertifikaten  $4,26 \cdot 10^{13}$  Bq; maximal betrug sie  $4,44 \cdot 10^{13}$  Bq. Die Herkunft der sechs „Keradenta“-Strahlenquellen ist im Konfektionierungsprotokoll der Hauptabteilung Radioaktive Präparate des ehemaligen ZfK Rossendorf gesondert erwähnt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass nur diese sechs Strahlenquellen und nicht diejenigen ohne Zertifikat eine höhere Aktivität aufweisen. Der Aufbau dieser Strahlenquellen ist analog dem der Brunnenbestrahlungsquellen (s. Abb. 2).

Tab. 3 und Tab. 4 enthalten die Nummern der Strahlenquellen, der vorliegenden Zertifikate sowie die Aktivitätsangaben der Co-60-Strahlenquellen im SC/E1 und SC/E2 gemäß Zertifikaten. Die Aktivitätsangaben sind lt. Zertifikaten mit einem Fehler von  $\pm 11\%$  behaftet.

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
1	614	36755	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
2	426	40480	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
3	276	40462	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
4	626	36680	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	28.07.73
5	476	36539	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	22.07.73
6	612	36655	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	22.07.73
7	193	41509	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
8	875	31224	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
9	437	36535	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
10	283	41333	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
11	260	41585	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
12	33	36781	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
13	871	31485	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
14	83	36783	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	06.07.73
15	170	41383	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	04.03.74
16	342	41374	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	04.03.74
17	191	41375	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
18	665	36758	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	03.07.73
19	604	36753	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73

**Tab.3:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (A - Aktivität)

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
20	637	36759	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
21	666	36762	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
22	659	36757	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73

23	697	36760	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
24	636	36754	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	03.07.73
25	922	36799	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	06.07.73
26	186	36795	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	06.07.73
27	26	36790	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	06.07.73
28	204	36786	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	06.07.73
29	183	36785	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
30	960	41382	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	04.03.74
31	452	41386	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	04.03.74
32	199	41378	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	04.03.74
33	783	18676	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
34	830	18714	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
35	745	18713	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
36	736	16639	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
37	846	16623	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
38	821	16626	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
39	797	18711	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
40	728	18710	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
41	894	18709	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
42	809	16625	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
43	890	16636	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
44	888	18707	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
45	716	16632	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
46	823	18716	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
47	744	18680	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
48	757	18674	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
49	852	18673	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
50	714	18669	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
51	717	16635	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
52	733	18656	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
53	772	18654	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
54	796	18653	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
55	808	18651	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
56	814	18650	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
57	748	18649	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
58	805	18648	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
59	883	18646	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
60	731	16620	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
61	835	16617	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
62	735	16618	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
63	347	20010	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
64	159	41385	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74

**Tab.3:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
65	175	41380	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
66	290	41388	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
67	435	41379	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74



68	181	41376	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
69	772	41507	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
70	187	41513	130	$4,81 \cdot 10^{12}$	06.03.74
71	855	20100	133	$4,92 \cdot 10^{12}$	14.06.73
72	605	36646	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.06.73
73	454	36534	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
74	643	36645	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.07.73
75	623	40557	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	20.02.74
76	664	40564	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	20.02.74
77	417	40473	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
78	330	40460	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
79	219	40466	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
80	318	40459	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
81	683	40531	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	19.02.74
82	653	40530	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	19.02.74
83	659	40483	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	18.02.74
84	675	40491	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
85	624	40487	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
86	656	40493	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
87	655	40488	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
88	208	36756	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
89	292	41728	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
90	326	41366	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
91	313	41389	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
92	163	41377	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
93	184	41390	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	04.03.74
94	412	41433	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
95	254	41587	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
96	182	41358	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
97	155	41369	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
98	527	41729	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
99	211	41596	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.04.74
100	297	41586	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
101	377	41549	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.03.74
102	200	41340	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
103	375	41550	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.03.74
104	206	41341	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
105	233	41540	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	19.03.74
106	173	41367	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	06.03.74
107	834	31500	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
108	604	31214	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
109	462	31216	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77

**Tab.3:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
110	742	31497	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
111	296	41589	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
112	246	41590	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.04.74

113	130	41364	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
114	667	31477	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
115	204	41592	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
116	239	41588	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
117	498	31502	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
118	530	41723	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	18.04.74
119	567	41334	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	19.03.74
120	168	41359	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
121	418	41399	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
122	157	41360	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
123	495	41392	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
124	228	41722	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	18.04.74
125	405	31491	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
126	797	41357	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
127	233	41724	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	19.04.74
128	452	31495	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
129	529	41725	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
130	469	41732	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	19.04.74
131	457	31494	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
132	235	41593	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.04.74
133	968	41362	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
134	289	41594	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
135	487	31498	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
136	443	41356	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
137	453	31499	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
138	245	41591	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
139	463	41398	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
140	186	41365	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
141	543	41730	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
142	231	41595	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	17.04.74
143	250	41731	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
144	395	41544	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	19.03.74
145	226	41727	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
146	431	41402	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	13.03.74
147	760	41343	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
148	167	41336	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
149	177	41339	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
150	458	31493	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
151	197	41363	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
152	207	41332	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
153	446	41429	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
154	287	41342	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74

**Tab.3:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
155	741	31222	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
156	202	41335	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	06.03.74
157	411	31492	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
158	490	31501	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
159	546	31215	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77



160	462	41726	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.04.74
161	734	31223	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
162	393	31496	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
163	201	41337	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
164	414	41431	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
165	427	41434	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
166	172	41384	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
167	406	41381	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	04.03.74
168	440	41401	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
169	447	41393	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
170	429	41403	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
171	441	41397	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
172	432	41396	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
173	404	41394	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
174	442	41400	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
175	364	41545	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.03.74
176	830	20099	133	$4,92 \cdot 10^{12}$	14.07.73
177	946	20097	133	$4,92 \cdot 10^{12}$	14.07.73
178	785	36644	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.07.73
179	414	36530	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
180	455	36531	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
181	641	36649	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.07.73
182	761	41361	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
183	646	40472	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
184	179	41338	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.03.74
185	437	41395	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
186	368	41547	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.03.74
187	404	36532	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
188	457	36533	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
189	549	40538	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	20.02.74
190	621	36653	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	22.07.73
191	409	36537	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
192	209	40468	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.02.74
193	519	36410	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.07.73
194	671	36651	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	22.07.73
195	618	36674	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	28.07.73
196	299	40465	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
197	659	36652	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
198	141	20103	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	14.07.73
199	287	40464	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.02.74

Tab.3: Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
200	678	36648	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	19.07.73
201	407	36529	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
202	905	20102	133	$4,92 \cdot 10^{12}$	14.07.73
203	950	40540	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	20.02.74
204	912	40536	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	20.02.74
205	13	40566	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	20.02.74
206	171	41506	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74

207	420	40479	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
208	435	40532	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
209	684	36650	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
210	643	40490	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
211	707	40463	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.02.74
212	487	36538	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	22.07.73
213	626	40565	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	20.02.74
214	702	40474	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
215	622	36654	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
216	870	20095	141	$5,22 \cdot 10^{12}$	14.07.73
217	859	40534	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	20.02.74
218	692	40471	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
219	310	40458	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.02.74
220	264	40477	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
221	697	40560	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	20.02.74
222	538	20101	133	$4,92 \cdot 10^{12}$	14.07.73
223	992	20098	141	$5,22 \cdot 10^{12}$	14.07.73
224	667	40492	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	18.02.74
225	497	36527	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	22.07.73
226	372	40467	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.02.74
227	316	40461	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.02.74
228	514	20008	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
229	533	41822	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
230	456	41721	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	18.04.74
231	899	16622	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76

**Tab.3:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E1 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Im SC/E1 befinden sich weiterhin 9 Co-60-Strahlenquellen, für die keine Aktivitätsangaben vorliegen. Diese Strahlenquellen sind mit folgenden Nummern gekennzeichnet:

563	641	119
451	695	770
377	766	665

lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
1	742	16634	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
2	884	37132	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	09.07.73
3	81	37128	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	09.07.73
4	862	37125	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	09.07.73
5	177	37134	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	10.07.73
6	571	41821	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
7	420	36711	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	27.07.73
8	288	15790	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
9	168	15706	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.07.71
10	574	15794	154	$5,70 \cdot 10^{12}$	13.07.71
11	977	15795	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
12	557	15789	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
13	279	15710	151	$5,59 \cdot 10^{12}$	13.07.71
14	869	15702	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.07.71
15	719	16638	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
16	164	41368	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
17	553	41823	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
18	565	81818	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	15.04.74
19	550	41819	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
20	161	15704	154	$5,70 \cdot 10^{12}$	13.07.71
21	812	15792	145	$5,37 \cdot 10^{12}$	13.07.71
22	478	21279	165	$6,11 \cdot 10^{12}$	24.09.71
23	622	15719	157	$5,81 \cdot 10^{12}$	13.07.71
24	936	37131	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	09.07.73
25	663	40475	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
26	610	36765	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	28.06.73
27	900	15791	165	$6,11 \cdot 10^{12}$	13.07.71
28	756	18647	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
29	739	18655	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
30	779	18670	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
31	791	18675	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
32	807	18678	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
33	829	18705	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
34	800	18706	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
35	874	16629	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
36	711	16628	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
37	882	16630	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
38	858	16631	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
39	408	36712	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	27.07.73
40	816	18708	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
41	813	16624	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
42	803	36715	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	27.07.73
43	712	16621	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
44	798	16633	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
45	703	16627	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76

Tab.4: Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E2 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (A - Aktivität)

lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
46	762	16616	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
47	880	18645	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	01.07.76
48	945	37124	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	09.07.73
49	582	41820	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
50	699	36775	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	03.07.73
51	682	36764	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	28.06.73
52	678	36770	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
53	677	36767	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	28.06.73
54	686	36766	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	28.06.73
55	12	36774	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	03.07.73
56	653	36773	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	03.07.73
57	144	21277	151	$5,59 \cdot 10^{12}$	23.09.71
58	594	36281	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	15.06.73
59	887	18671	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
60	820	18679	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
61	738	16619	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
62	123	37127	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	09.07.73
63	971	37130	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	09.07.73
64	264	41826	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	16.04.74
65	249	41828	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	16.04.74
66	337	21924	157	$5,81 \cdot 10^{12}$	24.09.71
67	637	15787	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
68	67	15712	162	$6,00 \cdot 10^{12}$	13.07.71
69	204	15715	171	$6,33 \cdot 10^{12}$	13.07.71
70	36	41440	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
71	38	41441	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
72	434	41439	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.03.74
73	897	18677	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
74	836	18672	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
75	852	37135	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	10.07.73
76	190	37129	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	09.07.73
77	932	37126	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	09.07.73
78	533	41822	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
79	268	41825	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	16.04.74
80	661	36708	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	27.06.73
81	227	41827	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	16.04.74
82	365	21917	157	$5,81 \cdot 10^{12}$	24.09.71
83	299	15788	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
84	104	15718	151	$5,59 \cdot 10^{12}$	13.07.71
85	935	15711	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	13.07.71
86	94	20123	141	$5,22 \cdot 10^{12}$	14.06.73
87	410	36704	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	27.06.73
88	225	28716	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
89	488	40470	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.02.74
90	51	40721	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74

**Tab.4:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E2 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
91	160	41387	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	04.03.74
92	155	15717	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.07.71
93	340	21922	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	24.09.71
94	538	41824	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
95	844	36805	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
96	940	36806	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	06.07.73
97	828	31235	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
98	729	31227	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
99	849	31231	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
100	216	28767	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
101	76	28763	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
102	185	36792	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
103	754	36249	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	12.06.73
104	198	41373	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	04.03.74
105	141	36788	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
106	39	28765	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
107	213	28760	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
108	67	28769	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
109	807	31237	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
110	778	31233	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
111	864	31230	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
112	489	31482	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
113	764	31481	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
114	441	31489	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
115	313	30999	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
116	311	31007	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
117	51	28762	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
118	425	41371	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
119	165	41370	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	04.03.74
120	250	28770	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
121	270	28766	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
122	881	31229	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
123	763	31232	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
124	474	31487	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
125	442	31488	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
126	314	31004	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
127	317	30998	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
128	270	40728	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
129	714	36339	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	13.07.73
130	707	40286	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	08.08.73
131	871	40132	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
132	741	36258	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	12.06.73
133	247	28764	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
134	482	31001	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
135	50	40719	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	26.02.74

**Tab.4:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E2 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)



lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
136	741	40289	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	08.08.73
137	914	40304	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	13.09.73
138	726	36248	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
139	594	41817	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.04.74
140	8	41444	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
141	554	36273	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.06.73
142	751	36257	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
143	739	36253	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
144	27	40715	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
145	619	36768	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	28.06.73
146	43	41442	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
147	760	36283	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.06.73
148	771	36278	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.06.73
149	765	36343	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	13.06.73
150	704	36345	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	13.06.73
151	937	40129	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
152	877	40133	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
153	864	40137	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
154	38	40301	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.09.73
155	808	40309	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	13.09.73
156	997	40716	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
157	9	41450	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	26.02.74
158	990	41451	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	26.02.74
159	581	36276	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	15.06.73
160	485	31490	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
161	228	40726	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
162	755	36254	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	12.06.73
163	719	36259	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
164	740	36256	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
165	906	40135	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
166	944	40136	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
167	867	40138	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
168	563	36350	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	15.06.73
169	776	36252	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	12.06.73
170	701	36255	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	12.06.73
171	948	40128	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
172	883	40130	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
173	893	40131	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
174	852	40134	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
175	876	40127	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	17.09.73
176	708	31236	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
177	793	31486	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
178	488	31480	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
179	460	31479	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
180	980	40729	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
181	298	28768	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77

Tab.4: Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E2 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

lfd. Nr.	Quellen-Nr.	Zertifikat-Nr.	A in Ci lt. Zertifikat	A in Bq lt. Zertifikat	Datum
182	808	31228	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
183	856	31226	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.08.77
184	418	31483	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
185	367	31002	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
186	479	31005	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
187	999	40722	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	26.02.74
188	977	40707	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	22.02.74
189	670	36423	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	19.06.73
190	42	41448	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	26.02.74
191	871	18652	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	01.07.76
192	795	36274	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	15.06.73
193	427	41447	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
194	804	40303	170	$6,29 \cdot 10^{12}$	13.09.73
195	20	40708	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	22.02.74
196	343	31006	174	$6,44 \cdot 10^{12}$	01.07.77
197	747	36250	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	12.06.73
198	995	41449	140	$5,18 \cdot 10^{12}$	26.02.74
199	176	41391	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
200	188	36789	160	$5,92 \cdot 10^{12}$	06.07.73
201	185	41372	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	04.03.74
202	106	36809	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	06.07.73
203	663	36763	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	03.07.73
204	976	41446	150	$5,55 \cdot 10^{12}$	26.02.74
205	304	35290	1100	$4,07 \cdot 10^{13}$	15.01.73
206	433	35284	1200	$4,44 \cdot 10^{13}$	16.01.73
207	499	35279	1200	$4,44 \cdot 10^{13}$	15.01.73
208	961	35285	1100	$4,07 \cdot 10^{13}$	16.01.73
209	208	30053	1200	$4,44 \cdot 10^{13}$	05.09.72
210	280	30057	1100	$4,07 \cdot 10^{13}$	05.09.72

**Tab.4:** Zusammenstellung der Angaben für die im SC/E2 befindlichen Co-60-Strahlenquellen gemäß vorliegenden Zertifikaten (Fortsetzung; A - Aktivität)

Im SC/E2 sind weitere 17 Stück Co-60-Strahlenquellen enthalten, für die keine Zertifikate vorliegen. Diese Strahlenquellen sind mit folgenden Nummern gekennzeichnet:

614	43	351
345	855	695
346	657	36
545	924	101
457	394	879
745	51	

### 3.1.2 Beladung der Spezialcontainer SC/E1 und SC/E2

Die „Konfektionierung“ (Verpackung) der Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 7 erfolgte in der Heißen Zelle des ehemaligen ZfK Rossendorf. Es wurden Konfektionierungsprotokolle ange-



fertigt, aus denen die Nummern der Strahlenquellen, die in die SC/E1 und SC/E2 eingebracht wurden sowie die dazugehörigen Zertifikatsnummern zu ersehen sind. Vor dem Einbringen in die SC wurden alle Strahlenquellen einer Dichtigkeitsprüfung unterzogen mit dem Ergebnis, dass alle dicht waren. Die Strahlenquellen wurden geordnet in jeweils fünf offenen Stahlblechdosen (h = 60 mm, Wandstärke 1mm) zu ca. 48 Stück je Dose in die Spezialcontainer eingebracht.

Im Einzelnen sind gemäß Übergabeprotokollen in den beiden Spezialcontainern Co-60-Strahlenquellen mit folgenden Gesamtaktivitäten zum Zeitpunkt der Beladung der SC enthalten:

SC/E1:	240 Stück Co-60-Strahlenquellen	$1,78 \cdot 10^{14}$ Bq (18.09.1990)
SC/E2:	227 Stück Co-60-Strahlenquellen	$1,64 \cdot 10^{14}$ Bq (25.09.1990)

Die Auswertung der vorliegenden Zertifikate und Rückschlüsse auf die Aktivitäten für die Strahlenquellen, für die keine Zertifikate vorlagen sowie Vergleichsmessungen des BfS ergaben geringfügig abweichende Aktivitäten. (Für die Co-60-Strahlenquellen, für die keine Zertifikate bzw. keine Aktivitätsangaben vorlagen, wurde jeweils ein SC-spezifischer Mittelwert für diesen Strahlenquellentyp mit einem Fehler entsprechend der Bandbreite zwischen Maximal- und Minimalwert zugrunde gelegt.) Im Gegensatz zu den Angaben im Ladegutnachweis wird für den SC/E2 eine höhere Aktivität als für den SC/E1 festgestellt. Danach ist bezogen auf den Zeitpunkt der Beladung im

SC/E1 eine Co-60-Gesamtaktivität von	$1,67 \cdot 10^{14}$ Bq und im
SC/E2 eine Co-60-Gesamtaktivität von	$1,86 \cdot 10^{14}$ Bq enthalten.

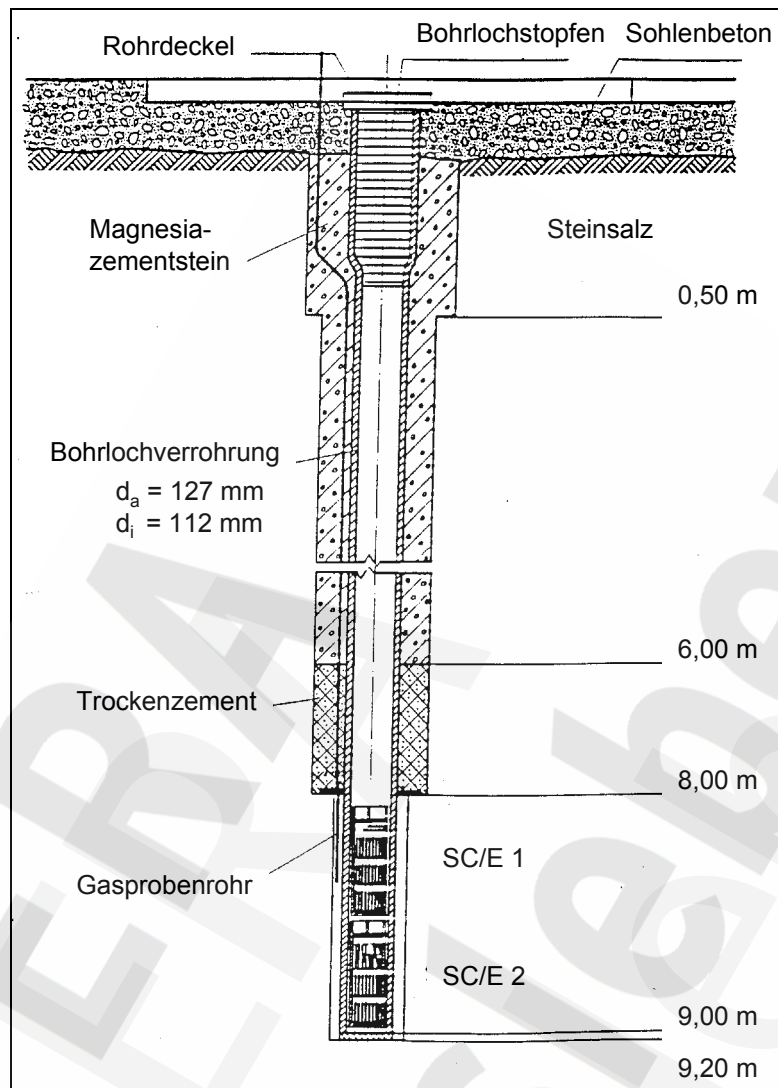
Da die aus den Zertifikaten abgeleitete Aktivität als zuverlässig anzusehen ist, wird diese im Folgenden weiter verwendet.

Am 30.06.2005 wird die Co-60-Aktivität in den beiden Spezialcontainern auf

SC/E1:	$2,4 \cdot 10^{13}$ Bq
SC/E2:	$2,7 \cdot 10^{13}$ Bq

und damit in Summe auf  $5,06 \cdot 10^{13}$  Bq abgeklungen sein.

Der Aufbau des Bohrloches A1 zum Zeitpunkt der Einlagerung und die Anordnung der beiden Spezialcontainer darin sind in Abb. 3 dargestellt.



**Abb. 3:** Aufbau des Bohrloches A1 und Anordnung der Spezialcontainer SC/E1 und SC/E2

### 3.2. Strahlenquellen und feste Abfälle im Bohrloch A2

Im UMF wurden 1985 und ab 1987 Experimente zur Einlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in Bohrlöchern durchgeführt. Im Rahmen dieser Versuche wurden fünf Spezialcontainer mit den Bezeichnungen SC 1 bis SC 5 eingelagert, die hauptsächlich Co-60-Strahlenquellen aber auch Aktivitäten von Cs-137 sowie Eu-152, Eu-154 und Eu-155 enthalten. Diese fünf SC befinden sich seit 1990 alle im Bohrloch A2. Neben den Spezialcontainern mit radioaktiven Abfällen befinden sich im Bohrloch A2 weiterhin zwei leere SC.

#### 3.2.1 Beschreibung des Inhalts der SC im Bohrloch A2

Die Aktivitätsangaben für die Inhalte der 5 Spezialcontainer wurden im Wesentlichen den Beladungsprotokollen entnommen. Diese wurden bei der Beladung der SC in der Heißen Zelle des ehemaligen ZfK Rossendorf erstellt. Bei späteren Messungen z. B. der Ortsdosisleistung

gab es bereits Hinweise, dass die Aktivitätsangaben fehlerhaft waren. Aus diesem Grunde wurden vom BfS Messungen initiiert, aus denen Rückschlüsse auf das Aktivitätsinventar in den einzelnen Spezialcontainern gezogen werden konnten [7]. In Tab. 5 werden die Angaben aus den Beladungsprotokollen und die Ergebnisse dieser Messungen gegenübergestellt. Die Messungen haben einen relativen Fehler von weniger als  $\pm 12\%$ . Zertifikate für die Strahlenquellen liegen nur in Einzelfällen vor.

Spezialcontainer	Radio-nuklid	Aktivität lt. Beladungsprotokoll zum Zeitpunkt der Beladung [Bq]	Aktivität lt. Beladungsprotokoll für 07/98 [Bq]	Korrigierte Aktivität zum Zeitpunkt der Beladung [Bq]	Korrigierte Aktivität für 07/98 [Bq]
SC 1	Co-60	$7,43 \cdot 10^{14}$	$2,03 \cdot 10^{14}$	$5,38 \cdot 10^{14}$	$1,16 \cdot 10^{14}$
SC 2	Eu-152	$7,95 \cdot 10^{13}$	$4,38 \cdot 10^{13}$	$1,36 \cdot 10^{14}$	$7,5 \cdot 10^{13}$
	Eu-154	$1,03 \cdot 10^{14}$	$4,03 \cdot 10^{13}$	$1,76 \cdot 10^{14}$	$6,9 \cdot 10^{13}$
	Eu-155	$3,97 \cdot 10^{13}$	$7,6 \cdot 10^{12}$	$6,85 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^{13}$
SC 3	Co-60	$5,41 \cdot 10^{14}$	$1,20 \cdot 10^{14}$	$4,96 \cdot 10^{14}$	$1,07 \cdot 10^{14}$
SC 4	Co-60	$5,42 \cdot 10^{14}$	$1,22 \cdot 10^{14}$	$6,73 \cdot 10^{14}$	$1,48 \cdot 10^{14}$
SC 5	Co-60	$4,32 \cdot 10^{14}$	$9,59 \cdot 10^{13}$	$3,50 \cdot 10^{14}$	$7,80 \cdot 10^{13}$
	Cs-137	$9,34 \cdot 10^{13}$	$7,17 \cdot 10^{13}$	$9,34 \cdot 10^{13}$	$7,17 \cdot 10^{13 \text{ x}}$

<sup>x)</sup> Gamma-Strahlung nicht nachweisbar; Wert aus dem Beladungsprotokoll wurde übernommen

**Tab. 5:** Aktivitätsinventar in den Spezialcontainern SC 1 bis SC 5; Angaben aus den Beladungsprotokollen und durch Messungen korrigierte Aktivitätsangaben

Bei den Inhalten der 5 Spezialcontainer handelt es sich nach den Angaben in den Beladungsprotokollen sowie unter Berücksichtigung der aufgrund der o. a. Messungen korrigierten Aktivitäten im Einzelnen um

SC 1: 14 Stück Co-60-Strahlenquellen

Gesamtaktivität:  $5,38 \cdot 10^{14}$  Bq (Stand: 02/87, Zeitpunkt der Beladung)

Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 8 und GIK 9 (russischer Hersteller) aus der Anwendung in der Teletherapie.

Die 14 Stück Co-60-Strahlenquellen wurden in einem zusätzlichen Rohr dicht umschlossen.

SC 2: 9 Stück ca. 300 mm lange Stahlstäbe gefüllt mit Europiumoxid ( $\text{Eu}_2\text{O}_3$ ) in einer Aluminium-Matrix (gesintert)

Gesamtaktivität:  $3,8 \cdot 10^{14}$  Bq (Stand: 11/86, Zeitpunkt der Beladung)

Absorbermaterial aus dem Reaktor des KKW Rheinsberg (F&E-Arbeiten)

Radionuklidspektrum:	Eu-152:	$1,36 \cdot 10^{14}$ Bq
	Eu-154:	$1,76 \cdot 10^{14}$ Bq
	Eu-155:	$6,85 \cdot 10^{13}$ Bq

Das Gesamtvolumen des gesinterten  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ -Al-Gemisches beträgt  $104 \text{ cm}^3$  (385 g). Die Dichte des gesinterten Gemisches beträgt  $3,7 \text{ g/cm}^3$ , die des  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  im Gemisch  $2,0 \pm 0,15 \text{ g/cm}^3$ . Die Radionuklide Co-60 und Mn-54 als Stahlbegleiter (Stahlstäbe) können vernachlässigt werden, da ihr Anteil nur etwa das  $10^{-3}$  fache der Aktivität der Europium-Nuklide beträgt.

SC 3: 221 Stück Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 7 (davon 216 Stück von MLW Keradenta, Radeberg)  
Gesamtaktivität:  $4,96 \cdot 10^{14}$  Bq (Stand: 01/87, Zeitpunkt der Beladung)

Die 221 Stück Co-60-Strahlenquellen wurden geordnet zu jeweils 43 bis 45 Stück in offenen Stahlblechdosen ( $\varnothing$  86 mm, h=60 mm, Blechstärke ca. 1mm) in den SC eingesetzt. Im SC stehen 5 derartige Blechdosen mit Strahlenquellen übereinander.

SC 4: feste Co-60-Abfälle aus der Strahlenquellenproduktion:  
Abfallstäbe, Strahlenquellen vom Typ GIK 5, GIK 7 und GIK 9,  
Drahtabfälle, Kanülen mit Co-60-Schnipseln  
Gesamtaktivität:  $6,73 \cdot 10^{14}$  Bq (Stand: 02/87, Zeitpunkt der Beladung)

In den SC 4 wurde ein Primärbehälter aus 2 mm Stahlblech mit verschweißtem Boden und einpressbarem Deckel eingesetzt.

SC 5: 159 Stück Co-60-Strahlenquellen vom Typ GIK 7 (russischer Hersteller),  
4 Stück Cs-137-Strahlenquellen aus der Anwendung in der Teletherapie  
Gesamtaktivität:  $4,43 \cdot 10^{14}$  Bq (Stand: 02/87, Zeitpunkt der Beladung)  
davon: Co-60:  $3,50 \cdot 10^{14}$  Bq  
Cs-137:  $9,34 \cdot 10^{13}$  Bq

Die Co-60-Strahlenquellen wurden geordnet zu jeweils 43 bis 45 Stück in offenen Stahlblechdosen (Abmessungen s. SC 3) in den SC eingesetzt. Im SC stehen 3 vollständig mit Quellen gefüllte Dosen übereinander. Die 4. Dose ist mit den restlichen Strahlenquellen verfüllt.

In der folgenden Übersicht in Tab. 6 sind die Aktivitäten der einzelnen SC zum Zeitpunkt ihrer Beladung 1986 bzw. 1987 (auf der Grundlage der Messungen korrigierte Aktivitäten) und die

unter Berücksichtigung des Abklingens errechneten Aktivitäten für den 30.06.2005 angegeben:

Nr. SC	Aktivität zum Zeitpunkt der Beladung in Bq	Aktivität am 30.06.2005 in Bq
1	$5,38 \cdot 10^{14}$	$4,78 \cdot 10^{13}$
2	$3,81 \cdot 10^{14}$	$9,64 \cdot 10^{13}$
3	$4,96 \cdot 10^{14}$	$4,38 \cdot 10^{13}$
4	$6,73 \cdot 10^{14}$	$5,98 \cdot 10^{13}$
5	$4,43 \cdot 10^{14}$	$9,24 \cdot 10^{13}$

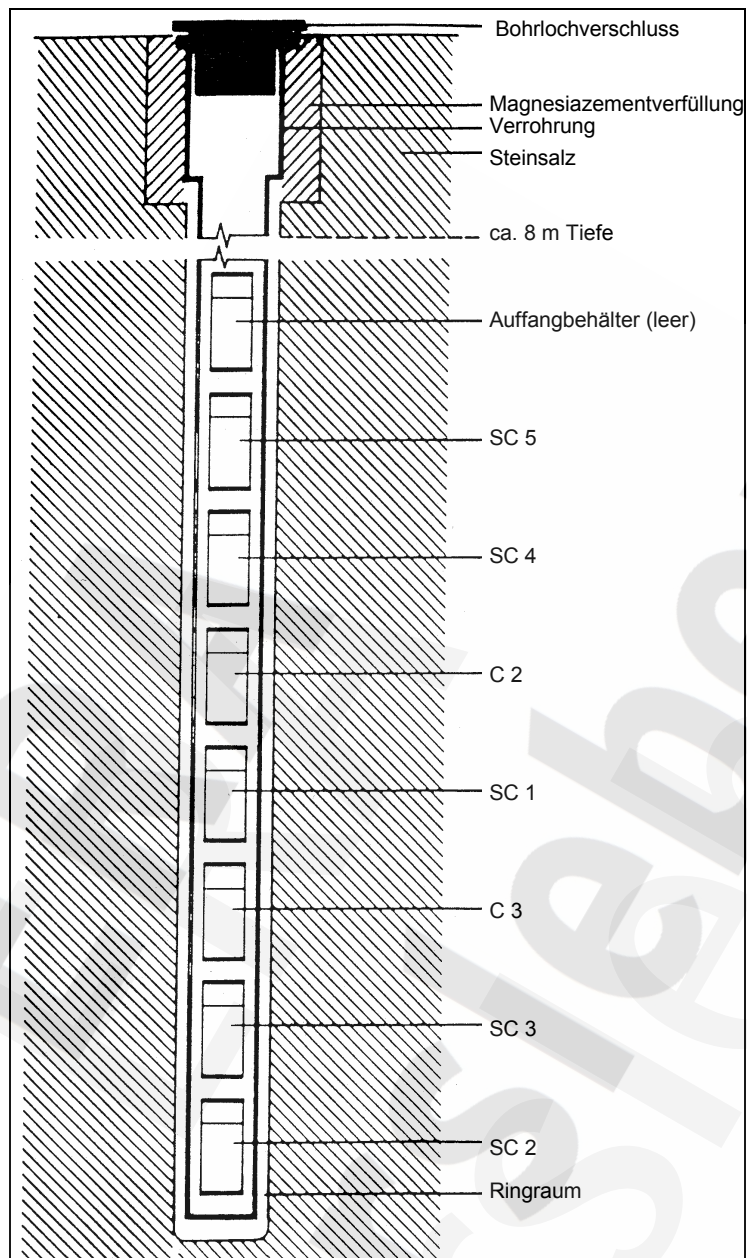
Tab. 6: Aktivitätsinventar der Spezialcontainer SC 1 bis SC 5 zum Zeitpunkt der Beladung und am 30.06.2005

Insgesamt wird am 30.06.2005 im Bohrloch A2 eine Aktivität von ca.  $3,4 \cdot 10^{14}$  Bq vorhanden sein.

Die Anordnung der Spezialcontainer im Bohrloch A2 wird in Abb. 4 dargestellt. Eingezeichnet sind sowohl die Spezialcontainer mit den radioaktiven Abfällen (SC) als auch die leeren SC.

Die Gesamtaktivität im gesamten UMF (Bohrloch A1 und A2) beträgt am 30.06.2005 ca.  $3,9 \cdot 10^{14}$  Bq.





**Abb. 4:** Anordnung der Spezialcontainer und der Werkstofftestcontainer im Bohrloch A2

### 3.2.2 Beschreibung der Strahlenquellen

Abb. 5 stellt schematisch eine russische Co-60-Strahlenquelle vom Typ GIK dar, die in den SC 1, SC 3, SC 4 und SC 5 enthalten sind. In ihrem Aufbau unterscheiden sich die verschiedenen Typen GIK-7, GIK-8 und GIK-9 nicht voneinander, jedoch in ihren Abmessungen und Aktivitäten. Die Spezifikationen für diese Strahlenquellen sind in Tab. 7 aufgelistet. Den gleichen Aufbau haben auch die Cs-137-Strahlenquellen vom Typ VI und VII, die im SC 5 enthalten sind. Ihre Daten sind ebenfalls in Tab. 7 angegeben. Das Trägermaterial (Co-60 bzw. Cs-137) befindet sich in einer doppelwandigen Kapsel aus nichtrostendem Stahl.

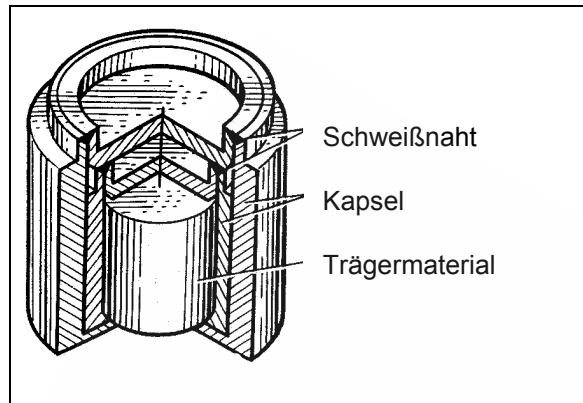


Abb. 5: Schema der russischen Co-60-Strahlenquelle vom Typ GIK und Cs-137-Strahlenquelle vom Typ VI und VII

Radionuklid	Quellentyp	Äußere Durchmesser in mm	Abmessungen Höhe in mm	Aktivität gem. Katalog in Bq (max.)
Co-60	GIK-7-1	11,0 ± 0,2	81,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	5,92 · 10 <sup>12</sup>
Co-60	GIK-7-2	11,0 ± 0,2	81,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	2,04 · 10 <sup>13</sup>
Co-60	GIK-7-3	11,0 ± 0,2	81,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	4,45 · 10 <sup>13</sup>
Co-60	GIK-7-4	11,0 ± 0,2	81,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	8,90 · 10 <sup>13</sup>
Co-60	GIK-8-1	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	22,5 ± 0,5	7,63 · 10 <sup>13</sup>
Co-60	GIK-8-2	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	22,5 ± 0,5	1,23 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-8-3	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	22,5 ± 0,5	1,52 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-8-4	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	22,5 ± 0,5	1,82 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-9-1	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	33,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,5</sub>	1,62 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-9-2	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	33,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,5</sub>	1,88 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-9-3	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	33,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,5</sub>	2,42 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-9-4	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	33,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,5</sub>	2,9 · 10 <sup>14</sup>
Co-60	GIK-9-5	23,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	33,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,5</sub>	3,23 · 10 <sup>14</sup>
Cs-137	Typ VI	35,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	48,0 - 2,0	3,08 · 10 <sup>13</sup>
Cs-137	Typ VI	35,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	48,0 - 2,0	6,20 · 10 <sup>13</sup>
Cs-137	Typ VI	35,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	48,0 - 2,0	9,35 · 10 <sup>13</sup>
Cs-137	Typ VII	38,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	49,0 - 2,0	9,35 · 10 <sup>13</sup>
Cs-137	Typ VII	38,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	49,0 - 2,0	1,20 · 10 <sup>14</sup>

Tab. 7: Spezifikationen der in den SC 1 bis SC 5 im Bohrloch A2 enthaltenen Strahlenquellen [8], [9]



### 3.3 Eigenschaften der Trägermaterialien

#### 3.3.1 Co-60

Das radioaktive Material der russischen Strahlenquellen vom Typ GIK ist in den Strahlenquellen in Form von Drähten, Nadeln, Zylindern, Scheiben, Pellets oder Spänen eingebracht. Dabei können auch mehrere Kobaltteile enthalten sein. Generell wurde das metallische Ausgangsmaterial mit Neutronen bestrahlt, bevor es zu Strahlenquellen verarbeitet wurde. Zur Stabilisierung z. B. der eingesetzten Kobaltdrähte wurde das Ausgangsmaterial z. T. elektrolytisch mit Nickel beschichtet. Dieses Vorgehen wurde vom russischen Hersteller für GIK-Quellen angewandt. Das für die Strahlenquellenproduktion eingesetzte metallische Kobalt war chemisch sehr rein. Im Herstellungsprozess von metallischem Kobalt wurden die enthaltenen vergesellschafteten Metalle Nickel, Mangan und Eisen sowie Arsen abgetrennt, so dass danach höchstens noch Spuren enthalten waren. Zur Herstellung von Co-60 wird das stabile Co-59 im Reaktor bestrahlt. Es bildet sich dabei im Wesentlichen nur das Aktivierungsprodukt Co-60. Daneben könnten sich aus Restverunreinigungen oder der Nickelschicht lediglich Ni-60 bzw. Ni-61 bilden, die jedoch beide stabil sind. Eine Bildung von langlebigen Radionukliden wird nicht erwartet. Bei der Aufarbeitung von Co-60-„Brunnenquellen“ aus den neuen Bundesländern wurden in den Spektren derartiger Strahlenquellen keine Auffälligkeiten festgestellt, die auf enthaltene Verunreinigungen hindeuten.

#### 3.3.2 Cs-137

Das in den im Bohrloch A 2 eingelagerten Strahlenquellen eingesetzte radioaktive Cs-137 entsteht als Nebenprodukt (Zerfallsprodukt) im Reaktor. Das Cäsium liegt meist als Salz (z. B. Nitrat) vor, das dann zur Quellenherstellung vom russischen Hersteller in Edelstahlkapseln eingebracht wurde.

Im Cäsium sind einige Verunreinigungen enthalten. Auf einem Zertifikat für typisches Ausgangsmaterial, das im Reaktor angefallen ist, wurden folgende weitere radioaktive Bestandteile aufgeführt (s. Anl. 7):

Cs-134:	< 0,1 %
Ru-106/Rh-106:	< 1 %
andere:	< 0,5 %

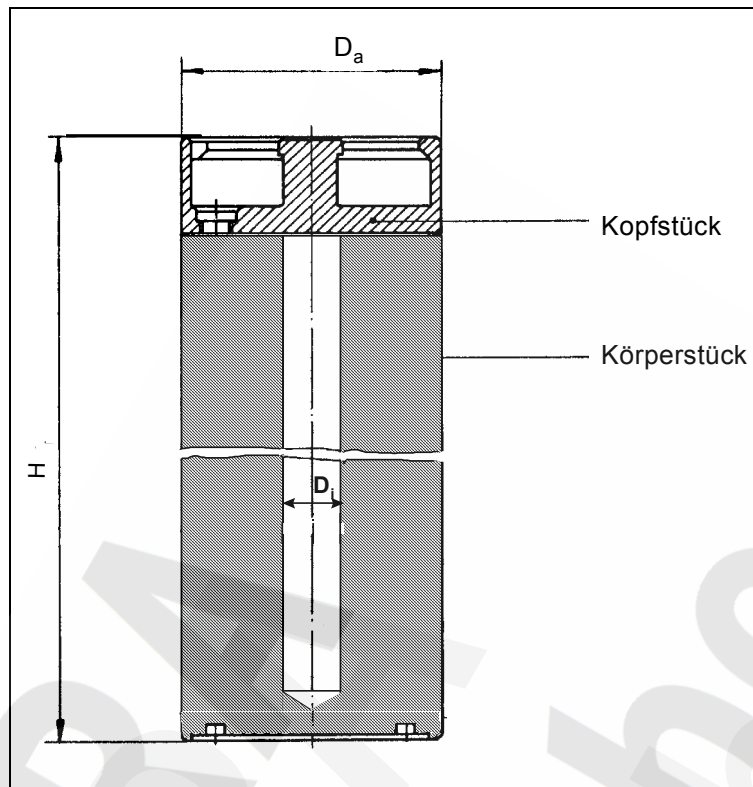
Im Katalog für russische Strahlenquellen [9] wurde für Cs-137-Strahlenquellen höherer Aktivität ein Anteil von Cs-134 von bis zu 7 % der Aktivität des Cs-137 angegeben.

### 3.4 Beschreibung der Spezialcontainer (SC)

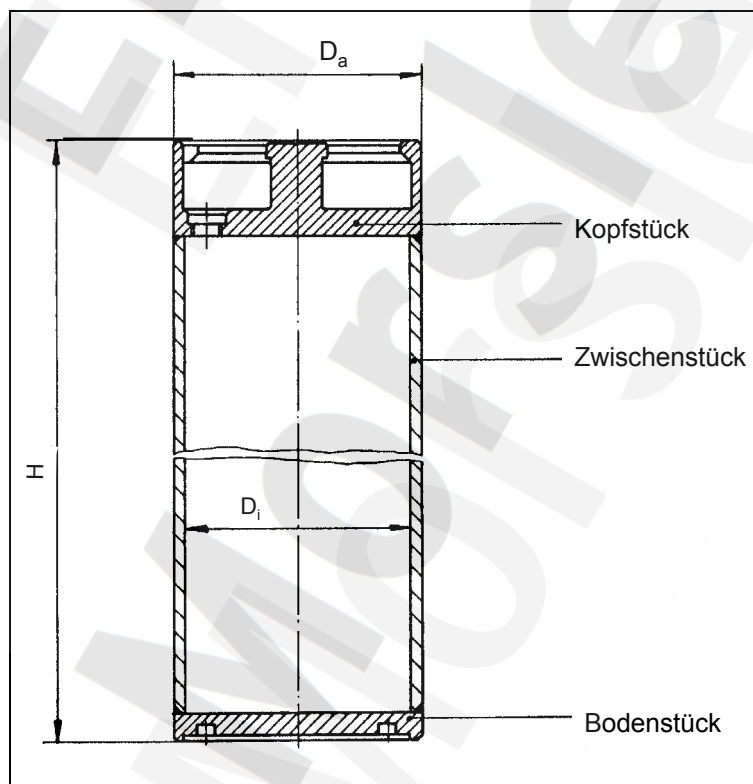
Tab. 8 gibt einen Überblick über die Abmessungen der im UMF zwischengelagerten SC. In ihren Außenabmessungen unterscheiden sich die Spezialcontainer nicht voneinander. Der SC 1 unterscheidet sich bei den Innenabmessungen von den übrigen SC. Der Innenraum ist kleiner, d. h. die Wandstärke ist wesentlich stärker. Schematisch sind die SC in den Abb. 6 und 7 dargestellt.

	SC/E1 u. SC/E2	SC1	SC2 bis SC5
Höhe [mm] H	530	530	530
Außendurchmesser [mm] $D_a$	108	108	108
Innendurchmesser [mm] $D_i$	ca. 93	30	88

Tab. 8: Abmessungen der Spezialcontainer



**Abb. 6:** Schematische Darstellung des SC 1



**Abb. 7:** Schematische Darstellung der Spezialcontainer  
SC 2 bis SC 5

#### 4. Zusammenfassung

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) werden radioaktive Abfälle zwischengelagert, für die es im Rahmen der Dauerbetriebsgenehmigung vom 22.04.1986 keine genehmigten Technologien zur Endlagerung gab. Es handelt sich bei diesen Abfällen um Radium-Abfälle in einem 200-l-Fass sowie um in Spezialcontainer verpackte Strahlenquellen höherer Aktivität. Die Abfälle sollen nach Abschluss des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung im ERAM endgelagert werden. In der nachfolgenden Tab. 8 sind die endzulagernden Aktivitäten radionuklidspezifisch zusammengefasst. Aufgeführt sind die Aktivitäten zum Zeitpunkt der Beladung der Spezialcontainer sowie die errechnete Aktivität am 30.06.2005. Die Aktivitätsangaben entstammen überwiegend Unterlagen, die im ehemaligen SAAS sowie im ERAM zu diesen Abfällen vorlagen. Zur Überprüfung der vorliegenden Angaben wurden Messungen seitens des BfS durchgeführt und die Aktivitätsangaben je nach Erfordernis korrigiert, wobei der Fehler dieser Korrektur bis zu 12 % beträgt.

Lfd. Nr.	SC-Nr.	Radionuklid	Halbwertszeit	Aktivität zum Zeitpunkt der Beladung in Bq	Aktivität am 30.06.2005 in Bq
1	SC 1	Co-60	5,27 a	$5,38 \cdot 10^{14}$	$4,78 \cdot 10^{13}$
2	SC 2	Eu-152	13,51 a	$1,36 \cdot 10^{14}$	$5,24 \cdot 10^{13}$
		Eu-154	8,59 a	$1,76 \cdot 10^{14}$	$3,92 \cdot 10^{13}$
		Eu-155	4,85 a	$6,85 \cdot 10^{13}$	$4,78 \cdot 10^{12}$
3	SC 3	Co-60	5,27 a	$4,96 \cdot 10^{14}$	$4,38 \cdot 10^{13}$
4	SC 4	Co-60	5,27 a	$6,73 \cdot 10^{14}$	$5,98 \cdot 10^{13}$
5	SC 5	Co-60,	5,27 a	$3,50 \cdot 10^{14}$	$3,11 \cdot 10^{13}$
		Cs-137	30,17 a	$9,34 \cdot 10^{13}$	$6,13 \cdot 10^{13}$
6	SC/E1	Co-60	5,27 a	$1,67 \cdot 10^{14}$	$2,4 \cdot 10^{13}$
7	SC/E2	Co-60	5,27 a	$1,86 \cdot 10^{14}$	$2,7 \cdot 10^{13}$
8	Radium-Fass	Ra-226	1600 a	$3,7 \cdot 10^{11}$	$3,7 \cdot 10^{11}$

Tab. 8: Zusammenfassende Darstellung der zwischengelagerten radioaktiven Abfälle in den Spezialcontainern im UMF sowie im Radiumfass

Insgesamt ist im ERAM bezogen auf den 30.06.2005 eine Aktivität von ca.  $3,9 \cdot 10^{14}$  Bq zwischengelagert. Davon entfallen ca.  $3,7 \cdot 10^{11}$  Bq auf das langlebige Radionuklid Ra-226.

## Quellenverzeichnis

- [1] Ladegutnachweis für die Überführung von Strahlenquellen aus dem SAAS Lohmen in das ERA Morsleben
- [2] Überführung von Strahlenquellen aus dem SAAS Lohmen in das ERA Morsleben, SAAS-FS Nr. 128 vom 21.11.1983
- [3] SAAS-Schreiben schn-ru vom 3. Juni 1983 an Isocommerz GmbH
- [4] Schreiben des SAAS an das ERAM we-sc vom 07.05.1986, Zwischenlagerung von Radioaktiven Abfällen
- [5] V8-Bericht KKW/FD vom 27.02.1986 „Vorbereitung der Endlagerung von radioaktiven Abfällen hoher Aktivität im Untertage-Messfeld des Endlagers“, S. 14
- [6] Katalog Transporttechnologische Ausrüstungen, Radioaktive Stoffe, Brennstoffinstitut Freiberg, 1983
- [7] Untersuchungen zur Verifizierung der Aktivität des Radionuklidinventars der Spezialcontainer im Untertagemessfeld (UMF) des Endlagers Morsleben, ET-IB-103, V. Kunze, Salzgitter, Dezember 1998
- [8] Technabexport, Istotschniki alfa-, beta-,gamma- i neitronnovo izlutscheni, Katalog, Moskva (Übersetzung des Titels: Strahlenquellen mit Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlern)
- [9] Vsjesojusnoje objedinenije „Izotop“, Istotschniki alfa-, beta-,gamma- i neitronnovo izlutscheni, Katalog, Moskva 1973 (Übersetzung des Titels: Strahlenquellen mit Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlern)

## Anlagenverzeichnis

### Seitenanzahl

Anlage 1:	Aufbau einer tschechischen Radium-Strahlenquelle	1
Anlage 2:	Zusammenstellung von einigen aus den Kliniken der ehemaligen DDR „eingesammelten“ Radium-Quellen	10
Anlage 3:	Zertifikat einer Radium-Nadel (Beispiel)	1
Anlage 4:	Muster eines Prüfscheins für ein Radium-Präparat (Beispiel)	1
Anlage 5:	Zertifikat einer Co-60-Strahlenquelle aus Brunnenbestrahlungsanlagen	1
Anlage 6:	Zertifikat einer Co-60-Strahlenquelle aus einer Bestrahlungsanlage des MLW Keradenta Radeberg	1
Anlage 7:	Zertifikat für Cs-137 als Ausgangsmaterial für eine Strahlenquelle aus einer Teletherapieeinrichtung	2

# RM

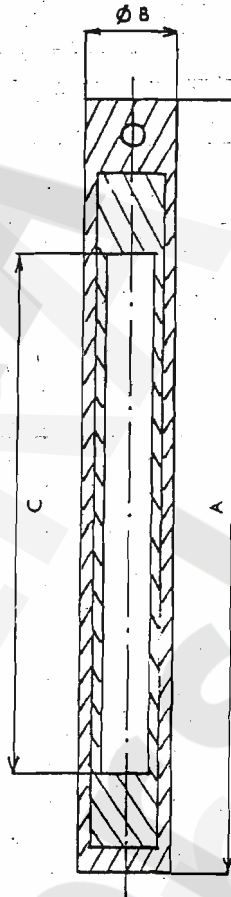
## Clinical Radiation Sources with $^{226}\text{Ra}$

Radium needles and tubes are used for intratumoral and intracavitary cancer therapy.

The listed set of needles and tubes has been chosen to enable the direct use of the so-called Manchester dosimetric system tables for dose calculations in all irradiation techniques. Due to the large half-life of  $^{226}\text{Ra}$  the activity of which decreases yearly only by 0.04 %, these sources can be considered as constant activity sources. The sources are prepared by filling the  $\text{RaSO}_4 + \text{BaSO}_4$  mixture into cylindrical cells. The cell is soldered with gold solder and after leak test mounted in a needle or tubeshaped capsule which is then soldered, too. The finished source must meet the requirements of the leak and surface contamination tests. The capsule is of 90 % Pt and 10 % Ir alloy. The total wall thickness of the source is 0.5 mm (0.2 mm for the inner cell and 0.3 mm for the outer capsule). The lower end of needles has a pointed tip, the tubes have flat ends.

The  $^{226}\text{Ra}$  content may differ from the nominal value by  $\pm 20\%$ . Demands for a precision of  $\pm 10\%$  must be announced in advance by the customer.

The prototype of the source was submitted to mechanical and thermal resistance tests and meets the requirements of ISO C-65344 classification.



TUBES

Clinical radiation sources with $^{226}\text{Ra}$				
Code	Nominal content of $^{226}\text{Ra}$ [mg]	Source dimensions [mm]		
		A	B	C
RMJ 1	1	15.5	1.65	5
RMJ 2	1	25.5	1.65	15
RMJ 3	1.5	35.5	1.65	22.5
RMJ 4	2	43.0	1.65	30
RMJ 5	3	60.5	1.65	45
RMJ 6	1	43.0	1.65	30
RMJ 7	1.5	60.5	1.65	45
RMT 8	5	13.5	2.25	7
RMT 9	10	20.5	2.25	14
RMT 10	20	20.5	2.65	14

The total activity of the set is 800 mg  $^{226}\text{Ra}$ .

On customers special request, sets with other quantities of the individual types are supplied. Special requirements as to the technical parameters must be discussed with the producer in advance.

The standard oncological set contains:

Code	Needles							Tubes		
	RMJ 1	RMJ 2	RMJ 3	RMJ 4	RMJ 5	RMJ 6	RMJ 7	RMT 8	RMT 9	RMT 10
Number	20	30	30	50	30	40	30	20	19	7
Total activity [mg $^{226}\text{Ra}$ ]	20	30	45	100	90	40	45	100	190	140
Total	Appliances							230		
	Activity [mg $^{226}\text{Ra}$ ]							370		
								46		
								430		



**Zusammenstellung von einigen aus den Kliniken der ehemaligen DDR „eingesammelten“ Radium-Quellen**

**Anlage 2**

Institution: Bezirkskrankenhaus Potsdam, Röntgen- und Radiuminstitut  
Blatt: 1

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfug.
L 326	2	x			27,5	0,4 Pt-Ir				
L 371	2	x			"	"				
L 198	"	x			"	"				
L 203	"	x			"	"				
L 320	"	x			"	"				
L 170	"	x			"	"				
L 388	"	x			"	"				
L 209	"	x			"	"				
L 187	"	x			"	"				
L 253	2 mg	x			27,5	0,4 Pt-Ir				
L 358	"	x			"	"				
L 182	"	x			"	"				
L 227	"	x			"	"				
L 364	"	x			"	"				
L 230	"	x			"	"				
L 321	"	x			"	"				
L 181	"	x			"	"				
L 306	"	x			"	"				
BR 1277	"	x			"	"				
BR 1275	2	x			27,5	0,4 Pt-Ir				

Nadeln aus der  
Charite,  
Prüfprotokolle  
liegen nicht vor,  
November 1962

Institution: Bezirkskrankenhaus Potsdam, Röntgen- und Radiuminstitut  
Blatt: 2

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
II-04	9,52	x			15/2	0,3 Pt		DAdW 464/23.07.57	April 57/Buch	
2076	10,43	x			"	"		DAdW 390/08.01.57	Okt. 56/Buch	
2068	10,13	x			"	"		DAdW 389/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 42	10,0	x			"	"		1188/01.08.64 Mai 64/Buch		
BR 38	10,14	x			"	"		DAdW 387/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 37	10,12	x			15/2	0,3 Pt		DAdW 386/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 36	10,03	x			15/2	0,3 Pt		DAdW 385/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 34	10,25	x			"	"		DAdW 369/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 35	10,11	x			"	"		DAdW 370/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 39	10,18	x			"	"		DAdW 371/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 40	10,17	x			"	"		DAdW 372/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 41	10,16	x			"	"		DAdW 373/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 43	10,12	x			"	"		DAdW 374/01.10.56	Sept. 56/Buch	
Radiogen 2066	9,98	x			15/2	0,3 Pt		DAdW 375/01.10.56	Sept. 56/Buch	
3028	5,07	x			8/1,5	Pt (?)		DAdW 394/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 9	5,24	x			"	Pt (?)		DAdW 393/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 7	5,17	x			"	Pt (?)		DAdW 392/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 6	5,23	x			"	Pt (?)		DAdW 391/08.01.57	Okt. 56/Buch	
BR 8	5,17	x			"	0,3 Pt		DAdW 376/01.10.56	Sept. 56/Buch	

Institution: Bezirkskrankenhaus Potsdam, Röntgen- und Radiuminstitut

Blatt: 3

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
BR 14	5,10	x			8/1,5	0,3 Pt		DAdW 377/01.10.56	Sept. 56/Buch	
BR 15	5,20	x			8/1,5	0,3 Pt		DAdW 378/01.10.56	Sept. 56/Buch	
Radiogen 3029	5,16	x			8/1,5	0,3 Pt		DAdW 379/01.10.56	Sept. 56/Buch	
56 KE	2,01	x			11,5/1	Pt (?)		DAdW 399/08.01.57	Okt. 56/Buch	
56 KD	2,04	x			"	"		DAdW 398/08.01.57	Okt. 56/Buch	
56 KC	2,06	x			"	"		DAdW 397/08.01.57	Okt. 56/Buch	
56 KB	2,07	x			"	"		DAdW 396/08.01.57	Okt. 56/Buch	
56 KA	2,05	x			"	"		DAdW 395/08.01.57	Okt. 56/Buch	
56 JA	2,07	x			"	"		DAdW 380/01.10.56	Sept. 56/Buch	
56 JB	2,11	x			"	"		DAdW 381/01.10.56	Sept. 56/Buch	
56 JC	2,07	x			"	"		DAdW 382/01.10.56	Sept. 56/Buch	
56 JD	2,01	x			"	"		DAdW 383/01.10.56	Sept. 56/Buch	
56 JE	2,07	x			"11,5/1	Pt		DAdW 384/01.10.56	Sept. 56/Buch	

Institution: Medizinische Akademie, Frauenklinik Magdeburg

Blatt: 1

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
BR 842	10,06	x			15/2	0,3 Pt-Ir	Buchler	1354/20.11.51	Nov. 51/Buchler	keine Dichtigkeits- prüfungen
BR 1318	10,18	x			"	"	"	1318/Aug. 51	Mai 51/Buchler	"
BR 880	9,99	x			"	"	"	1370/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 893	10,15	x			"	"	"	1389/30.11.51	Nov. 51/Buchler	"
BR 838	10,16	x			"	"	"	1316/Aug. 51	Mai 51/Buchler	"
BR 887	9,95	x			"	"	"	1377/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 1989	10,08	x			"	"	"	1914/17.03.54	März 54/Buchler	"
BR 1982	10,16	x			"	"	"	1907/17.03.54	März 54/Buchler	"
BR 1790	9,81	x			"	"	"	1688/14.12.53	Dez. 53/Buchler	"
BR 1979	9,98	x			"	"	"	1904/17.03.54	März 54/Buchler	"
BR 1910	10,07	x			"	"	"	1910/17.03.54	März 54/Buchler	"
BR 1992	9,99	x			"	"	"	1917/17.03.54	März 54/Buchler	"
PKM 473	"	x			"	"	"	1428/30.11.51	Nov. 51/Buchler	"
BR 947.	10,15	x			"	"	"	1411/30.11.51	Nov. 51/Buchler	"
BR 882	9,94	x			"	"	"	1372/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 949	10,13	x			"	"	"	1413/30.11.51	Nov. 51/Buchler	"
BR 871	9,90	x			"	"	"	1362/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 881	9,99	x			"	"	"	1371/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 876	9,96	x			"	"	"	1367/20.11.51	Okt. 51/Buchler	"
BR 891	10,17	x			"	"	"	1387/30.11.51	Nov. 51/Buchler	"

Institution: Medizinische Akademie, Frauenklinik Magdeburg

Blatt: 2

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
L 459	3,34	x			27,7/1,65	0,4 Pt-Ir	Gorup	4360/11.12.54	Nov. 54/Gorup	keine Dichtigkeits- prüfungen
L 460	3,37	x			"	"	"	4361/11.12.54	"	"
L 461	3,30	x			"	"	"	4362/11.12.54	"	"
L 463	3,34	x			"	"	"	4364/11.12.54	"	"
L 465	3,32	x			"	"	"	4366/11.12.54	"	"
L 477	3,30	x			"	"	"	4378/11.12.54	"	"
L 487	3,28	x			"	"	"	4388/11.12.54	"	"
L 498	3,39	x			"	"	"	4390/11.12.54	"	"
L 444	3,18	x			"	"	"	4345/11.12.54	"	"
L 449	3,26	x			"	"	"	4351/11.12.54	"	"
L 450	3,26	x			"	"	"	4352/11.12.54	"	"
L 451	3,35	x			"	"	"	4359/11.12.54	"	"
L 454	3,26	x			"	"	"	4355/11.12.54	"	"
L 456	3,37	x			"	"	"	4357/11.12.54	"	"
L 441	3,37	x			"	"	"	4342/11.12.54	"	"

Institution: Bezirkskrankenhaus Brandenburg

Blatt: 1

Ra-Quelle	A	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtli. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
BR 1960	10,13	x			15/2	0,3 Pt-Ir	Buchler	1883/12.03.54	Febr. 54/Buchler	21.02.65/ 15.09.64
BR 1961	10,15	x			"	"	"	1884/12.03.54	Febr. 54/Buchler	25.05.54/ 27.01.64
BR 1974	10,10	x			"	"	"	1899/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1975	10,08	x			"	"	"	1900/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1978	10,05	x			"	"	"	1903/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1983	10,05	x			"	"	"	1908/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1986	10,07	x			"	"	"	1911/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1990	10,03	x			"	"	"	1915/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1961	10,07	x			"	"	"	1916/17.03.54	März 54/Buchler	
BR 1993	9,98	x			15/2	0,3 Pt-Ir	Buchler	1918/17.03.54	März 54/Buchler	
15 Stck.	3,3	x			10/1,5					



Institution. Frierich-Schiller-Universität Jena, Radiologische Klinik

Blatt: 1

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
Rg 1746	1,04	x			10	0,4 Pt-Ir	Buchler	1628/1953	1953/Buchler	keine Angaben
Rg 1743	1,01	x			10	"	"	1619/1953	"	"
Rg 1741	1,02	x			10	"	"	1615/1953	"	"
Rg 1737	0,96	x			10	"	"	1627/1953	"	"
Rg 1735	1,03	x			10	"	"	1612/1953	"	"
Rg 1734	1,01	x			10	"	"	1614/1953	"	"
Rg 1731	1,02	x			10	"	"	1604/1953	"	"
Rg 1728	0,96	x			10	"	"	1603/1953	"	"
Rg 1726	0,96	x			10	"	"	1626/1953	"	"
Rg 1725	1,01	x			10	"	"	1599/1953	"	"
Rg 1724	0,88	x			10	"	"	1609/1953	"	"
Rg 1723	1,02	x			10	"	"	1600/1953	"	"
Rg 1718	1,01	x			10	"	"	1606/1953	"	"
Rg 1717	1,01	x			10	"	"	1602/1953	"	"
Rg 1714	1,03	x			10	"	"	1607/1953	"	"
BR 1899	2,01	x			16,2	"	"	1772/1953	"	"
BR 1897	2,02	x			16,2	"	"	1770/1953	"	"
BR 1891	2,02	x			16,2	"	"	1764/1953	"	"
BR 1890	2,09	x			16,2	"	"	1763/1953	"	"

Institution. Frierich-Schiller-Universität Jena, Radiologische Klinik

Blatt: 2

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
BR 1887	2,03	x			16,2	0,4 Pt-Ir	Buchler	1760/1953	1953/Buchler	keine Angaben
BR 1886	2,03	x			16,2	"	"	1759/1953	"	"
BR 1868	2,05	x			16,2	"	"	1742/1953	"	"
BR 1425	2,01	x			16,2	"	"	1713/1953	"	"
BR 1410	1,93	x			16,2	"	"	1699/1953	"	"
BR 794	2,10	x			16,2	"	"	1781/1953	"	"
1980	2,04	x				0,5 Pt-Ir	Auer	Ra 1572/1941	Inst.f. Str.f.Bln.	keine Angaben
1981	2,08	x				"	"	"	"	"
1982	2,01	x				"	"	"	"	"
1983	2,04	x				"	"	"	"	"
1984	2,19	x				"	"	"	"	"
1975	2,13	x				0,5 Pt-Ir	Auer	Ra 1571/1941	Inst.f. Str.f.Bln.	keine Angaben
1976	2,07	x				"	"	"	"	"
1977	1,90	x				"	"	"	"	"
1978	1,91	x				"	"	"	"	"
1979	1,76	x				"	"	"	"	"

Institution. Frierich-Schiller-Universität Jena, Radiologische Klinik

Blatt: 3

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfg.
1970	1,98	x				0,5 Pt-Ir	Auer	Ra 1570/1941	Inst.f. Str.f.Bln.	keine Angaben
1971	1,82	x				"	"	"	"	"
1972	2,38	x				"	"	"	"	"
1973	1,78	x				"	"	"	"	"
1974	2,03	x				"	"	"	"	"
1963	1,91	x				0,5 Pt-Ir	Auer	Ra 1569/1941	Inst.f. Str.f.Bln.	keine Angaben
1966	1,81	x				"	"	"	"	"
1967	2,05	x				"	"	"	"	"
1968	1,85	x				"	"	"	"	"
1969 nicht vorh.	1,96	x				"	"	"	"	am 26.2.53 an TPI
L 757	9,52	x			10	0,3 Pt-Ir	Gorup	2441/1953	1953/Gorup	keine Angabe
L 750	10,22	x			10	"	"	2434/1953	"	"
L 766	10,27	x			10	"	"	2450/1953	"	"
L 765	10,48	x			10	"	"	2449/1953	"	"
L 764	10,16	x			10	"	"	2448/1953	"	in Bln.-Buch
nicht vorh.										

Institution: Frierich-Schiller-Universität Jena, Radiologische Klinik

Blatt: 4

Ra-Quelle Nr.	A mCi	Zelle	Nadel	Sonsti- ge	Abmes- sungen mm	Filterung	Hersteller	Prüfschein Nr. u. Datum	letzte amtl. Prüfung im...am	Datum d. letzten 4 aktenkundig. Dicht.prüfug.
1964	9,43	x				1,0 Pt-Ir	Auer	Ra 1566/1941	1941/Inst.f.Str.f.Bln.	
1963	9,86	x				"	"	Ra 1565/1941	"	
1962	10,20	x				"	"	Ra 1564/1941	"	
1961	10,29	x				"	"	Ra 1563/1941	"	
1960	9,90	x				"	"	Ra 1562/1941	"	
1959	9,91	x				"	"	Ra 1561/1941	"	
1652	10,39	x				"	"	Ra 1371/1939	1939/Inst.f.Str.f.Bln.	
1651	10,43	x				"	"	Ra 1370/1939	"	
1650	10,28	x				"	"	Ra 1369/1939	"	
1649	10,45	x				"	"	Ra 1368/1939	"	
1648	10,49	x				"	"	Ra 1367/1939	"	
1661	8,78	x				"	"	Ra 1384/1939	"	
1660	4,94	x				"	"	Ra 1379/1939	"	
1659	4,63	x				"	"	Ra 1378/1939	"	
1658	5,13	x				"	"	Ra 1377/1939	"	
1657	4,76	x				"	"	Ra 1376/1939	"	
1656	4,92	x				"	"	Ra 1375/1939	"	
1633	4,33	x				"	"	Ra 1374/1939	"	
1654	5,02	x				"	"	Ra 1373/1939	"	
1653	4,88	x				"	"	Ra 1372/1939	"	

Abschrift eines Zertifikats der CSSR-Lieferung an die Universitäts-  
frauenklinik Rostock, Lieferjahr 1964

---

Institute for Research, Production and Uses of Radioisotope

Pragust, Pristavni 24, Phone: 70320

Szechoslovak Socialist Republic

---

CERTIFICATE OF SEALED RADIOACTIVE SOURCE

Nr. 3092 - 3 -64

1. Radioisotope: Ra 226
2. Chemical form:  $\text{RaSO}_4$
3. Activity: 20,31 mg Ra 226 el. to the date: 19.6.1964
4. Specification: Tube
5. Production number and mark: CS 644
6. Sealing technique for radioactive source: Au-sealed
8. Dimensions of the sheath of source:  
Dia = 2,65 mm, length = 20,5 mm
9. Material and total screenage: Pt + 10% Ir total 0,5 mm  
(cell 0,2 mm, sheath = 0,3 mm)
10. Dimensions and placing of radioactive material cell:  
active dia = 1,6 mm, active length = 14 mm
11. Results of leakage and surface contamination test;  
the leakage and surface contamination testing with negative  
results (i. e. found leakproof and decontaminated) has been done  
on 18.6.64
12. Certificate validity period: 3 years
13. Note: in handling do not apply flame,  
weight of salt: 42 mg
14. Consigned to: Zentraldepot für Pharmazie  
Medizintechnik, Berlin C 2  
Neue Grünstr. 17/18  
Berlin, DDR

Pragua 30.6.1964

Stempel

Unterschrift





## ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ „ИЗОТОП“

С Е Р Т И Ф И К А Т № 4I446

о качестве

Выдан 21 марта 1974 г.

Наименование: источник гамма-излучения с изотопом кобальт-60.

типа VII № 976Заказ-наряд № 54/2-I05-4005

Страна назначения \_\_\_\_\_

Получатель \_\_\_\_\_

Маркировка по заказу-наряду \_\_\_\_\_

## Х А Р А К Т Е Р И С Т И К А

1. Мощность экспозиционной дозы, создаваемая источником на расстоянии 1 м в „свободной геометрии“ с боковой поверхности, рентген/сек.  $5,3 \cdot 10^{-2}$
2. Погрешность измерения мощности экспозиционной дозы, %, не хуже  $\pm 10$ .
3. Дата измерения 26 февраля 1974 г.
4. Активность источника, кюри: I50
5. Погрешность определения активности, %, не хуже  $\pm 11$ .
6. Габарит источника, мм:  $\varnothing 11 \pm 0,2$  Н  $80,5 \pm 1$ .
7. Толщина стенок наружной ампулы, мм: боковой  $1 \pm 0,3$  дна  $1 \pm 0,3$ .
8. Материал ампулы: сталь марки X18H10T по ГОСТ 5632-61.
9. Количество оболочек: две.
10. Энергетическая характеристика гамма-излучения источника:  
Относительное количество квантов рассеянного излучения с энергией до 1,17 мэв составляет: от 10 до 15%.
11. Поверхностная загрязненность источника радиоактивными веществами, микрокюри. не б. ег:  
а) при определении методом снятия мазка  $5 \cdot 10^{-3}$ ;  
б) при определении методом кислотной вытяжки (экстракта)  $5 \cdot 10^{-2}$ .
12. Дата изготовления источника 14 марта 1974 г.
13. Источник загружен в контейнер типа КТБ-26-12 № I22 яч. 10.

Указанный в настоящем сертификате источник соответствует по качеству действующим в СССР техническим условиям и требованиям заказа-наряда.



Дополнительные сведения см. на обороте.

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ „ИЗОТОП“

## СЕРТИФИКАТ № 35290

о качестве

Выдан 24 января 1973 г.

Наименование: источник гамма-излучения с изотопом кобальт-60

типа VII № 304Заказ-наряд № 54/2-105-3001

Страна назначения \_\_\_\_\_

Получатель \_\_\_\_\_

Маркировка по заказу-наряду 3I64/2I82/2449I/2I20I/72

## ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Мощность экспозиционной дозы, создаваемая источником на расстоянии 1 м в „свободной геометрии“ с боковой поверхности, рентген/сек.:  $3,8 \cdot 10^{-1}$
2. Погрешность измерения мощности экспозиционной дозы, %, не хуже  $\pm 10$ .
3. Дата измерения 15 января 1973 г.
4. Активность источника, кюри: 1100
5. Погрешность определения активности, %, не хуже  $\pm 11$ .
6. Габарит источника, мм:  $\varnothing 11 \pm 0,2$  Н  $80,5 \pm 1$ .
7. Толщина стенок наружной ампулы, мм: боковой  $1 \pm 0,3$  дна  $1 \pm 0,3$ .
8. Материал ампулы: сталь марки X18H10T по ГОСТ 5632-61.
9. Количество оболочек: две.
10. Энергетическая характеристика гамма-излучения источника:  
Относительное количество квантов рассеянного излучения с энергией до 1,17 мэв составляет: от 10 до 15%.
11. Поверхностная загрязненность источника радиоактивными веществами, микрокюри, не более:
  - а) при определении методом снятия мазка  $5 \cdot 10^{-3}$ ;
  - б) при определении методом кислотной вытяжки (экстракта)  $5 \cdot 10^{-2}$ .
12. Дата изготовления источника 22 января 1973 г.
13. Источник загружен в контейнер типа КТБ-26-12 № 101 яч.6

Указанный в настоящем сертификате источник соответствует по качеству действующим в СССР техническим условиям и требованиям заказа-наряда.

Дополнительные сведения см. на обороте.

Продавец (Экспортер)  
 В/О «ИЗОТОП»  
 119146 Москва Г-146  
 1-я Фрунзенская ул., 3а

Сертификат качества № 7052

**Pb 90-A**

Грузополучатель, адрес, страна.  
 "Изокоммерц ГмбХ"  
 III B Берлин-Бух  
 Линденбергер Вег, 70  
 ГДР

Контракт № 54-02/40212-105  
 Заказ-наряд № 54/02-105-4101

**101**

Марки и номера	Наименование и код товара	Вид груз. мест	Номер контейнера	Ед. изм.	Количество
----------------	---------------------------	----------------	------------------	----------	------------

3I-II2/40020/ 2552	Препарат радионуклида <u>цезий-137</u>		Контейнер <u>КИЗ-5м</u>		4265
	70 III B 6401		614	ГБк	

Указанный в настоящем сертификате товар соответствует по качеству действующим в СССР стандартам, техническим условиям и может быть отгружен на экспорт.

Показатели качества товара

Номер стакана I55 Номер ампулы I55  
 Дата герметизации стакана 09.02.84 Дата выпуска 13.02.84

**1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- 1.1. Основное химическое соединение препарата цезий  
азотнокислый
- 1.2. Удельная активность радионуклида цезий-137 : ГБк/г 677
- 1.3. Дата определения удельной активности 03.02.84
- 1.4. Данные по пп. 1.2 и в разделе «Количество» приведены на 13.02.84
- 1.5. Масса препарата, г 6,3
- 1.6. Содержание лимитируемых примесных радионуклидов от активности радионуклида цезий-137 , % не более:

<u>цезий-134</u>	<u>0,1</u>
<u>рутений-106+родий-106</u>	<u>I</u>
<u>ДРУГИХ</u>	<u>0,5</u>

Данные приведены на 13.02.84  
 Дата проведения анализа 26.01.84

1.7. Наружные размеры стакана, мм диаметр 31  
 высота 100

1.8. Наружные размеры стальной ампулы, мм диаметр 29  
 высота 94



1.9. Относительная с доверительной вероятностью 0,95 погрешность определения удельной активности, %	± 10
1.10. Относительная с доверительной вероятностью 0,95 погрешность определения активности, %	± 12
1.11. Герметичность стакана	герметичен
1.12. Уровень радиоактивного загрязнения стакана при определении методом снятия мазка, Бк, не более	1850

## 2. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ

2.1. Хранение препарата должно производиться в условиях складских помещений при температуре окружающей среды от минус 60 до + 70 °С и относительной влажности до 98 % при температуре до 30 °С.

2.2. Срок хранения препарата в герметичном стакане не должен быть более 6 месяцев с даты герметизации стакана.

2.3. Во избежание разгерметизации стакана и рассеивания препарата не допускается кантовать и сбрасывать контейнер с препаратом, подвергать удару и наносить механические повреждения стакану и ампуле с препаратом.

## 3. ГАРАНТИИ

3.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие препарата требованиям технических условий (исключая изменение радиационных параметров за счет радиоактивного распада) при соблюдении потребителем условий транспортирования и хранения.

Гарантийный срок хранения препарата — 6 месяцев с даты герметизации стакана.

## 4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

4.1. Препарат отфасован в металлическую ампулу с завинчивающейся крышкой или стеклянную ампулу с притертой пробкой.

Ампула с препаратом упакована в металлический стакан.

4.2. Уровень радиоактивного загрязнения контейнера с площади 1 см<sup>2</sup> не превышает 10<sup>3</sup> бета-част./мин и 10 альфа-част./мин.

Подпись

*Корса*

*-13.01.84*

