

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAXXX	AA	NNNN	NN
941			CECB			JA	LA	0001	00

gelöscht

1. NOV 1985

Direktor

Technische Dokumentation				
Nachsch. Blatt	Blatt	Blatt	Blatt	Blatt
9	1	85	6.	1/35

22

Technische Dokumentation
zur

Technologie des Transportes und
des Einbringens von Spezialcontainern
mit radioaktiven Abfällen in
Bohrlöcher

BJ-E-298-424

Bearbeiter: Brennstoffinstitut Freiberg, FB Kerntechnik
VE KKW "Bruno Leuschner" Greifswald, Bereich
Forschung Dresden

Freiberg, 31.3.1985

geprüft

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Zielstellung/Einordnung	4
2.	Standort der Einlagerung	5
3.	Überblick über die Technologie	6
3.1.	Spezialcontainer und Beladung des Pb 250 B(U)	7
3.2.	Transport des Pb 250 B(U) vom Abfalllieferer zum ERA Morsleben	7
3.3.	Innerbetrieblicher Transport	7
3.4.	<u>Einbringen des Spezialcontainers in das Bohrloch</u>	7
4.	Technische Beschreibung	7
4.1.	Beschreibung der Anlagenteile	7
4.1.1.	Spezialcontainer	7
4.1.2.	Transportcontainer Pb 250 B(U)	8
4.1.3.	Umladecontainer	8
4.1.4.	Stützgestell	8
4.1.5.	Bohrlochverschluß	8
4.1.6.	Bohrloch	9
4.2.	Beschreibung der Arbeitsmittel	10
4.2.1.	LKW W50 und Großcontainer	10
4.2.2.	Hebezeug übertage	10
4.2.3.	Hebezeug untertage im Untertagebereich	10
4.2.4.	Arbeitsbühne Pb 250-B(U)-Umladecontainer	10
4.2.5.	Arbeitsbühne Bohrlochverschluß - Umladecontainer	10
4.2.6.	Niederplattformanhänger	11
4.3.	Bedienungsanleitungen	11
4.3.1.	Allgemeine Hinweise	11
4.3.2.	Füllung eines Spezialcontainers in der Heißen Zelle	11
4.3.3.	Laden/Entladen eines Spezialcontainers in dem/ aus dem Pb 250	12

4.3.4.	Laden/Entladen des Pb 250 in/aus Einrichtungen des öffentlichen Transpor- tes	14
4.3.5.	Be/Entladen von Einrichtungen des öffent- lichen Transports	15
5.	Strahlenschutz/Arbeits- und Strahlen- schutzinstruktion	15
5.1.	Geltungsbereich	15
5.2.	Anlagenteile, Arbeitsmittel, durchzu- führende Arbeiten	16
5.3.	Arbeitsräume und Raumaufteilung	16
5.4.	Zeitpunkt der Arbeitsaufnahme	17
5.5.	Schutzkleidung	17
5.6.	Strahlenschutzmaßnahmen	17
5.6.1.	Allgemeine Festlegungen	17
5.6.2.	Personendosimetrie	18
5.6.3.	Dosisleistungsmessungen	18
5.6.4.	Kontaminationsmessungen	20
5.6.5.	Aerosolmessungen	20
5.6.6.	Umgebungsüberwachung	21
5.7.	Arbeitsschutz	21
5.8.	Betriebskontrolle	22
5.9.	Maßnahmen bei Abweichungen vom geplanten Arbeitsablauf	22
5.10.	Verantwortlichkeiten	24
6.	Abschätzung der Strahlungs- und Wärme- felder	25
6.1.	Strahlungsfelder	25
6.1.1.	Vorbemerkung	25
6.1.2.	Dimensionierung des Pb 250	25
6.1.3.	Dimensionierung des Bohrlochstopfens	25
6.1.4.	Zusatzabschirmung für den Umladecontainer und Bohrlochverschluß	26

	Seite
6.2. Wärmefelder	27
6.2.1. Vorbemerkung	27
6.2.2. Quellentemperatur nach Einlagerung des Spezialcontainers in das Bohrloch	27
6.2.2.1. Prinzip der Berechnung	27
6.2.2.2. Beschreibung des diskreten APT 10- Modelles	28
6.2.2.3. Abschätzung der Achstemperatur	29
6.2.3. Quellentemperatur beim Transport des Spezialcontainers im Pb 250 B(U)	30
7. Versuchsprogramm	30
Vorbemerkung zu den Anlagen	31
Anlagenverzeichnis	32

1. Zielstellung / Einordnung

Bei der Nutzung der Kernenergie zur Bereitstellung von Elektro- und Wärmeenergie sowie bei der Produktion und Anwendung von Radionukliden entstehen radioaktive Abfälle, die Radionuklide mit einer hohen Aktivität enthalten. Für die Beseitigung dieser Abfälle im Rahmen der im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) existierenden Technologien

- Transport und Stapelung niedrigaktiver verpackter Abfälle
- Transport und Verfestigung niedrigaktiver, flüssig-wässriger Abfälle
- Transport und Versturz fester niedrig- und mittelaktiver Abfälle

bestehen aufgrund der erhöhten Anforderungen des Strahlenschutzes keine Voraussetzungen. Um unter dem Aspekt der zentralen Erfassung und Endlagerung radioaktiver Abfälle den aus dem Abfallaufkommen resultierenden Erfordernissen auch für radioaktive Abfälle hoher Aktivität zu entsprechen, wurde die

- Technologie des Transportes und des Einbringens von Spezialbehältern mit radioaktiven Abfällen in Bohrlöcher

entwickelt. Unter Nutzung dieser Technologie können folgende radioaktive Abfälle beseitigt werden:

- Abfallart A1 (feste Abfälle mit β / γ -Strahlern) der Strahlenschutzgruppen S5 und S6
- Abfallart A3 (umschlossene Strahlenquellen) der Strahlenschutzgruppe S5
- Abfallart A4.4 (gasförmige Abfälle oder die Gase bzw. Radionuklide freisetzen) bis zur Strahlenschutzgruppe S6
- Abfallart A4.8 (Abfälle in offener Form, die α -Strahler $> 0,4 \text{ GBq/cm}^3$ enthalten) bis zur Strahlenschutzgruppe S6
- Abfallart A4.9 (Neutronenquellen) bis zur Strahlenschutzgruppe S5
- Abfallart A4.10 (sonstige Abfälle) bis zur Strahlenschutzgruppe S6.

Die verfahrenstechnische Lösung ist im Rahmen einer Versuchseinlagerung der einzelnen Abfallarten zur Erlangung der Daten für den Sicherheitsnachweis zum Transport und zur Endlagerung zu erproben, die die Grundlage für die Genehmigung zum Dauerbetrieb bildet. Neben der technischen Erprobung der Ausrüstungen im Rahmen der Versuchseinlagerung ist ein umfangreiches wissenschaftliches Untersuchungsprogramm für den Sicherheitsnachweis vorgesehen. Die Versuchseinlagerung erfolgt in einem für diese Zwecke eingerichteten Untertagefeld (UMF) im ERAM.

2. Standort der Einlagerung

Der eigentliche Standort der Einlagerung im ERA Morsleben ist das Untertagegemäufeld. Zum erweiterten Standort gehören die Containerhalle Überlage, das Schachtgestell und der untertägige Hauptquerschlag nach Osten auf der 4. Sohle.

- Containerhalle

Die auf einer Stirnfläche zur Containerfreifläche hin offene Containerhalle hat Abmessungen von 48 m Länge, 24 m Breite und 8 m Höhe. Sie besitzt eine Zweiträgerbrückenkrananlage mit einem 20 Mp-Hebezeug und einem 5 Mp-Hilfshebezeug.

- Schachtfördereinrichtung (Gestell)

Zum Beladen des Fördergestells der Schachtfördereinrichtung mit einem Schwerlastniederplattformanhänger durchfährt das Zugfahrzeug (ZT 300) das Gestell. Die Abmessungen des Fördergestells (Länge 3,8 m, Breite 2,6 m) ermöglichen das Einfahren eines Niederplattformanhängers.

Mit Hilfe der Fördermaschine wird das Gestell bis zur 4. Sohle getrieben.

- Hauptquerschlag nach Osten der 4. Sohle

Am Füllort wird der Niederplattformanhänger aus dem Fördergestell gezogen und durch den Hauptquerschlag nach Osten mit einer Zugmaschine zum UMF gefahren. Bis zum UMF beträgt die Entfernung 726 m, das Lichtraumprofil des Hauptquerschlages hat Abmessungen von 5 x 2,85 m. Auf den ersten 90 m des Querschlages ist die Sohle betoniert, die weitere Strecke besitzt eine durch bergmännische Arbeiten hergestellte relativ unebene Sohle.

- Untertagegemäufeld (UMF)

Die Einlagerung findet im UMF statt.

Der Standort des UMF wurde nach geologischen Gesichtspunkten ausgewählt. Es befindet sich im Staßfurtsteinsalz der Sattelnkernzone des Ostsattels der Salzstruktur Bartensleben im Niveau der 4. Sohle (bei 480 m Tiefe, - 371 m NN).

Es besteht aus einer kleinen 20 m langen, im Profil von 4 x 3 m 1973 aufgefahrenen Kammer, die als Meßstation verwendet wird und aus einer 1981 parallel dazu aufgefahrenen Kammer (l = 64 m, b = 5 m, h = 5,65 m), die zunächst der Versuchseinlagerung und später der Endlagerung von Spezialcontainern dienen soll.

Beide Kammern haben eine betonierete Sohle und sind elektrisch beleuchtet. Sie sind über eine 48 m lange Zufahrtstrecke mit dem Hauptquerschlag nach Osten verbunden (s. Anl. 1).

Die Bewetterung des UMF erfolgt mittels zweier im Bereich der am Ende des UMF angeordneter Wetterbohrungen Ø 300 mm; der Abwetterstrom bindet in den Ostquerschlag ein (Dimensionierung der Bewetterung s. Anlage 34).

gelöscht

Der physische Schutz ist durch ein Stahlschiebefalttor am Anfang der UMF-Zufuhrsstrecke realisiert.

Zur radiometrischen Überwachung des Betriebsgeschehens ist im Bereich des UMF eine stationäre Raumwarnsignalisationsanlage installiert.

Im UMF befindet sich ein 10 Mp-Hebezeug, welches an einer Kranbahn längs zur Kammer verfahrbar ist.

Das Versuchsbohrloch befindet sich ca. 8 m von der Kammerkante entfernt unter der nördlichen Kranbahn (Anlage 2).

Im UMF können weitere Bohrlöcher für die Endlagerung niedergebracht werden.

3. Überblick über die Technologie

Die Technologie umfaßt die Füllung eines Spezialcontainers mit radioaktiven Abfällen, die Beladung des Transportcontainers Pb 250 B(U) (im weiteren Pb 250) mit diesem Spezialcontainer, den Transport des Pb 250 ins ERAM, den innerbetrieblichen Umschlag und Transport des Spezialcontainers im ERAM und das Einbringen des Spezialcontainers in ein Bohrloch im UMF des ERAM (s. Anl. 22, 26/1, 28/1, 28/2).

3.1. Spezialcontainer und Beladung des Pb 250

Der leere Spezialcontainer (SC) (Anl. 3, 4) wird in eine Heiße Zelle gebracht, geöffnet, mit dem radioaktiven Abfall gefüllt, verschlossen und in der Heißen Zelle in den Transportcontainer Pb 250 (Anl. 5) geladen.

3.2. Transport des Pb 250 vom Abfalllieferer zum ERA Morsleben

Für den öffentlichen Transport des Containers Pb 250 B (U) sind 2 Varianten vorgesehen:

Variante 1: Transport per LKW

Der Pb 250 wird beim Abfalllieferer mit einem Hebezeug (mindestens 5 Mp Hubkraft) auf einen LKW vom Typ W50 geladen, wobei der Pb 250 mit einer an festgelegten Stellen der Ladeplattform angebrachten Zuggliedverankerung gesichert wird (Anl. 6, 7). Der Transport vom Abfalllieferer nach Morsleben verläuft größtenteils über Autobahnen und Fernverkehrsstraßen. Im ERA Morsleben wird der Pb 250 mit Hilfe des 20 Mp-Hebezeuges in der Containerhalle vom LKW entladen und auf einen festgelegten Platz abgestellt.

Variante 2: Transport mit Großcontainer (GC) und Eisenbahn

Der Pb 250 wird beim Abfalllieferer in den GC des Erfassungsdienstes des ERA geladen und mit einer modifizierten Zuggliedverankerung wie bei Variante 1 gesichert (Anl. 8/1, 8/2). Der GC wird auf dem Schienenweg bis Magdeburg-Sudenburg transportiert, dort auf

ein Containerfahrzeug des VEB Kraftverkehr umgesetzt, zum ERA Morsleben gefahren und in der Containerhalle entladen.

3.3. Innerbetrieblicher Transport

Der im Transportcontainer Pb 250 angelieferte SC wird in der Containerhalle übertage in den nur für den innerbetrieblichen Transport zu verwendenden Umladecontainer (UC) (Anl. 9) umgeladen. Bei diesem Prozeß wird zur Stabilisierung des auf dem Pb 250 aufgesetzten UC und zur Abschirmung von Strahlenrissen ein Stützgestell (Anl. 10) verwendet.

Mit Hilfe des 20 Mp-Portalkranes der Halle wird der beladene UC auf einen Niederplattformanhänger (Anl. 11) umgesetzt, mittels einer Zuggliedverankerung arretiert und auf dem Anhänger über das Schachtgestell nach untertage transportiert.

3.4. Einbringen des Spezialcontainers in das Bohrloch

Mit dem 10 Mp-Handhebezeug (Anl. 12) wird der UC aufgenommen, bis zur Position des Bohrloches gebracht und auf einen Bohrlochverschluß (Anl. 13) aufgesetzt. Mittels der Hebezeugvorrichtung im UC (mechanischer Greifer) (Anl. 14) wird der SC in das Bohrloch (Anl. 15) abgelassen und die Bohrung anschließend mit dem Bohrlochstopfen (Anl. 16) verschlossen.

Der Bohrlochverschluß und der UC können auf das nächste Bohrloch umgesetzt werden.

Die mögliche Wiederauslagerung des SC und der Rücktransport nach übertage geschehen in umgekehrter Reihenfolge.

4. Technische Beschreibung

4.1. Beschreibung der Anlagenteile

4.1.1. Spezialcontainer (SC) (Anl. 3, 4)

Entsprechend dem Verwendungszweck der SC zur Aufnahme radioaktiver Abfälle unterschiedlicher Art wurden 3 Spezialcontainer-Typen entwickelt, deren Konstruktion weitgehend standardisiert ist und die in ihren äußeren Abmessungen identisch sind (Durchmesser 108 mm, l = 530 mm). Das obere Ende ist so gestaltet, daß der SC mit einem mechanischen Greifer angeschlagen werden kann. (GAB-Nachweis s. Anlage 35.)

Seite 1.

4.1.2. Transportcontainer Pb 250 B(U) (Anl. 5)

Der Pb 250 ist ein als Versandstückmuster genehmigter Transportbehälter für radioaktive Stoffe mit einer maximalen Aktivität von 1,1 PBq bezogen auf das Radionuklid ^{60}Co . Dieser Container wird für den Transport des SC genutzt.
(Beschreibung s. technische Dokumentation zum Pb 250).

4.1.3. Umladecontainer (Anl. 9)

Der UC ist als Verbundbehälter ausgeführt. Ober- und Unterteil sind miteinander verschraubt. Das Unterteil enthält einen exzentrisch eingebauten Drehschieber zur Aufnahme des Stopfens des Pb 250, der vor dem Umladevorgang des SC aus dem Pb 250 in den UC gespeichert werden muß.

Im Oberteil befindet sich ein mechanischer Greifer (Anl. 14), der an einer selbsthemmenden von außen zu bedienenden Stirnradwandwinde befestigt ist und zur Aufnahme des SC in den UC bzw. zum Ablassen in das Lagerbohrloch dient. Beim Transport des UC bleibt der SC am mechanischen Greifer angeschlagen. Als Transportsicherung gegen unbeabsichtigtes Abschlagen des SC und Herausfallen aus dem UC wird der Drehschieber so verstellt, daß der magazinierte Stopfen des Pb 250 unter dem SC positioniert wird und die Transport- und Strahlenschutzsicherung gegen vertikale Strahlung nach unten gewährleistet. Zur Positionierung und Arretierung des Drehschiebers dient eine Verriegelungsstange.

4.1.4. Stützgestell (Anl. 10)

Beim Umladevorgang zwischen Pb 250 und UC muß aus Stabilisierungs- und Strahlenschutzgründen ein Ringgestell eingesetzt werden, um den auf dem Pb 250 aufgesetzten UC abzustützen. Die Zentrierung des UC geschieht mittels eines speziellen auf den Abschirmring aufgesetzten Zentrierringes. Abschirm- und Zentrierring ruhen auf einer Ringstütze. Der Abschirmring besitzt eine Masse von 5,5 t ($\varnothing 1600$ mm, $h = 750$ mm). Der Zentrierring von 930 kg ($\varnothing 1000$ mm, $h = 300$ mm), die Ringstütze von 200 kg ($\varnothing 1300$ mm, $h = 600$ mm). Das Stützgestell wird am Umladeort des Abfallkörpers in der Containerhalle über- tage eingesetzt.

4.1.5. Bohrlochverschluß (Anl. 13)

Der Bohrlochverschluß (BV) wird für den Be- und Entladevorgang zwischen Bohrloch und UC benötigt. Er ist ein zylindrischer Körper, der als wesentlichstes Element ein exzentrisch angeordnetes drehbares Magazin besitzt, das über eine Handkurbel von außen verdreht werden kann. Dabei gibt es eine Stellung "Durchgang" für die Durchladung des SC aus dem UC in das Bohrloch und 2 Stellungen zur Speicherung des SC und des Bohrloch-

stopfens, der nach der Beladung des Bohrloches dieses verschließen muß. Die genaue Positionierung der einzelnen Magazininstellungen wird durch federbelastete Bolzen gewährleistet, die jeweils sichtbar in eine bestimmte Bohrung einrasten und damit die Stellung des Magazins anzeigen.

Die exakte Positionierung des BV zum Bohrloch geschieht mit Positionierblechen, die in die Betonschle des Lagerraumes mittels einer Schablone in einer bestimmten Anordnung eingelassen werden, und auf die jeweils ein Arretierbolzen aufgeschweißt wird (Anl. 17, 18). Der BV muß mit seinen im unteren Flansch vorhandenen Bohrungen auf diese Bolzen aufgesetzt werden.

Nach Abschluß der Bohrlochmanipulation kann der Bohrlochverschluß an 3 verschweißten Lochblechen angeschlagen und mittels des Hebezeuges im UMF auf das nächste Bohrloch aufgesetzt werden.

Die Masse des Bohrlochverschlusses beträgt 3,2 t ($\emptyset$ 1200 mm, h = 600 mm).

Zur Abschirmung von Strahlenpässen im Grenzbereich zwischen Bohrloch und Bohrlochverschluß wird ein Betonring verwendet, der mittels einer Führung in festgelegter Position über den auf das Bohrloch aufgesetzten Bohrlochverschluß gestülpt wird. Der Ring hat einen Innendurchmesser von 120 cm, einen Außendurchmesser von 245 cm und eine Höhe von 80 cm und ist an 3 Tragösen an das UMF-Hebezeug anzuschlagen (Anl. 19).

Die Bedienung des Bohrlochverschlusses geschieht über Verlängerungsstücke, die durch den Betonring hindurch auf die Bedienelemente des Bohrlochverschlusses aufgesteckt werden können.

4.1.6. Bohrloch

Ein Einlagerungsbohrloch hat folgenden konstruktiven Aufbau (Anl. 15):

0 - 0,3 m	$\emptyset$ 340	Bohrkeller, technologisch bedingt
- 8 m	$\emptyset$ 260	Zementagestrecke
- 9 m	$\emptyset$ 160	Verrohrung

Von 0 - 9 m Teufe wird eine aus einzelnen Rohrschüssen verschweißte Rohrtour eingebaut.

($\emptyset$ 5" WD 7,52; Material G 105 nach API-Norm oder $\emptyset$ 133 WD8; Material H60 nach TGL 9413)

Zur Aufnahme des Bohrlochstopfens (Anl. 16) wurde die Rohrtour am oberen Ende abgestuft; bei 8 m befindet sich ein Flansch, durch welchen die gesamte Verrohrung auf dem Bohrlochabsatz ruht.

Am Bohrlochmund ist ein Flansch angeschweißt, damit das Bohrloch nach der Beladung mit einer verschraubbaren Abdeckplatte verschlossen werden kann.

4.2. Beschreibung der Arbeitsmittel

4.2.1. LKW W50 und Großcontainer (GC)

Für den Transport des Pb 250 vom Abfalllieferer zum ERA Morsleben wird entsprechend der vorgesehenen Variante (s. Kap. 3.2.) ein handelsüblicher LKW Typ W50 oder ein GC - für beide ist der Erfassungsdienst des ERA Morsleben zuständig - eingesetzt.

4.2.2. Hebezeug übertage

Als Hebezeug wird die 20 Mp-Brückenkrananlage der Containerhalle verwendet.

4.2.3. Hebezeug untertage im UMF (Anl. 12)

Das Hebezeug besteht aus einem 10 Mp-Stirnradzug, der über eine Verbindungstraverse an 2 Stück 5 Mp-Elektrofahrrwerken (Unterflanschlaufkatzen) hängt. Das Hebezeug ist an einem Träger längs des UMF verfahrbar (GAB-Nachweis, Prüfbescheid, s. Anl.). Die geringen Hubhöhen für den Umschlag des UC von ca. 200 mm rechtfertigen den Einsatz eines Handhebezeuges. Der am Stirnradzug vorhandene Kranhaken wurde durch einen neuen ersetzt. Dadurch ist es möglich, den UC direkt (ohne Zwischenglied) anzuschlagen.

4.2.4. Arbeitsbühne Pb 250 - UC (Anl. 20)

Die Arbeitsbühne zur Bedienung des UC beim Umladevorgang mit dem Pb 250 besteht aus einer Treppe und einer mit einem Geländer versehenen Plattform, die auf Rohrstützen steht.

Die Masse beträgt 160 kg, die Höhe ca. 2000 mm. Die Bühne wird für den Umladevorgang von Hand an das Stützgestell und den UC herausgeschoben.

4.2.5. Arbeitsbühne Bohrlochverschluß - UC (Anl. 21)

Für den Umladevorgang (Betätigung der Handkurbel am UC) wird eine kleine, mit 3 Stufen versehene 600 mm hohe Arbeitsbühne verwendet.

Die Masse beträgt 55 kg.

Die Bühne wird von Hand an den Betonring des Bohrlochverschlusses herangerückt.

4.2.6. Niederplattformanhänger SNPA (Anl. 11)

Für den Transport des UC von der Containerhalle übertage bis ins untertägige UMF wird ein Niederplattformanhänger verwendet. Unter Berücksichtigung der relativ geringen freien Durchfahrthöhe untertage muß ein Anhänger mit Hartgummibereifung eingesetzt werden, der besonders niedrig baut.

Als Transportfahrzeug wurde ein im ERA vorhandener Typ eines SNPA dahingehend modifiziert, daß auf der Ladefläche 4 Ringschrauben als Anschlagpunkt für die Zuggliedverankerungen des UC angebracht worden sind. (Sicherheitsnachweis s. Anlage 37.) Der Anhänger kann von Zugmaschinen vom Typ ZT 300, UTUS bzw. durch ein GTF gezogen werden.

4.3. Bedienungsanleitungen

4.3.1. Allgemeine Hinweise

In diesem Kapitel werden Hinweise zur Bedienung der einzelnen Ausrüstungen und zum Zusammenwirken der Ausrüstungen gegeben. In den Fällen des Vorliegens selbständiger Bedienungsanweisungen wird auf diese verwiesen.

4.3.2. Füllung eines Spezialcontainers in der Heißen Zelle (Anl. 22)

Die Füllung des SC ist unter Berücksichtigung der Technologie des Betreibers der Heißen Zelle vorzunehmen. Die einschlägigen Vorschriften sind zu beachten (Strahlenschutz-Genehmigungen). Für die Füllung eines SC mit Schraubverschluß gelten zusätzlich folgende Anweisungen:

- Absetzen des leeren SC mit dem Greifer der Heißen Zelle (Anl. 23) in einem Stützgestell.

Dabei müssen dessen Stützen nach außen geklappt sein, damit der SC seitlich eingeführt werden kann.

- Stützen an den SC anlegen und Ring von oben über den SC einführen und damit die Stützen verspannen.
- Dorn durch die Löcher im Kopfstück des SC schieben und das Kopfstück durch Linksdrehung desselben lösen. Dabei das Kopfstück am Trommelgreifer angeschlagen lassen oder Kopfstück mit Manipulator absetzen.

- Beladung des SC mit radioaktivem Abfall (Grenzwerte beachten max. 22,2 TBq/cm).
- Kopfstück mit Manipulator bzw. Trommelgreifer aufsetzen, durch Linksdrehung Gewinde anschnäbeln und danach fest anziehen.
- Durchführung dosimetrischer Kontrollmessungen. Erforderlichenfalls Dekontamination durchführen.
- Ring vom Stützgestell abnehmen.
- Stützen nach außen klappen.
- Anschlagen des SC an den Greifer.
- SC abheben und in Pb 250 einsetzen.
- Pb 250-Stopfen mit Trommelgreifer aufnehmen und in Pb 250 einsetzen.
- Spannringschrauben aufschrauben.
- Anschlag für Stopfen abschrauben und dafür Transportschraube einschrauben.
- Pb 250 fertig zum Abtransport.

4.3.3. Laden / Entladen eines Spezialcontainers (SC) in den / aus dem Pb 250

Beim Be- und Entladen des Pb 250 ist nach der Betriebsvorschrift für den Pb 250 zu verfahren. Folgende zusätzliche Hinweise zur Bedienung sind zu beachten:

(1) Laden eines leeren SC in den Pb 250

- Lösen der 16 Stück Befestigungsschrauben des Spannrings mit Imbusschlüssel (SW 12)
- Abnehmen und Ablegen des Spannrings von Hand
- Herausschrauben der Transportschraube des oberen Stopfens (Anl. 24) und der langen Verschlußstange ($\varnothing$ 16 mm) mit Imbusschlüssel (SW 14)
- Ziehen des oberen Stopfens mittels Ringschraube für Stopfen, die in die mittlere Bohrung eingebracht wird
- Herausheben der Trommel mittels Trommelgreifer
- Einsetzen des leeren SC mittels des Trommelgreifers

- Entfernen der Zusatzabschirmung am oberen Stopfen
- Einsetzen des oberen Stopfens
- Entfernen der Ringschraube vom Stopfen
- Einschrauben der Verschlußschraube und der Transportschraube
- Aufsetzen und Verschrauben des Spannringes.

(2) Entladen eines leeren Abfallkörpers aus dem Pb 250 in einer Heißen Zelle

außerhalb der Heißen Zelle

- Lösen der 16 Befestigungsschrauben des Spannringes mit Imbusschlüssel (SW 12)
- Abnehmen des Spannringes
- Herausschrauben der Transportschraube aus dem oberen Stopfen
- Einschrauben des Anschlagringes bzw. Pilzes in die mittlere Stopfenbohrung. (Bis zum Anschlag eindrehen!)

innerhalb der Heißen Zelle

- Anschlagen des oberen Stopfens und Herausziehen aus dem Container (Vorsichtig anziehen!)
- Absetzen des Stopfens auf Absetzring (Anl. 25)
- Anschlagen, Herausziehen aus dem Container und Absetzen des SC

(3) Laden eines gefüllten SC in den Pb 250 in einer Heißen Zelle

innerhalb der Heißen Zelle

- Handlungsabläufe in umgekehrter Reihenfolge wie unter Punkt 2.

außerhalb der Heißen Zelle

- Handlungsabläufe in umgekehrter Reihenfolge wie unter Punkt 2.
- .. Einschrauben der 16 Stück Befestigungsschrauben des Spannringes und kreuzweises Anziehen
- .. Durchführung von dosimetrischen Kontrollen mit folgenden Grenzwerten:

Oberflächenkontamination: $< 50 \text{ KBq/m}^2$ für β -, γ -Strahler
 $< 5 \text{ KBq/m}^2$ für α -Strahler

Äquivalentdosisleistung (0,1 m von der Oberfläche):

entsprechend gewählter Transportvariante, i.a. max. 2 m SV/h

4.3.4. Laden/Entladen des Pb 250 in/aus Einrichtungen des öffentlichen Transports

Hierbei ist nach den Bedienungsanweisungen der einzelnen Ausrüstungen zu verfahren. Folgende zusätzliche Hinweise sind zu beachten:

(1) Transport im Privat-Großcontainer Nr. 115 des ERA Morsleben

Laden

- Öffnen der Türen des Großcontainers
- Lösen der Dachverriegelung
- Anschlagen und Abheben des Daches
- Anschlagen des Pb 250 und Einsetzen in das Transportgestell auf dem mittleren Standplatz
- Abschlagen des Pb 250
- Anbringen der Zuggliedverankerung und gleichmäßiges Verzurren
- Aufsetzen des Daches
- Verriegeln des Daches
- Schließen der Türen

Entladen

Handhabungsabläufe in umgekehrter Reihenfolge des Ladens

(2) Transport mit dem Lastkraftwagen W50 L

Laden

- Montage der Transportplatte auf der Ladefläche
- Anschlagen des Pb 250 und Abstellen auf der Transportplatte
- Anbringen der Zuggliedverankerung und gleichmäßiges Verzurren

Entladen

Handhabungsabläufe in umgekehrter Reihenfolge des Ladens

4.3.5. Be-/Entladen von Einrichtungen des öffentlichen Transportes

Das Be- und Entladen des Umladecontainers im Zusammenwirken mit dem Stützgestell und dem Bohrlochverschluß ist nach den dafür geltenden Bedienungsanleitungen vorzunehmen (Anl. 26 - 28).

5. Strahlenschutz / Arbeits- und Strahlenschutzinstruktion

Die erforderlichen technischen und organisatorischen Maßnahmen zum Arbeits- und Strahlenschutz sind in Arbeits- und Strahlenschutzinstruktionen enthalten.

Als betriebliche Arbeits- und Strahlenschutzordnung gilt im ERA generell die "Spezielle Arbeitsordnung" des ERA Morsleben. Einige Besonderheiten, die sich aus der vorgesehenen Technologie und der Art des radioaktiven Stoffes ableiten, sind in der nachfolgenden speziellen Arbeits- und Strahlenschutzinstruktion berücksichtigt.

5.1. Geltungsbereich

Diese spezielle Arbeits- und Strahlenschutzinstruktion gemäß § 39(2) der 1. DB VO AS gilt für den Transport des Transportcontainers Pb 250 B(U) von einer Heißen Zelle zum ERA Morsleben und die Einlagerung einer umschlossenen Strahlenquelle (Spezialcontainer) in ein Bohrloch in einem untertägigem Raum auf der 4. Sohle des ERA Morsleben.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung von Arbeits- und Strahlenschutz entsprechen den sicherheitstechnischen Bestimmungen gemäß VO AS und der 1. DB VO AS für Strahlenschutzbereiche I.

Alle durch die Beladung und den Transport des Spezialcontainers berührten Örtlichkeiten, die Heiße Zelle sowie im ERA die Containerhalle, der Schacht, der Hauptquerschlag nach Osten und das UMF, gehören dazu.

Für den mit der Durchführung des Transportes und des Versuches beauftragten Personenkreis gelten die Überwachungsmaßnahmen für Beschäftigte im Strahlenschutzbereich I.

5.2. Arlagenteile, Arbeitsmittel, durchzuführende Arbeiten

S. Kap. 3. und 4.

5.3. Arbeitsräume und Raumeinteilung

Arbeitsräume sind

- Heiße Zelle beim Abfalllieferer
- Containerhalle übertage im ERA Morsleben
- UMF untertage auf 4. Schle des ERA Morsleben

Durch die Einordnung der Strahlenquellen in die S5/S6-Gruppe ergeben sich aufgrund des möglicherweise herrschenden Strahlungs- und Aktivitätsniveaus für das Betreten von Räumen, die von der Vorbereitung und Durchführung der Einlagerung betroffen werden, bestimmte Einschränkungen in Abhängigkeit von der Raumeinteilung in folgende verschiedene Kategorien (gilt nur für ERA, für Heiße Zelle gelten Festlegungen des Abfalllieferers):

Kategorie IV umfaßt die zum Strahlenschutzbereich I gehörenden Räume, die bei Normalbetrieb von den Berechtigten ohne Einschränkung betretbar sind.

Übertägiger Bereich:

- aktiver Teil des Mehrzweckgebäudes und des Förderturmes

untertägiger Bereich

- Schachtröhre
- untere Etage des Fördergestells
- Hauptquerschlag nach Osten und Zufahrtsstrecke zum UMF
- UMF I (Meßkammer)

Kategorie V umfaßt die zum Strahlenschutzbereich I gehörenden Räume, die bei Normalbetrieb nur mit Einschränkung betretbar sind.

Übertägiger Bereich

- Containerhalle während der Umladung

20.05.85

untertägiger Bereich

- UMF II (Einlagerungs- und Versuchskammer)

5.4. Zeitpunkt der Arbeitsaufnahme

Der Zeitpunkt für den Transport des Spezialcontainers und den Beginn der Einlagerung liegt im Jahre 1985

5.5. Schutzkleidung

Bezüglich der Schutzkleidung im ERA gelten die Festlegungen der "Spezieller Arbeitsordnung" des ERA. Beim Abfalllieferer sind die entsprechenden Festlegungen einzuhalten.

5.6. Strahlenschutzmaßnahmen

5.6.1. Allgemeine Festlegungen

Die Ausführungen beziehen sich nur auf die Arbeiten im ERA Morsleben. Für Strahlenschutzmaßnahmen in der Heißen Zelle sind die Festlegungen des Abfalllieferers einzuhalten. Der Zutritt zu Räumen des aktiven Teiles ist nur über Sanitäts-schleusen gestattet. Allgemein gelten dabei alle Festlegungen, die in der "Speziellen Arbeitsordnung zum Schutz vor der Einwirkung ionisierender Strahlung" für den Strahlenschutzbereich I im ERA Morsleben angewiesen sind.

Während des Aufenthaltes in diesem Bereich (Containerhalle, Schacht, Hauptquerschlag, UMF) sind die Signale der Raumwarn-signalisationsanlage¹⁾ zu beachten und die den einzelnen Signalen zugeordneten Verhaltensregeln einzuhalten.

Die Raumwarnsignalisationsanlage besteht aus Blöcken mit folgenden Signaleinrichtungen:

- grüne, rote, blaue Lampen und Rasselwecker

Die Signale haben folgende Bedeutung und verlangen folgendes Verhalten:

1) Übergabeprotokoll S. Anl. 38

Signal	Bedeutung	Verhalten
grünes Licht	Gammastrahlung und Aerosolkonzentration kleiner als zulässiger Grenzwert	Raum betretbar
rotes Licht und Klingelzeichen	Aerosolkonzentration über zulässigem Grenzwert	Raum ist nicht betretbar bzw. sofort zu verlassen
blaues Licht und Klingelzeichen	Gammastrahlung über zulässigem Grenzwert	Raum ist nicht betretbar bzw. sofort zu verlassen
blaues und rotes Licht und Klingelzeichen	Gammastrahlung und Aerosolkonzentration über zulässigem Grenzwert	Raum ist nicht betretbar bzw. sofort zu verlassen.

5.6.2. Personendosimetrie

Die personendosimetrische Überwachung geschieht entsprechend der "Spezielle Arbeitsordnung" mit Filmdosimetern oder KID-Dosimetern. Die Auswertung bzw. Kontrolle erfolgt durch die Arbeitsgruppe SSÜ der Abt. Sicherheit des ERA. Bei Arbeiten in der Heißen Zelle gelten die Richtlinien des Abfalllieferers.

5.6.3. Dosisleistungsmessungen

Die Dosisleistungsmessungen zur Strahlenschutzüberwachung fallen organisatorisch in die Zuständigkeit der Abt. Sicherheit des ERA und werden entsprechend dem "Organisationsplan der innerbetrieblichen Strahlenschutzkontrolle" des ERA durchgeführt (bei Arbeiten in Heiße Zelle s.o.).

- Stationäre Messungen

Sie erfolgen zur Arbeitsplatzüberwachung an 4 Orten im UMF mit der für die Raumwarnsignalisation errichteten Anlage. Die Meßwerte werden in 2 umschaltbaren Meßbereichen (5×10^{-3} Gy/s; 3×10^{-7} Gy/s) an Meßgeräten angezeigt und über Schreiber registriert.

Die Schwellwertüberschreitung wird wie o.a. signalisiert. Die Schwellwerte betragen umschaltbar:

$2,5 \times 10^{-2}$ m Gy/h und 10×10^{-2} m Gy/h.

Die 4 Meßstellen haben folgende Positionen: (s. Anlage 2)

- im Hauptquerschlag nach Osten, am Abzweig der Zufahrtsstrecke zum UMF
(diese Anzeige wird zur Frühwarnung an einem ca. 300 m schachtwärts gelegenen Punkt - Abzweig der Nordstrecke - dupliziert)
- am Meßplatz im UMF I
- im UMF II, 10 m ab Kammerkante
- im UMF II, 25 m ab Kammerkante

- Mobile Messungen zur Überwachung der Ortsdosisleistung

Zur Abschätzung der Strahlenbelastung an den Arbeitsplätzen bei TUL-Prozessen erfolgt eine Kontrolle der Abschirmwirkung des Pb 250, UC und Bohrlochverschlusses einschließlich des Stützgestells für den Pb 250 und den Abschirmring am Bohrlochverschluß durch γ -Dosisleistungsmessungen mit tragbaren Meßgeräten.

Folgende Messungen und Meßstellen sind vorgesehen:

- Pb 250 mit Spezialcontainer (SC):
 - am oberen und unteren Stopfen, Außenseite
 - in 2 m Entfernung von der senkrechten Außenseite
- Umladung des SC aus Pb 250 in UC:
 - im Übergangsbereich zwischen UC-Stützgestell - Pb 250 beim Umladen
- UC mit SC vor der Umladung auf den Anhänger:
 - in 2 m Entfernung vom Mantel
 - an der Mantelfläche
- UC mit SC nach der Umladung auf den Anhänger:
 - an der Mantelfläche (Kontrolle der Position des SC)
 - in der Fahrerkabine des Zugfahrzeuges
 - am Boden der oberen Etage des Fördergestells
- Umladung des SC aus UC in Bohrlochverschluß:
 - im Übergangsbereich UC-BLV
 - am Mantel der Zusatzabschirmung
 - an den Bedienelementen des II
 - an der Stirnfläche der Zusatzabschirmung

- BLV mit SC:

- zwischen Innenwand Zusatzabschirmung und Außenwand UC
- in 2 m Entfernung von der Mantelfläche der Zusatzabschirmung
- am Mantel der Zusatzabschirmung
- an der Stirnfläche der Zusatzabschirmung
- zwischen Innenwand Zusatzabschirmung und Außenwand UC
- am Mantel der Zusatzabschirmung
- beim Ablassen des SC bei ca. 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 9 m Tiefe an der Kammersohle rund um das Bohrloch.

- Umladung des SC aus BLV ins Bohrloch:

Als zulässige Richtwerte sind die bei Transporten radioaktiver Stoffe als geschlossene Ladung lt. ATRS einzuhaltenden Werte anzusehen:

§ 24(1)ATRS:

"Die Äquivalentdosisleistung an den Außenseiten einschließlich der Ober- und Unterseiten der Transportmittel oder Laderäume, in denen Transporte radioaktiver Stoffe in geschlossener Ladung durchgeführt werden, darf 200 mrem/h und in einer Entfernung von 2 m von den senkrechten Außenseiten 10 mrem/h nicht übersteigen".

5.6.4. Kontaminationsmessungen

Bei umschlossenen Strahlenquellen wird die Unversehrtheit und Dichtigkeit der Ummantelung durch Messungen der Oberflächenkontamination geprüft. Eine entsprechende Prüfung des Spezialcontainers muß beim Abfalllieferer erfolgen.

5.6.5. Aerosolmessungen

Lt. TGL 30665/03 - Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen - und den Festlegungen des § 36 der 1. DB zur Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz werden beim

Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen keine Aerosolmessungen durchgeführt.

Im UMF wurde eine stationäre Meßeinrichtung für die Kontrolle der Aerosolaktivität an den 4 gleichen Arbeitsplätzen, an der die Dosisleistungsmessungen erfolgen, installiert, um auch bei möglichen TUL-Prozessen mit offenen radioaktiven Stoffen die geforderten Strahlenschutzkontrollen zu gewährleisten.

5.6.6. Umgebungsüberwachung

Hier treffen die Festlegungen zum Pkt. 5 des "Programm der Umgebungsüberwachung" der Dokumentation zur Erteilung der Strahlenschutzgenehmigung gemäß § 6 der Kernanlagen-Genehmigungsordnung für das ERA Morsleben zu.

5.7. Arbeitsschutz

Folgende betriebliche und gesetzliche Anordnungen sind zu beachten:

- Spezielle Arbeitsordnung zum Schutz vor der Einwirkung ionisierender Strahlung (ERA 7.10.77)
- ABAO 120/2 Bergbausicherheit im Bergbau untertage, SDr. Nr. 767, GBl. I, Nr. 21 (21/83)
- Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz und Durchführungsbestimmung v. 11.10.84, GBl. I, Nr. 30
- Arbeitsschutzverordnung v. 1.12.77 (GBl. II, Nr. 36)
- Anordnung über den Transport radioaktiver Stoffe - ATRS v. 12.4.1978 (GBl. Sdr. Nr. 953)
- TGL 30352/02 Bewegliche Arbeitsbühnen; 5/79
 arbeitsschutzgerechtes Verhalten
- TGL 30350 (01-05) Hebezeuge 7/81
- TGL 30351 (01+02) Lastaufnahmemittel 11/83
- TGL 30665 (01) Quellen ionisierender Strahlung;
 arbeitsschutzgerechtes Verhalten, Begriffe 12/81
- TGL 30665(03) Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen,
 arbeitsschutzgerechtes Verhalten 12/81
- TGL 30535 Innerbetrieblicher Transport sowie Umschlag und
 Lagerung (TUL) 12/81

Des weiteren ist der Nachweis über Belehrungen über Arbeitsschutzvorschriften im Geltungsbereich zu erbringen.

5.8. Betriebskontrolle

Wartungsarbeiten beschränken sich auf die regelmäßige Kontrolle der Registrierungen der γ -Dosisleistungsmessungen mit den stationären Meßgeräten.

Außerdem ist die Bohrlochabdeckung auf Aerosolaustritte aus dem beladenen Bohrloch mit tragbaren Meßgeräten zu überprüfen, um Hinweise auf die Unversehrtheit des SC zu erhalten.

Der Kontrollrhythmus ist mit dem Arbeitsablauf und dem allgemeinen Kontrollrhythmus des ERA zu koordinieren.

Bei Abweichungen vom Normalbetrieb müssen operative Maßnahmen ergriffen werden.

Für die Heiße Zelle gelten die Richtlinien des Abfalllieferers.

5.9. Maßnahmen bei Abweichungen vom geplanten Arbeitsablauf

Bei Abweichungen vom vorgesehenen Arbeitsablauf hat eine operative Abstimmung zwischen dem verantwortlichen Mitarbeiter und dem Strahlenschutzbeauftragten des ERA zu erfolgen.

Beim Eintreten eines außergewöhnlichen Ereignisses gemäß der "Richtlinie für das Verhalten bei außergewöhnlichen Ereignissen" vom 3.4.1974 (Mitt. SAAS 1974, Nr. 3) ist jeder Betriebsangehörige sowie auch zeitweilig im Betrieb Beschäftigte verpflichtet, entsprechend der Havarieordnung des ERA (Havarie- und Alarmpläne für Betrieb und Umgebung, Pkt. 2 der Dokumentation zur Erteilung der Strahlenschutzgenehmigung gemäß § 6 der Kernanlagen-Genehmigungsanordnung, ERA 1977) zu verfahren (für Arbeiten in der Heißen Zelle gelten die entsprechenden Festlegungen des Abfalllieferers):

- erste Hilfe leisten
- Meldung an Dispatcher (Warte)

Sofortmaßnahmen sind lt. "Richtlinie..."

- Bergung und Rettung von Personen
- Gewährleistung medizinischer Hilfe
- Aufklärung hinsichtlich Schweregrad (betroffene Bereiche, Personen)
- dosimetrische Aufklärung

- Maßnahmen zur Eindämmung des außergewöhnlichen Ereignisses und Verhinderung weiterer Folgen
- Schutz dritter Personen

Spezielle Maßnahmen bei außergewöhnlichen Ereignissen bei Arbeiten mit umschlossenen Strahlenquellen und an Einrichtungen, die umschlossene Strahlenquellen enthalten, sind lt. "Richtlinie...":

1. Phase

- Verlassen des Gefahrenbereiches
- Sicherheitsabstand einnehmen
- Zugang zur Anlage bzw. zum betroffenen Bereich sperren und entsprechende Kennzeichnung vornehmen.

2. Phase

- Ermittlung der Personen, die einer Strahlenbelastung ausgesetzt waren, sowie der Personen, die sich im Gefahrenbereich aufgehalten haben.
- Feststellung evtl. Personenkontaminationen
- Feststellung der Parameter der umschlossenen Strahlenquellen (Nuklid, Aktivität, Strahlenart)
- Ermittlung der Aufenthaltsorte betroffener Personen
- Ermittlung der Expositionszeit
- Abschätzung akkumulierter Dosisäquivalente
- Auswertung der Personendosimetrie
- Hinzuziehung des verantwortlichen Arztes.

3. Phase

- Bestimmung der Dosisleistungsäquivalente im betroffenen Bereich
- Identifizierung eventueller Oberflächenkontaminationen
- Ortung der Strahlenquellen
- Beseitigung der Strahlenquellen mit geeigneten Hilfe- und Schutzmitteln.

4. Phase

- Ermittlung der Ursachen des außergewöhnlichen Ereignisses
- Beseitigung der Schäden und Gefahrenmomente.

5.10. Verantwortlichkeiten

Verantwortlicher Leiter im Geltungsbereich des ERA:

Lt. Abt. Technik / ERA
[REDACTED]

Strahlenschutzbeauftragter ERA:

Gruppenleiter SSU / ERA
[REDACTED]

Verantwortlicher Leiter für das Versuchsprogramm... zur
Erlangung von Daten für den Sicherheitsnachweis:

Ltr. Abt. FDT / KKW Bereich Dresden
[REDACTED]

Ltr. Abt. Endlagerung / BI Freiberg
[REDACTED]

Alle an den Arbeiten beteiligten Mitarbeiter des ERA, BI
Freiberg, KKW Abt. FDT Dresden bestätigen die Kenntnis der
vorliegenden ASI durch Unterschrift:

Verantw. Leiter

AS-Beauftragter

Strahlenschutzbeauftragter

[REDACTED]

[REDACTED]

6. Abschätzung der Strahlungs- und Wärmefelder

6.1. Strahlungsfelder

6.1.1. Vorbemerkung

Die Abschätzung des Strahlungsfeldes wird an Hand der für den Pb 250 und Bohrlochstopfen ausgeführten Abschirmberechnungen vorgenommen. Sie charakterisieren das zu erwartende Feld, das sich sowohl im Bereich der Transportausrüstungen beim Transport und Umschlag eines Spezialcontainers (SC) als auch in der Steinsalzammer nach dessen Einlagerung ins Bohrloch aufbaut. Für den UC und den Bohrlochverschluß wurde das Strahlungsfeld nicht gesondert berechnet, weil die erforderlichen Abschirmungen aus der Berechnung für den Pb 250 abgeleitet wurden.

6.1.2. Dimensionierung des Pb 250

Unter der Annahme, daß die CO-60-Quellen homogen im gesamten SC verteilt sind, wurde eine fiktive zylindrische Quelle mit dem Volumen des SC (4,993 l) angenommen, so daß die $1,1 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ Gesamtaktivität einer Aktivitätskonzentration von $0,22 \cdot 10^{15} \text{ Bq/l}$ entsprechen.

Mit Hilfe des Programmes AZYCON¹⁾ ist es möglich, Dosisleistungen in Richtung der Containerlängsachse und senkrecht zu ihr in Containermitte in wählbaren Entfernungen vorzunehmen und die erforderlichen Abschirmungen zu berechnen. Entsprechend den Festlegungen der ATRS sind bei Transportausrüstungen an der Oberfläche $2 \cdot 10^{-3} \text{ Gy}$ und in 2 m Entfernung 10^{-4} Gy/h einzuhalten.

Unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors von 2, den Containerabmessungen, der Aktivitätskonzentration, dem Quellmaterial, dem vorgesehenen Abschirmmaterial Blei und den Radionuklidparametern wurden erforderliche Abschirmwanddicken von 219 mm axial und 221 mm radial ermittelt.
(Anl. 1 Technische Dokumentation Pb 250 vom 27.10.75)

Bei dem sich voraussichtlich einstellendem Strahlungsfeld werden damit die gesetzlich festgelegten Grenzwerte nicht überschritten.

6.1.3. Dimensionierung Bohrlochstopfen

Für die Dimensionierung des Bohrlochstopfens wurde folgendes Modell zugrundegelegt:

In einem 10 m tiefen Bohrloch im Steinsalz wird eine aus 5 einzelnen SC zusammengesetzte Zylinderquelle von 2,5 m Länge

1) A. Böttcher. Das Programm AZYCON
Kernenergie, 19 (1976)3, S. 86-90

eingelagert (Aktivität je SC $1,11 \cdot 10^{15}$ Bq, Radionuklid ^{60}Co).
CO-60).

Es war eine zylindrische Bleiabschirmung zu bestimmen, die die Gammastrahlung am Bohrlochmund auf einen bestimmten höchstzulässigen Wert begrenzt.
Als Grenzwerte wurden die ATRS-Werte zugrunde gelegt. Eine entsprechende Rechnung mit dem Programm AZYCON ergab als erforderliche Abschirmung eine Schichtdicke von 22 cm.

Aus technologischen Gründen wurde bei der Werkstattfertigung des Stopfens die Bleischicht auf ca. 30 cm erhöht. (s.auch Bericht BI-B-160-261, 1979, S. 3-6).
Die gesetzlich zulässigen Grenzwerte des Strahlungsfeldes werden damit nicht überschritten.

6.1.4. Zusatzabschirmungen für den Umladecontainer (UC) und Bohrlochverschluß (BV)

Bei der Erprobung der technologischen Kette im ERA Morsleben wurden im Flanschbereich des UC-Mittelteiles sowie in den Grenzbereichen UC/Zentrierung des Stützgestells, UC/BV und BV/Betonsohle des UMF Strahlenpässe ermittelt (s. "Protokoll über die aktive Erprobung der Technologie zur Endlagerung radioaktiver Abfälle hoher Aktivität" v. 30.10.84 des KKW, Bereich Dresden), die durch die in vorliegender technischer Dokumentation bereits enthaltenen Zusatzabschirmungen beseitigt werden.

Die Festlegung der Abmessungen der Zusatzabschirmungen erfolgte auf der Basis der in o.g. Protokoll enthaltenen Meßergebnisse und von Berechnungen. Dabei wurde zunächst anhand des Verhältnisses der Dosisleistungen an den Oberflächen der verwendeten Strahlenquelle und dem Meßwert an den Oberflächen der getesteten Ausrüstungen (UC, BV) die Dicke der fiktiv vorhandenen, äquivalenten Stahlabschirmungen errechnet, die den anschließenden Berechnungen mit dem Rechenprogramm ZAZYCO, reduziert auf einen fiktiven inneren Abschirmring, zugrunde gelegt wurden (Quellendaten 6.1.2.). Die Berechnungsergebnisse für die Dimensionierung der Zusatzabschirmungen sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

	Vorhandene äquivalente Stahldicke, Fe cm	gewählte Dicke der Zusatzabschirmung Blei cm	Beton cm	Dosisleistung an der Außenfläche der Zusatzabschirmung Gy/h
UC	21,6	8	-	$7,37 \cdot 10^{-5}$
BV	8,9	-	60	$2,09 \cdot 10^{-3}$

Mit den gewählten Abschirmdicken werden noch geringere Dosisleistungswerte erwartet als in der Tabelle angegeben, weil sich die gemäß o.g. Protokoll den Rechnungen zugrunde gelegten Werte auf eine Punktquelle beziehen, der zu handhabende Abfall jedoch als Volumenquelle äquivalenter Aktivität vorliegt. Außerdem wurde die Eigenschwächung innerhalb der Quelle vernachlässigt.

6.2. Wärmefelder

6.2.1. Vorbemerkung

Die Grundvoraussetzung für wärmetechnische Betrachtungen innerhalb der technologischen Kette besteht in der Festlegung, daß sowohl durch die Menge und die Art des in den Spezialcontainer (SC) eingebrachten radioaktiven Materials als auch durch die technologischen Gegebenheiten bei einem Transport oder einer Einlagerung des gefüllten SC in einem Bohrloch die Quellentemperatur im SC 250°C nicht übersteigen darf.

Wärmetechnische Problemfälle sind daher besonders diejenigen, in denen der SC für längere Zeit, z.B. während des Transportes vom Abfalllieferer zum ERA, im Pb 250 eingeschlossen oder bei der Einlagerung im Bohrloch in der stählernen Verrohrung aufbewahrt wird.

Demgegenüber stellen sich kurzfristige Umladevorgänge mit Hilfe des Umladecontainers oder des Bohrlochverschlusses, bei denen die Verweilzeiten in der Größenordnung einer Stunde liegen, als unkritisch dar.

Die Wärmefeldbetrachtungen wurden deshalb auf den SC im Pb 250 während des Transportes und auf den im Gebirge in einer verrohrten Bohrung eingelagerten SC konzentriert.

6.2.2. Quellentemperatur nach Einlagerung des Spezialcontainers in das Bohrloch

6.2.2.1. Prinzip der Berechnung

Die Bestimmung der Quellentemperatur wird mit einem kombinierten Verfahren ausgeführt. Der erste Schritt besteht darin, das sich um das Versuchsbohrloch ausbildende quasistationäre Temperaturfeld anhand eines diskretisierten Modells der Versuchsbohrlochgeometrie mit dem Programm APT10 zu berechnen.

Die dabei ermittelten Temperaturen T_a an der SC-Oberfläche werden im 2. Schritt als Ausgangsdaten benutzt, um mit einer analytischen Lösung der stationären Wärmeleitungsgleichung (WLG) die Temperatur in der Quellenachse abzuschätzen, die a priori der absolut höchsten Quellentemperatur entspricht.

Diese Verfahrensweise ist erforderlich, weil der Versuch, die Details der Versuchsgeometrie in Achsnähe unmittelbar im diskreten Modell zu erfassen, erfahrungsgemäß numerische Schwierigkeiten mit sich bringt.

6.2.2.2. Beschreibung des diskreten APT10-Modells

Die im diskreten APT10-Modell gewählte Aufteilung beruht auf Erkenntnissen, die bei vielen ähnlich gearteten Rechnungen gesammelt wurden. Die Zweckmäßigkeit der Diskretisierung ist durch die befriedigende Übereinstimmung der für den inaktiven Erhitzerversuch (X3-Versuch) prognostizierten und bei einem Vorversuch gemessenen Temperatur hinreichend erwiesen.

In Analogie zu den Vorausberechnungen des X3-Versuchs wurden die Mittel-(Schwer-)punkte bestimmter Elemente so festgelegt, daß sie mit vorgesehenen Meßstellen zusammenfallen, wodurch unbequeme Interpolationen überflüssig sind.

Als Wärmequelle wird im diskreten Modell der gesamte SC aufgefaßt. Weiter ist vorausgesetzt, daß die Wärmefreisetzung durch Absorption radioaktiver Strahlung innerhalb der Quelle nicht ortsabhängig, d.h. homogen ist.

Es ist einzuschätzen, daß die getroffenen Annahmen im Hinblick auf die höchste Quellentemperatur konservativ sind, weil praktisch eine Absorption der gesamten Strahlung innerhalb des SC ausgeschlossen ist.

Unter den erläuterten Voraussetzungen ergibt sich die Quellstärke folgendermaßen:

25 kCi (0,925 PBq) entsprechen $9,25 \cdot 10^{14}$ Zerfallsvorgängen pro Sekunde. Pro Zerfall eines Atoms ^{60}Co werden je ein γ -Quant mit 1,332 und 1,173 MeV emittiert. Hinzu kommt eine durchschnittliche β -Energie von 0,1093 MeV¹⁾. Die freigesetzte Leistung ist also:

$$P = 9,25 \cdot 10^{14} \frac{\text{Zerf}}{\text{s}} \cdot 2,6143 \frac{\text{MeV}}{\text{Zerf}} = 9,25 \cdot 10^{14} \cdot 2,6143 \frac{\text{MeV}}{\text{s}} \\ \times 1,602 \cdot 10^{-13} \frac{\text{Ws}}{\text{MeV}} \\ = 387,4 \text{ W.} \\ \text{=====}$$

Das SC-Volumen beträgt:

$$V = \pi \cdot 0,054^2 \cdot 0,5 \text{ m}^3 = 4,5804 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ \text{=====}$$

Hieraus ergibt sich die gesuchte Quellstärke:

$$Q = 84576,6 \text{ Wm}^{-3} \\ \text{=====}$$

6.2.2.3. Abschätzung der Achstemperatur

Die nach der APT10-Rechnung ermittelte Temperatur an der SC-Oberfläche beträgt

$$T_a = 209,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Es kann nachgewiesen werden, daß für das System aus der eigentlichen Quelle mit dem Durchmesser $2RS_u$ und dem sie umgebenden SC-Hohlzylinder ($RO \leq r \leq R_a$), wobei ein Wärmeübergang über den Luftspalt zwischen Quelle und SC-Hohlzylinder durch Leitung und Strahlung auftritt, die Temperatur TS_o an der Innenfläche des Hohlzylinders nach

$$TS_o = T_a + \frac{Q}{2K} \left\{ \frac{R_a^2 - RS_o^2}{2} + RS_o (RS_o - RS_u) \ln \left(\frac{RS_o}{R_a} \right) \right\}$$

berechnet werden kann.

$$\text{Es sind: } Q = 0,0845766 \text{ Wcm}^{-3}$$

$$K = 0,3 \text{ Wcm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$RS_u = 1,15 \text{ cm} \quad (\text{Radius der Quelle})$$

$$RS_o = 1,20 \text{ cm} \quad (\text{Radius bis Innenfläche Hohlzylinder})$$

$$R_a = 5,4 \text{ cm} \quad (\text{Radius bis Außenfläche Hohlzylinder})$$

Die Temperatur TS_u bei RS_u wird aus der Bedingung der Gleichheit der in der Quelle freigesetzten und über den Luftspalt abgeführten Wärme ermittelt. Die Achstemperatur T_A wird dann

$$T_A = TS_u + \frac{Q RS_u^2}{4K}$$

Folgende Ergebnisse wurden erhalten:

$$TS_o = 211,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$TS_u = 217,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_A = 217,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hieraus kann gefolgert werden, daß mit einer Sicherheitsreserve von eta 12 % die höchstzulässige Quelltemperatur nach der Einlagerung in das A1 - Bohrloch nicht überschritten wird.

6.2.3. Quellentemperatur beim Transport des Spezialcontainers im Pb 250 B(U)

Der den SC aufnehmende Containerinnenraum des Pb 250 hat den Durchmesser 110 mm, so daß zwischen der SC-Oberfläche ($\varnothing$ 108 mm) und der Containerinnenwand ein 1 mm weiter Luftspalt auftritt. Demgegenüber liegt im Falle des im Versuchsbohrloch eingelagerten SC ein System mit zwei Luftspalten der Weiten 2 mm (SC-Oberfläche/Futterrohr) bzw. 16,5 mm (Futterrohroberfläche/Bohrlochkontur) vor.

Somit sind unter Normalbedingungen hinsichtlich der Abführung der in der Quelle freigesetzten Wärme im Versuchsbohrloch weit ungünstigere Verhältnisse zu erwarten, als im Pb 250, weil die Anzahl der Systemluftspalte und deren Geometrie erfahrungsgemäß die Quellentemperatur in der Systemachse ausschlaggebend beeinflusst.

Da für die Versuchseinlagerung bereits der Nachweis erbracht ist, daß sich die Quelle nicht unzulässig erwärmt, sind unter Normalbedingungen Quellenüberhitzungen im Pb 250 erst recht ausgeschlossen.

7. Versuchsprogramm

Das vorgesehene wissenschaftliche Versuchsprogramm ist in Anl. 33 dargestellt.

gelöscht

Vorbemerkung zu den Anlagen

In den Anlagen gilt anstelle der Bezeichnung "Abfallkörper"
die Bezeichnung Spezialcontainer.

gelöscht

Anlagenverzeichnis

	Zeichn.-Nr.
Anlage 1 ERA Grundriß 4. Sohle	
2 Position des Versuchsbohrloches	
3 Abfallkörper	5876 (2)
4 Kopfstück	5880 (1)
5 Pb 250	5871 (1)
6 Transport des Containers Pb 250-B(U) im öffentlichen Straßenverkehr	4787 (3)
7 Zuggliedverankerung	3051 (0)
8/1 Pb 250 im GC 115	
8/2 Pb 250 im GC 115	
9 Umladecontainer	5639 (0)
10 UC-Stützgestell	5493 (1)
11 Transport auf SNPA	5496 (4)
12 UMF-Hebezeug	5410 (1)
13 Bohrlochverschluß	5415 (0)
14 Mechanischer Greifer	3894 (1)
15 Konstruktion und Verrohrung des Bohr- loches	
16 Stopfen komplett	5560 (3)
17 Bohrlochverschlußpositionierung	5519 (2)
18 Schablone	6246 (3)
19 Zusatzabschirmung	
20 Arbeitsbühne zur Umladung UC-Pb 250 B (U)	5570 (1)
21 Arbeitsbühne zur Umladung UC-BL	5794 (2)
22 Beladung Abfallkörper in Heiße Zelle	6363 (1)
23 Trommelgreifer	3073 (1)
24 Oberer Stopfen Pb 250	8055 (2)

gehech

Anlage 25	Abstellring	3092 (3)
26	Bedienungsanleitung UC mit Zeichnung	
26/1	Umladung des Abfallkörpers (Pb 250-UC)	6011 (2)
27	Bedienungsanleitung Stützgestell	
27/1	mit Zeichnung Umladung des Abfall- körpers (Pb 250-UC) (s.Anl. 26/1)	6011 (2)
28	Bedienungsanleitung Bohrlochver- schluß mit Zeichnung	
28/1	Umschlag in UMF	6013 (3)
28/2	Umladung des Abfallkörpers im UMF	6012 (2)
29	GAB-Nachweis Umladecontainer Nr.	14/85
30	GAB- Nachweis Bohrlochverschluß Nr.	15/85
31	GAB-Nachweis Stützgestell Nr.	16/85
32	GAB-Nachweis Nr. Technologie zum Transport und des Einbringens von Spezialbehältern mit radioaktiven Abfällen in Bohrlöcher	17/85
33	Programm der Versuchseinlagerung	
33/1	Position der Meßbohrungen	
33/2	Position der geomechanischen Meßstellen	
33/3	Schematischer Aufbau Analysenteil	
34	Dimensionierung der Bewetterung	
35	GAB-Nachweis Spezialcontainer	
36	GAB-Nachweis Hebezeug untertage	
37	Sicherheitsnachweis Zuggliedverankerung Umladecontainer	
38	Übergabeprotokoll	