

Standortunabhängiges Konzept für die Nachqualifizierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Standortunabhängiges Konzept für die Nachqualifizierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Inhaltsverzeichnis**Seite**

1	Einleitung und Zusammenfassung	4
1.1	Verpackungs- und Lagerkonzept	5
1.2	Zusammenfassung	6
2	Bewertung vorliegender Studien	7
3	Verpackungskonzept	10
3.1	Beschreibung der vorhandenen radioaktiven Abfälle	10
3.2	Randbedingungen für die Verpackung	14
3.2.1	Zustand der Abfallgebinde	14
3.2.2	Randbedingungen für den Transport auf dem Asse-Gelände	14
3.2.3	Randbedingungen für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen ..	15
3.2.4	Randbedingungen für die Zwischenlagerung	16
3.2.5	Randbedingungen für die Endlagerung	17
3.3	Abfallbehandlung und Abfallprodukte	18
3.3.1	Allgemeines	18
3.3.2	Konditionierung	19
3.4	Abfallbehälter und Verpackung	20
3.4.1	Abfallbehälter für MAW-Abfälle	20
3.4.2	Abfallbehälter für LAW-Abfälle	21
3.5	Mengengerüst	25
3.5.1	Abfallgebindevolumen für MAW-Abfälle	27
3.5.2	Abfallgebindevolumen für LAW-Abfälle	27
4	Darstellung der Abfallflüsse	29
4.1	Transportbereitstellung am Standort	29
4.2	Probenahme, Messung und Deklaration	31
4.3	Transporte	33
4.3.1	Transport- und Standortvarianten	33
4.3.2	Transporteinheiten und Transportanzahlen	34
4.4	Nachqualifizierung und Zwischenlagerung	40
5	Bereitstellungshalle an der Schachtanlage Asse II	43
5.1	Randbedingungen	43
5.2	Gebäude	44
6	Einrichtungen zur Nachqualifizierung und Zwischenlagerung	45
6.1	Randbedingungen	45

6.2	Gesamtanlage	46
6.3	Bautechnik	47
6.3.1	Lagergebäude	47
6.3.2	Betriebsgebäude.....	51
6.3.3	Bürogebäude	52
6.3.4	Wachgebäude.....	53
6.3.5	Außenanlagen.....	53
6.4	Anlagen- und Haustechnik.....	54
6.4.1	Krananlagen.....	54
6.4.2	Transporteinrichtungen.....	55
6.4.3	Lüftungsanlagen	55
6.5	Strahlenschutz	55
6.6	Brandschutz	56
6.7	Anlagensicherung	57
6.8	Einrichtungen zur Nachqualifizierung	58
7	Anforderungen an einen möglichen Standort	60
8	Berücksichtigung der Rückholmengen aus Variante 4	64
9	Literaturverzeichnis.....	65
	Abbildungsverzeichnis.....	67
	Tabellenverzeichnis.....	68

1 Einleitung und Zusammenfassung

In der Schachthanlage Asse II wurden im Zeitraum von 1967 bis 1978 Gebinde mit radioaktiven Abfällen eingelagert. Im Rahmen eines Optionenvergleichs wurden für die Schließung der Schachthanlage Asse II drei grundsätzlich unterschiedliche Optionen untersucht /1/. Eine dieser Optionen beinhaltet die Rückholung der unter Tage gelagerten Abfallgebände, die Konditionierung der geborgenen Abfallgebände und des kontaminierten Salzes, eine übertägige Zwischenlagerung und die anschließende Endlagerung in einem verfügbaren Endlager für radioaktive Abfälle.

Mit Schreiben vom 12.03.2010 /2/ hat die Asse GmbH die Planungsgemeinschaft GNS/WTI beauftragt, die Randbedingungen aus den vorliegenden Studien /4/, /5/ zur o. g. Rückholung zu prüfen und ein Konzept für ein übertägiges Zwischenlager mit entsprechenden Konditionierungseinrichtungen zu entwickeln. Dieses Konzept sollte so ausgearbeitet werden, dass die erforderlichen Einrichtungen an jedem geeigneten Standort in Deutschland realisiert werden können.

Im Einzelnen sollten dazu die folgenden Arbeiten durchgeführt werden:

- Durchsicht der vorliegenden Studien zur Rückholung der MAW- und LAW-Abfälle sowie Identifizierung erforderlicher Änderungen bzw. Ergänzungen bezüglich der in den Studien dargestellten Konditionierung und Zwischenlagerung,
- Darstellung der Rahmenbedingungen für die übertägige Konditionierung, Zwischenlagerung und Endlagerung rückgeholter radioaktiver Abfälle,
- Erarbeitung eines Konditionierungskonzeptes für rückgeholte radioaktive Abfälle einschließlich einer Konzeption für die erforderlichen übertägigen Konditionierungseinrichtungen,
- Entwicklung eines standortunabhängigen Konzeptes für die Gesamtanlage mit allen wesentlichen Gebäuden und Einrichtungen sowie
- Erarbeitung eines Anforderungskatalogs für den zu suchenden Standort.

Eine Kostenschätzung der Aktivitäten im Zusammenhang mit der Rückholung der Abfälle und Errichtung des Zwischenlagers war nicht Gegenstand des Auftrages.

Das entwickelte **standortunabhängige Konzept** für die **übertägige Nachqualifizierung und Zwischenlagerung** rückgeholter Abfälle ist im vorliegenden Bericht dargestellt und wird im Folgenden kurz zusammengefasst.

1.1 Verpackungs- und Lagerkonzept

Die Auswertung der vorliegenden Untersuchungen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachthanlage Asse zeigt Risiken in Bezug auf eine spätere Umsetzung (z. B. Zeitbedarf, Konditionierungs- und Verpackungstechnik, Logistik, Deklaration der Inhaltsstoffe). Deshalb wurde im Hinblick auf eine einfache, schnelle und funktionssichere Rückholung und Lagerung ein grundlegend anderes Konzept entwickelt.

Die Merkmale des entwickelten Verpackungs- und Lagerkonzeptes sind:

- Durchgehende Verwendung von standardisierten Overpacks (Umverpackungen) für alle Abfallströme. Diese Overpacks werden unter Tage befüllt, dicht verschlossen und außen kontaminationsfrei nach über Tage befördert.
- Mit dem Verzicht auf umfassende Konditionierungsmaßnahmen aufgrund der Verwendung von Overpacks in Verbindung mit störfallfesten Verpackungen wird dem Minimierungsgebot gemäß § 6 (1), StrlSchV /11/ Rechnung getragen.
- Entkopplung von Bergung, Konditionierung und Nachqualifizierung der Abfälle durch Verzicht auf eine Konditionierung unter Tage. Unter Tage erfolgen lediglich Probenahmen und ggf. radiologische Messungen.
- Die dichten Overpacks werden über Tage nicht mehr geöffnet. Erforderlichenfalls kann der Innenraum der Overpacks über Deckelanschlüsse getrocknet oder verfüllt werden.
- Durchgehende Verwendung von störfallfesten Verpackungen für die spätere Endlagerung. Dadurch ergeben sich erhebliche Einsparungen für den Konditionierungs-, Prüf- und Nachweisaufwand, bei gleichzeitig verbesserter Störfallsicherheit.

Das entwickelte Verpackungs- und Lagerkonzept führt im Vergleich zu den bisherigen Studien /4/, /5/ zu einer schnelleren und einfacheren Rückholung. Allerdings führt die durchgehende Verwendung von Overpacks und der Entfall der Kompaktierung (weil nicht machbar!) zu einer Vergrößerung des endzulagernden Abfallgebindevolumens. Der dadurch entstehende Mehraufwand für Verpackungen, Transporte und Lagerflächen wird kompensiert durch Einsparungen bei Konditionierung, schnellerer Rückholung und einfacherer Qualifizierung.

1.2 Zusammenfassung

Studien zur Rückholung

Die Auswertung der vorliegenden Studien /4/, /5/ zur Rückholung von radioaktiven Abfällen zeigt eine Reihe von offenen Punkten, die auch durch die ESK-Stellungnahme /3/ bestätigt werden. Die vorgeschlagene Konditionierung und die Nachqualifizierung der Abfälle unter Tage sind nicht realistisch. Das in den Studien ermittelte Endlagervolumen wird deutlich zu gering (Faktor 2) eingeschätzt.

Verpackungskonzept

Eine Konditionierung z. B. durch Zerlegung und Hochdruckverpressung ergibt keine signifikanten Vorteile bzgl. Volumen und Qualität. Eine Hochdruckverpressung der rückgeholten Abfälle wird daher nicht eingesetzt. Die geborgenen Abfälle werden unter Tage in außen kontaminationsfreien und dichten Verpackungen (Overpacks) eingeladen und dann nach über Tage befördert (Overpacks oder Gussbehälter). Durch diese Vorgehensweise werden nur in neue, intakte Behälter verpackte radioaktive Abfälle über Tage angeliefert und ein Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen weitgehend vermieden. Probenahmen erfolgen in der Regel unter Tage. Über Tage erfolgt eine Abfallcharakterisierung durch Messung sowie das Einstellen der Overpacks in Endlagerbehälter, die anschließend mit Bindemittel verfüllt werden. Auf der Basis dieses Konzeptes wird ein Volumen endzulagernder Abfallgebinde von **ca. 275.000 m³** ermittelt (die Studien /4/, /5/ geben **ca. 145.000 m³** an).

Erforderliche Infrastruktur

Die vorgegebenen Zeitansätze sehen eine Rückholung der Abfälle innerhalb eines Zeitraumes von 8 Jahren vor. Dies bedeutet, dass pro Tag 85 Overpacks über Tage anzunehmen, zu lagern und weiterzuverarbeiten sind. Gleichzeitig sind alle hergestellten Gebinde bis zur Endlagerung zwischenzulagern. Das konzipierte Zwischenlager sieht einen Lagerbereich, eine Verladehalle und einen Nachqualifizierungsbereich sowie die erforderlichen Nebengebäude wie Betriebsgebäude, Bürogebäude und Wachgebäude vor. Der benötigte umbaute Raum beträgt **ca. 1.300.000 m³** und ist damit größer als das bekannte Zwischenlager Nord (ZLN). Wird das Zwischenlager nicht am Standort Remlingen sondern an einem anderen Standort errichtet, so sind trotzdem in Remlingen Einrichtungen für die Transportbereitstellung und Charakterisierung der rückgeholten Abfälle zu schaffen.

Anforderungen an den Standort

Für das Zwischenlager ist ein geeigneter Standort mit einer Größe von ca. 25 ha erforderlich. Die dabei zu berücksichtigenden Anforderungen wurden zusammengestellt. Wichtigstes Kriterium ist die Lage des Standortes. Es wurden 3 Standortvarianten betrachtet. Optimal ist ein Standort direkt an der SchachanlageASSE, da hier der geringste Aufwand für Transport und Verpackung anfällt und eine Bereitstellungshalle nicht erforderlich ist. Zusätzlich wird die Rückholung zeitlich vom Abtransport entkoppelt und damit dem Minimierungsgebot gemäß AtG und StrlSchV Rechnung getragen.

2 Bewertung vorliegender Studien

Zunächst erfolgte eine Durchsicht und Bewertung der DMT/TÜV-Studie „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“ /4/ sowie der EWN/TÜV-Studie „Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“ /5/. Von den in diesen beiden Studien betrachteten Varianten soll die Variante 3 der DMT/TÜV-Studie für die nachfolgenden Betrachtungen zugrunde gelegt werden.

Die Variante 4 enthält gegenüber Variante 3 eine höhere Menge an Salz, die bei der Entsorgung zu berücksichtigen ist. Die sich daraus ergebenden Änderungen sind in Kap. 9 zusammengefasst.

Die Angaben in den beiden Studien zu den in der Schachtanlage Asse lagernden Stückzahlen und dem Zustand der Abfallgebinde werden als Basis für die weiteren Betrachtungen übernommen. In Tab. 1 sind die wesentlichen Ergebnisse aus beiden Studien zusammengestellt.

	In Schachtanlage Asse II vorhandene Gebinde			Nach MAW/LAW-Studien endlagergerecht verpackt			
lfd. Nr.	Benennung	Stück	m³	à	Benennung	Stück	m³
1	MAW Fässer (200 l)	1.301	260	1	GB II	1.301	ca. 1.700
2.	LAW						
2.1	VBA	14.779	17.740	Ø 2,5	KC V	5.912	64.440
2.2	Fässer (400 l)	(14.185)	(5.680)	-	-	-	-
2.3	Fässer (200 l)	(94.056)	(18.820)	-	-	-	-
2.4	Sonstige	(1.466)	(300)	-	-	-	-
2.5	2.2-2.4 = nVBA	109.707	24.600	Ø 18	KC V	6.095	66.435
2.6	Salzgrus (V3)	-	9.850	9 m³	KC V	1.094	11.925
2.7	Gesamt LAW	124.486	52.190			13.101	142.800
3	Gesamt LAW + MAW	125.787	52.450	-	-	14.402	144.500

DMT/TÜV- und EWN/TÜV-Studien: ca. 52.000 m³ Rohabfall ➔ 145.000m³ Endlagergebinde

Tab. 1: Ergebnisse der DMT/TÜV und EWN/TÜV Studien

Die Studien /4/ und /5/ gehen davon aus, dass die Rückholung der Abfälle in einem Zeitraum von **ca. 8 Jahren** mit dem Ziel erfolgt, die Abfallgebinde nach der Konditionierung an ein **End-lager** abzuliefern. Hierzu wurden folgende Ansätze in den Studien gemacht:

- Vorbehandlung der MAW-Gebinde unter Tage,
- Konditionierung von Teilmengen unter Tage und über Tage für LAW-Gebinde,
- Lagerung konditionierter Abfälle in einem Lager am Standort Remlingen und
- Abtransport und externe Konditionierung von Teilmengen für LAW-Gebinde. Externe Lagerung oder Rücktransport nach Remlingen.

Die Auslagerung umfasst folgende Abfallströme:

- MAW in Abschirmbehältern,
- Zwischenprodukte aus der Konditionierung unter Tage in 200-l/-400-l-Fässern,
- intakte VBA in Folie verpackt und
- Abfälle, beschädigte Gebinde und kontaminiertes Salz in Sonderbehältern.

Zu den übertägigen Einrichtungen für die Transportbereitstellung der Abfallgebinde gibt es in den Studien nur Angaben zur benötigten Fläche für MAW-Gebinde /5/. Weiterhin wird in den Studien /4/ und /5/ von einer Zerlegung und Hochdruckverpressung der Abfallgebinde ausgegangen, die unter Tage oder über Tage erfolgen soll.

Mit den gegebenen Randbedingungen:

- Platzangebot unter Tage,
- verfügbarer Zeitraum von 8 Jahren und
- der derzeit vorhandenen Technik

ist eine Konditionierung der Abfälle unter Tage (insbesondere durch Hochdruckverpressung) **nicht realisierbar**. Auch bei einer übertägigen Konditionierung werden aufgrund der Abfallbeschaffenheit (Styrol, Bitumen, Beton) noch spezielle Konditionierungsverfahren oder Verpackungstechniken entwickelt werden müssen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass eine Hochdruckverpressung der Abfälle schwierig zu bewerkstelligen ist und keine erkennbaren Vorteile erwarten lässt. Durch den hohen Anteil nicht kompressibler Abfallprodukte (Beton, Styrol, Bitumen, Innenabschirmungen) ergibt sich keine signifikante Volumenreduktion durch Hochdruckverpressung.

Weiterhin wurde geprüft, ob sich aus /6/ zusätzliche Anforderungen an die Verpackung rückgeholter Abfälle und für die Planung der Lager- und Verarbeitungseinrichtungen ergeben.

Die Auswertung der Studien ergibt folgende offene Punkte:

- Die Konditionierung unter Tage ist unrealistisch (Platzbedarf für Logistik, Durchsätze/Zeitbedarf, Lüftungstechnik, Umgebungsbedingungen, Strahlenexposition, Förderkorbabmessungen, Konditionierungstechnik etc.).
- Es ist nicht schlüssig dargelegt, wie Abfallgebinde außen kontaminationsfrei und dicht umschlossen über Tage ankommen.
- Hochdruckverpressung der Abfälle bringt keine signifikanten Vorteile. Heute verfügbare Technik ist nicht für die Verarbeitung korrosiver Materialien ausgelegt.
- Konditionierungs- und Verpackungstechnik für verschiedene Abfallströme sind noch zu entwickeln.
- Die Planungsprämissen für Abfälle sind nicht abgesichert (Mengen, physikalisch-chemischer Zustand, Inventare).
- Art- und Umfang der Probennahme zur Deklaration der Inhaltsstoffe von Abfällen vor der Konditionierung und Transport sind zu klären (insbesondere Kernbrennstoffgehalt).
- Das Verpackungskonzept ist für VBA nicht geeignet. Sonderbehälter für defekte Gebinde (z. B. zerdrückte VBA und beschädigte Behälter) sind nicht spezifiziert und
- Das ermittelte Endlagervolumen ist deutlich zu gering.

Die vorgenannten Punkte führen zu anderen als in /4/ und /5/ beschriebenen Planungsprämissen für die Konditionierung und Zwischenlagerung der rückgeholten Abfälle und zu einem anderen konzeptionellen Ansatz für die Verpackung.

Für die nachfolgende Konzeptentwicklung werden folgende **Planungsprämissen** verwendet:

1. Keine Abfallkonditionierung unter Tage
2. Alle MAW-Abfälle werden unter Tage in Gussbehälter Typ II eingestellt und außen kontaminationsfrei über Tage angeliefert.
3. Alle LAW-Abfälle werden unter Tage in dichte Overpacks eingestellt und außen kontaminationsfrei über Tage angeliefert.
4. Probenahme und Kennzeichnung der Abfallgebinde erfolgt in der Regel unter Tage. Die für die Abfallcharakterisierung bzw. für die Erstellung der Transportdokumentation an den Abfallgebinden erforderlichen Messungen können in übertägigen oder untertägigen Einrichtungen durchgeführt werden.

3 Verpackungskonzept

3.1 Beschreibung der vorhandenen radioaktiven Abfälle

Die Einlagerung der radioaktiven Abfälle erfolgte auf Basis der seinerzeit gültigen Annahmebedingungen /7/ und /8/. Für die Rückholung der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Abfallgebinde mit radioaktiven Abfällen ist ein Verpackungskonzept zu erstellen. Dabei sind folgende Abfallgebinde nach ihrer Bergung zur weiteren Behandlung zu übernehmen (siehe Tab. 2):

Gebindeart	Anzahl	max. Masse	zulässige Aktivität	
			β/γ [Bq]	α [Bq]
MAW-Gebinde				
Fässer (200 l)	1.301	1.000 kg	3,7E+13	1,9E+11
LAW-Gebinde				
VBA	14.779	5.000 kg	9,25E+11	3,7E+11
Fässer (200 l)	94.056	1.250 kg	1,9E+11	7,4E+10
Fässer (400 l)	14.185	1.250 kg	3,7E+11	1,5E+11
Sonstige	1.466	wie LAW-Fässer		
Salz	9.850 m ³	Kontamination zurzeit nicht bekannt		

Tab. 2: Angaben zu den vorhandenen radioaktiven Abfällen gemäß /4/ und /5/

MAW-Gebinde liegen ausnahmslos in 200-l-Rollreifenfässern mit Winkelringdeckel vor. Für LAW-Gebinde wurden verschiedene Verpackungsformen verwendet. Die Abb. 1 und Abb. 2 zeigen Beispiele für verwendete Abfallverpackungen, die in der Schachtanlage Asse II eingelagert wurden /7/, /8/.

Die äußeren Abmessungen der Abfallgebinde betragen zwischen 0,9 m und 1,40 m in der Höhe bzw. 0,6 m und 1,06 m im Durchmesser.

MAW-Gebinde

Die MAW-Gebinde wurden von der Firste in die Kammer 8a eingebracht und liegen ungeordnet auf einem Haufen. Es handelt sich um 200-l-Fässer, die eine abgeschirmte Handha-

bung und Verpackung erfordern. Die Fässer können zusätzliche Innenabschirmungen enthalten.

Für die Anlieferung zur Schachtanlage Asse II wurden Abschirmbehälter mit 13 cm Bleiabschirmung verwendet, an deren Oberfläche eine maximale Dosisleistung von 2 mSv/h erlaubt war. Die Aktivität der Beta-Gamma-Strahler war auf 1.000 Ci (ca. $3,7\text{E}+13\text{Bq}$), die Aktivität der Alpha-Strahler auf 5 Ci (ca. $1,9\text{E}+11\text{Bq}$) je Fass begrenzt.

LAW-Gebinde als verlorene Betonabschirmungen (VBA)

Die VBA bestehen aus einem Innenbehälter, in der Regel ein 200-l-Fass, das das Abfallprodukt enthält und einer Betonabschirmung, die mit Beton vergossen wurde. Der Innenbehälter kann innere Abschirmungen enthalten. Für die Anlieferung an die Schachtanlage Asse II wurde keine zusätzliche Abschirmung benötigt. Die Dosisleistung war bei der Anlieferung auf 2 mSv/h an der Oberfläche und 0,1 mSv/h in 1 m Abstand von der Oberfläche der VBA begrenzt.

Die Aktivität der Beta-Gamma-Strahler ist nach /8/ auf 25 Ci (ca. $9,25\text{E}+11\text{Bq}$) und für Alpha-Strahler auf 10 Ci (ca. $3,7\text{E}+11\text{Bq}$) je VBA begrenzt. Die Tritiumaktivität wurde in /8/ auf 10 mCi (ca. $3,7\text{E}+8\text{Bq}$) pro 200-l-Fass begrenzt. Kernbrennstoffe (U-233, U-235, Pu-239, Pu-241) wurden wie „sonstige schwach radioaktive Abfälle“ behandelt, wenn ihr Gesamtgehalt pro Abfallgebinde nicht mehr als 15 g/200-l-Fass betrug.

Im Rahmen von Sondergenehmigungen wurden Ionentauscherharze, die mit Styrol verfestigt wurden, in Form von VBA mit 100-l-Innenbehälter eingelagert /9/. Abb. 1 zeigt Beispiele für verschiedene VBA-Ausführungsformen.

LAW-Gebinde in 200-l- und 400-l-Fässern

Die LAW-Abfälle liegen zum größten Teil in 200-l-Fässern (94.056 Fässer) und in 400-l-Fässern (14.185 Fässer) vor. Diese Fässer oder Blechtrommeln können auch Innenbehälter enthalten, wobei eine allseitige, innere Betonauskleidung bei 200-l-Fässern von mindestens 50 mm und bei 400-l-Fässern von mindestens 75 mm Betonstärke vorhanden sein kann. Die 400-l-Fässer können darin eingesetzte 200-l-Fässer mit betonvergossenen Zwischenräumen enthalten. Abb. 2 zeigt Beispiele für 200-l-/400-l-Fassausführungen.

Sonstige LAW-Gebinde

Abweichend von den 200-l- und 400-l-Fässern wurden Abfallgebinde mit anderen Abmessungen eingelagert. Die maximalen Abmessungen waren durch die Förderkorbabmessungen begrenzt.

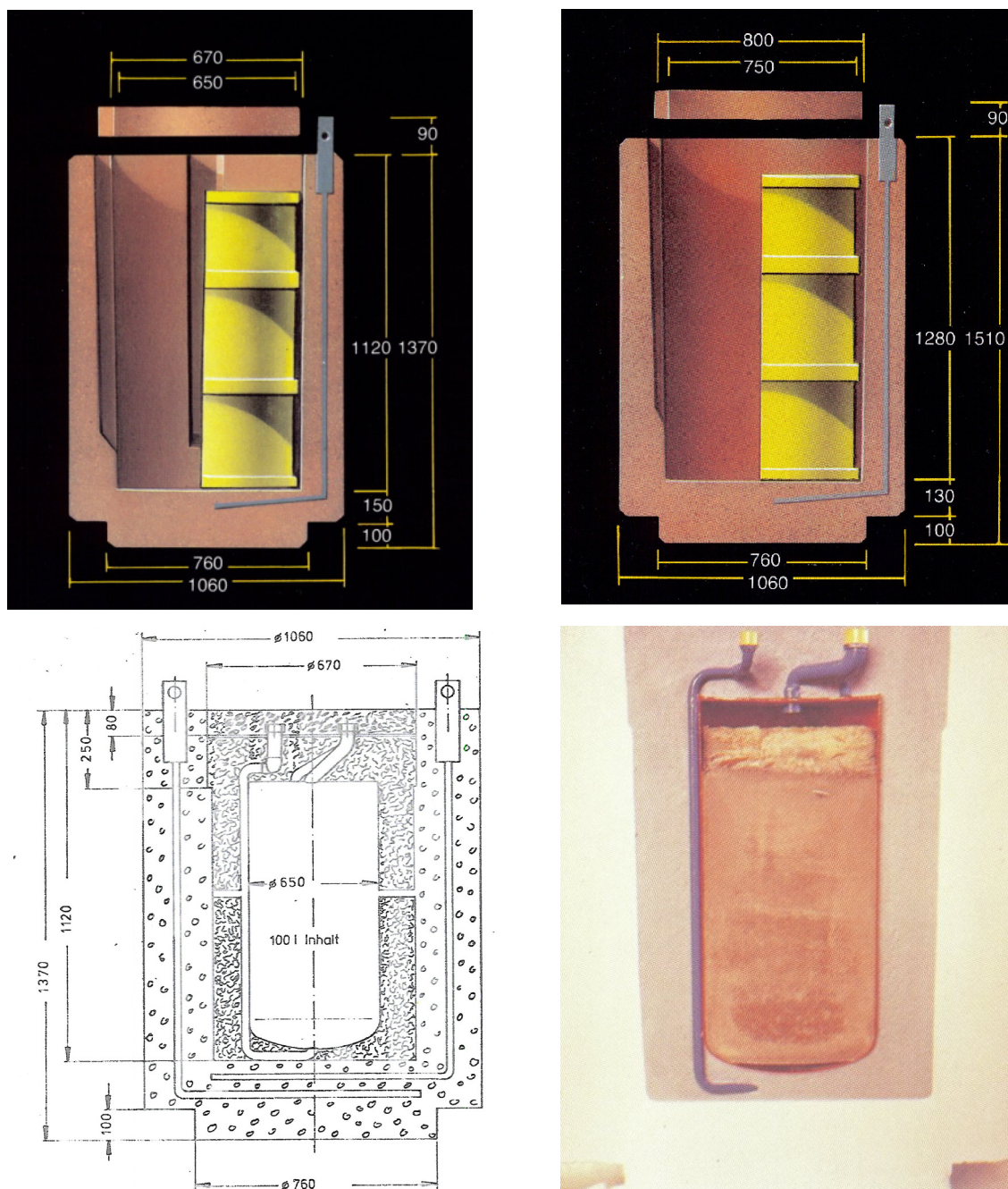
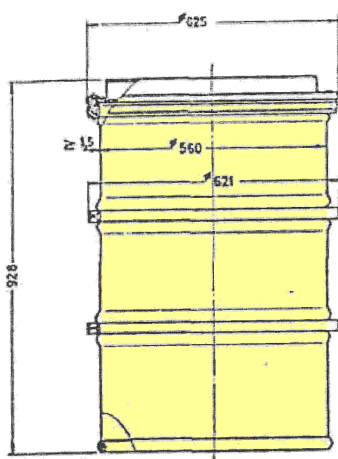


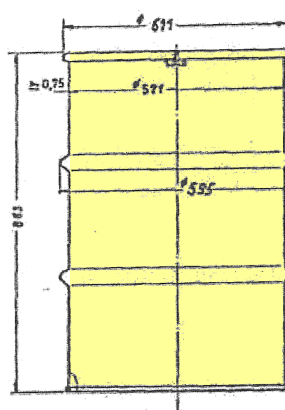
Abb. 1: Beispiele für VBA-Ausführungen

Salz

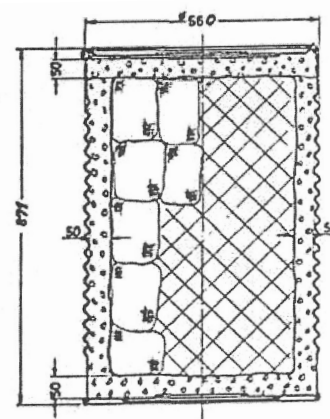
Bei der Bergung der Abfallgebinde fällt Salz an, das während der Lagerzeit möglicherweise durchfeuchtet und kontaminiert wurde. Soweit eine Freimessung nicht erfolgen kann, ist dieses Salz als radioaktiver Abfall zu entsorgen.



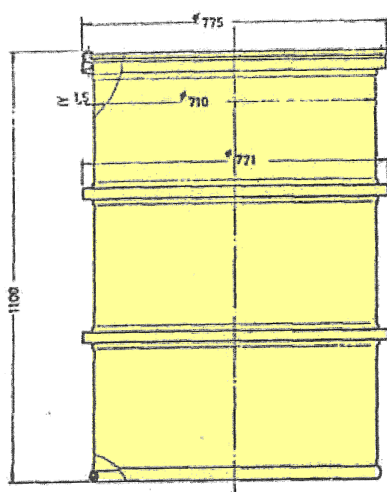
200-l-Rollreifenfass



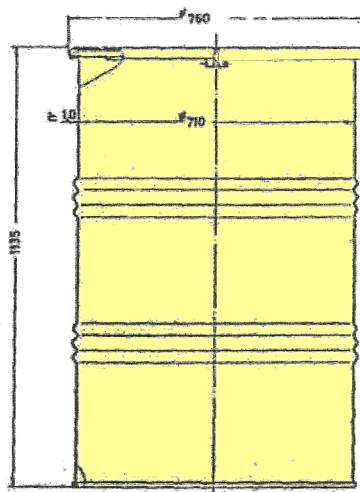
200-l-Rollsickenfass



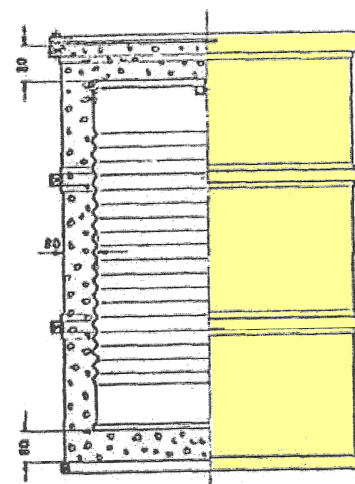
200-l-Betonauskleidung



400-l-Rollreifenfass



400-l-Rollsickenfass



400-l-Betonauskleidung

Abb. 2: 200-l-/400-l-Fassausführungen für LAW-Abfälle (Beispiele aus /8/)

3.2 *Randbedingungen für die Verpackung*

3.2.1 *Zustand der Abfallgebinde*

Die Einlagerungskammer, in die die Gebinde eingebracht wurden, sind zum großen Teil durch Verschlussbauwerke oder Salzhautwerke verschlossen. Ausnahmen sind die Kammern 8a (MAW-Abfälle) sowie 5/750 und 7/25. Die Zwickel zwischen den Abfallgebinden und die Restholräume in den Kammern sind teilweise mit Salzversatzmaterial verfüllt.

Sowohl für die MAW-Gebinde als auch für die LAW-Gebinde (VBA und Fässer) ist derzeit nicht bekannt, in welchem Zustand sich diese befinden. Es muss davon ausgegangen werden, dass Beschädigungen der Abfallgebinde durch mechanische Einwirkung und Korrosion vorliegen. Ebenso muss davon ausgegangen werden, dass vorhandene Abschirmungen, Anschlagmöglichkeiten zur Handhabung der Abfallgebinde oder Umschließungen nicht mehr funktionsfähig sind. Des Weiteren muss davon ausgegangen werden, dass sowohl die Außenflächen der Abfallgebinde als auch das umgebende Salz kontaminiert sind. Es ist davon auszugehen, dass Teilbereiche der Kammern durchfeuchtet sind, was Konsequenzen im Hinblick auf die Bergung und die Anhaftung von Salz an den Abfallgebinden hat. Diese möglichen Erschwernisse sind bei der weiteren Behandlung der Abfallgebinde zu berücksichtigen.

3.2.2 *Randbedingungen für den Transport auf dem Asse-Gelände*

Die bei der Rückholung unter Tage geborgenen Gebinde können zerstört oder so beschädigt sein, dass ein Abschirmungsverlust bzw. eine Kontamination vorliegen kann. Zur weiteren Behandlung (über Tage) müssen die Abfallgebinde weitgehend kontaminationsfrei und hinreichend abgeschirmt (siehe Kap. 3.2.4) übergeben werden. Hiermit wird auch eine Kontamination der Förderanlage vermieden. Zur Einhaltung dieser Vorgaben werden Overpacks eingesetzt. Die Untertage in Overpacks verpackten radioaktiven Abfälle werden bis zum Abtransport in eine externe Einrichtung oder zum Endlager nur auf dem Werksgelände transportiert. Die hierzu notwendigen übertägigen Anlagen befinden sich dazu entweder direkt auf dem Werksgelände der Schachtanlage Asse oder grenzen unmittelbar an das Werksgelände an. Dies bedeutet, dass Transporte auf öffentlichen Verkehrswegen zwischen Schacht und Bereitstellungshalle vermieden werden.

3.2.3 Randbedingungen für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen

Für den Transport in ein externes Zwischenlager oder in ein Endlager müssen die Abfallgebinde so befördert werden, dass sie die Anforderungen der Transportvorschriften /10/ erfüllen. Grundsätzlich sollen alle Abfallgebinde in 20'-Containern transportiert werden. Hierbei gelten die in Tab. 3 genannten Grenzwerte.

Kontaminationsgrenzwerte	
Beta-/Gamma-Strahler:	4,0 Bq/cm ²
Alpha-Strahler:	0,4 Bq/cm ²
Dosisleistungsgrenzwerte	
Oberflächendosisleistung:	2 mSv/h
Dosisleistung in 2 m Abstand vom Fahrzeug bzw. Container:	0,1 mSv/h

Tab. 3: Grenzwerte für den Transport /10/

Die **LAW-Gebinde** (200-l-/400-l-Fässer und VBA) durften zum Einlagerungszeitpunkt bis zu 25 Ci (ca. 9,25E+11Bq) Beta-/Gamma-Strahler enthalten. Bei Verwendung von IP-2-Verpackungen für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen, die als Inhalt LSA-III nach /10/ enthalten, darf die spezifische Aktivität das 10⁻³-fache des A₂-Wertes (z. B. 6E+11Bq für Cs-137 oder 4E+11Bq für Co-60) betragen. Bei der Annahme von minimal 50 kg radioaktivem Inventar für ein 200-l-Fass würde die zugehörige Aktivität für Cs-137 3E+13 Bq und für Co-60 2E+13Bq betragen. Die Aktivität wird jedoch begrenzt durch eine zulässige Dosisleistung von 10 mSv/h am unabgeschirmten Abfall in 3 m Abstand. Für ein 200-l-Fass mit Abfall würde diese Dosisleistung bei LAW-Gebinden einschließlich VBA mit einem Aktivitätsinhalt von 25 Ci (9,25E+11Bq) Cs-137 ca. 6 mSv/h betragen. Für die gleiche Aktivität von Co-60 beträgt diese Dosisleistung ca. 20 mSv/h. Da seit der Einlagerung mehr als 30 Jahre Abklingzeit (1 Halbwertszeit für Cs-137 oder 6 Halbwertszeiten für Co-60) vergangen sind, sind alle LAW-Gebinde voraussichtlich in IP-2-Verpackungen transportierbar. Dies wird beim nachfolgend beschriebenen Konzept für den Transport und die Lagerung der LAW-Gebinde vorausgesetzt.

Die **MAW-Abfälle** halten dieses Dosisleistungskriterium nicht ein. Die MAW-Abfälle erfordern daher für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen Typ B-Verpackungen.

Der Kernbrennstoffgehalt (U-233, U-235, Pu-239, Pu-241) wurde nach /7/ und /8/ als „sonstige radioaktive Stoffe“ behandelt, wenn die Masse nicht mehr als 15 g pro Abfallgebinde betrug. Höhere Kernbrennstoffgehalte als 15 g pro Abfallgebinde waren durch die zugehörige Aktivität der Alpha-Strahler begrenzt. Abfallgebinde mit mehr als 15 g Kernbrennstoffgehalt müssen nach Prüfung der Bedingungen in /10/ ggf. als spaltbare Stoffe transportiert werden. Dies muss im Rahmen der Abfallcharakterisierung eindeutig nachgewiesen werden. In diesem Fall sind die Vorschriften für Versandstücke, die spaltbare Stoffe enthalten, zu beachten und entsprechende Zulassungen für die IP-2 und Typ B-Verpackungen zu beantragen, weil es bisher noch keine Verpackungen gibt, die über eine solche Zulassung verfügen.

3.2.4 Randbedingungen für die Zwischenlagerung

Wenn die Zwischenlagerung an einem anderen Ort als auf dem Gelände der SchachtanlageASSE II erfolgen soll, dann werden die Transporte der Abfallbehälter unter Verwendung von 20'-Containern, in denen Gussbehälter, Konrad-Container oder Overpacks eingestellt sind, durchgeführt.

Für die Zwischenlagerung gelten folgende Randbedingungen für die Abfallgebinde:

Kontamination:	4 Bq/cm ² (Beta-/Gamma-Strahler)
	0,4 Bq/cm ² (Alpha-Strahler)
Oberflächendosisleistung:	2 mSv/h
Dosisleistung in 1 m Abstand:	0,1 mSv/h für Overpacks, Gussbehälter
Dosisleistung in 2 m Abstand:	0,1 mSv/h für Container

Die Abfallgebinde sollen gestapelt zwischengelagert werden. Hierzu wird von folgenden maximalen Einzelmassen der Abfallgebinde ausgegangen:

Gussbehälter Typ II:	10 Mg
Konrad-Container:	20 Mg
20'-Container:	24 Mg

Für die Zwischenlagerung der Abfallgebinde ist eine Genehmigung nach § 7 StrlSchV /11/ erforderlich. Bei Gebinden mit einem Kernbrennstoffgehalt > 15 g/100 kg ist außerdem eine Genehmigung nach § 6 des Atomgesetzes /12/ für die Zwischenlagerung und nach § 9 des

Atomgesetzes /12/ für den Umgang erforderlich. Daneben sind die Leitlinien der RSK für die längerfristige Zwischenlagerung schwach- und mittelaktiver Abfälle zu beachten /13/.

3.2.5 Randbedingungen für die Endlagerung

Die rückgeholten Abfallgebinde sollen nach geeigneter Verpackung und Zwischenlagerung in ein Endlager gebracht werden. Konkrete Bedingungen für die Bereitstellung endlagerfähiger Abfallgebinde liegen derzeit nur für das Endlager Konrad vor. Für die vorliegende Studie werden daher die Endlagerungsbedingungen Konrad /14/ zugrunde gelegt.

Für die Auswahl von geeigneten Verpackungen sind die Abfälle in 6 Abfallproduktgruppen und 2 Abfallbehälterklassen, bei denen noch in störfallfeste und nicht störfallfeste Verpackungen zu unterscheiden ist, einzustufen. Unabhängig davon ist die Endlagerfähigkeit von kernbrennstoffhaltigen Abfallgebinden gesondert nachzuweisen.

Alle Abfallgebinde mit radioaktiven Abfällen müssen vor der Endlagerung so verpackt werden, dass die Grundanforderungen an endzulagernde radioaktive Stoffe nach /14/ erfüllt werden. Abhängig von der Aktivität im Abfallgebinde können darüber hinaus Anforderungen an das Abfallprodukt und an die Abfallbehälterklasse gestellt werden. Bei Verwendung von **störfallfesten Verpackungen** der Abfallbehälterklasse I und bei Verpackungen der Abfallbehälterklasse II werden über die Grundanforderungen hinaus keine weiteren Anforderungen an die Abfallprodukte gestellt. Durch die Verwendung störfallfester Verpackungen sind damit zeit- und dosisintensive Konditionierungsschritte und aufwendige Untersuchungen zur Nachqualifizierung der Abfallprodukte vermeidbar. Die Verwendung störfallfester Verpackungen der Abfallbehälterklasse I erfordert jedoch eine Ummantelung des Abfallprodukts mit inaktiven Material, wobei eine geringere Anzahl Abfallgebinde pro Endlagergebinde verpackt wird und das Abfallgebindevolumen sich erhöht. Diese Erhöhung des Abfallgebindevolumens wird aber kompensiert durch die Einsparung von Aufwand bei der Nachqualifizierung und Konditionierung in Verbindung mit einer wesentlichen Verbesserung der Störfallsicherheit.

Unter der Annahme, dass die Aktivität aus Co-60 (5,27 Jahre Halbwertszeit), Cs-137 (30,17 Jahre Halbwertszeit) und Am-241 (432 Jahre Halbwertszeit) besteht, würden nach /14/ folgende Störfallsummenwerte bei einer Ausschöpfung von 0,1 im Regelfall bzw. 1 bei störfallfester Verpackung jeweils für das einzelne Nuklid gelten (siehe Tab. 4):

Abfallbehälterklasse I		Co-60	Cs-137	Am-241
Abfallproduktgruppe	APG 01 (0,1):	5,0E08 Bq	5,1E08 Bq	7,6E07 Bq
	APG 02 (0,1):	1,7E10 Bq	1,9E10 Bq	3,7E09 Bq
	APG 03 (0,1):	6,1E10 Bq	6,4E10 Bq	9,3E09 Bq
	APG 04 (0,1):	1,6E11 Bq	1,7E11 Bq	2,3E10 Bq
	APG 05 (0,1):	5,0E11 Bq	5,1E11 Bq	7,6E10 Bq
	APG 06 (0,1):	5,0E11 Bq	5,1E11 Bq	7,6E10 Bq
	APG 06 (1):	5,0E12 Bq	5,1E12 Bq	7,6E11 Bq
Abfallbehälterklasse II	(0,1):	1,2E13 Bq	1,3E13 Bq	1,9E12 Bq
	(1):	1,2E14 Bq	1,3E14 Bq	1,9E13 Bq

Tab. 4: Beispiel für Störfallgrenzwerte /14/

Nuklidgemische sind in der Summenformel zu berücksichtigen. Für Cs-137 ist die Aktivität seit der Schließung der Schachanlage Asse II (1979) um den Faktor 2 abgeklungen, die Alpha-Aktivität von Am-241 ist dagegen nur unwesentlich abgeklungen. Für Co-60 liegen zwischenzeitlich etwa 6 Halbwertszeiten vor (Faktor 64).

Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen ist für jedes einzelne Abfallgebinde nachzuweisen. Dazu sind neben Dosisleistungsmessungen auch nuklidspezifische Angaben erforderlich. Dies setzt eine entsprechende Messtechnik voraus.

3.3 Abfallbehandlung und Abfallprodukte

3.3.1 Allgemeines

Für diese Studie wird von folgenden Prämissen bezüglich der Verpackung und Behandlung der radioaktiven Abfälle ausgegangen:

- Die Nachqualifizierung erfolgt auf Basis der Konrad-Annahmebedingungen und ausschließlich über Tage in neu zu errichtenden Anlagen.
- Rückgeholte Abfälle werden über Tage in dichten, außen kontaminationsfreien und transportfähigen Behältern angeliefert. Die Behälterabmessungen orientieren sich an den Förderkorbabmessungen.
- Grundlage für die Mengenermittlung ist die Variante 3 der DMT/TÜV-Studie (Salzmenge

ca. 10.000 m³ zusätzlich zur Abfallmenge).

- Transporttechnik unter Verwendung von 20'-Containern, VBA werden ausschließlich in Endlagercontainern transportiert,
- Die Abmessungen des Förderkorbes (Länge: 2,20 m, Breite: 1,18 m, Höhe: 6,45 m) und die zulässige Last von 10 Mg begrenzen die Anzahl, Masse und Größe der über Tage ankommenden Gebinde.

3.3.2 Konditionierung

Ein großer Teil der in der Schachtanlage Asse II lagernden Abfallgebände enthält nicht kompaktierbare, zementierte, bituminierte oder in Styrol eingebundene radioaktive Abfälle. Durch Verwendung innerer Abschirmungen in den Abfallbehältern oder durch Vergießen von Zwischenräumen zwischen Innen- und Außenbehältern wurden vor der Einlagerung Abschirmwirkungen zur Einstellung der zulässigen Dosisleistungen an den Abfallgebänden realisiert. Bei einer Hochdruckverpressung dieser Abfälle würde die Abschirmung zerstört werden, was zu einer unkalkulierbaren Dosisleistungserhöhung am Abfallprodukt und Strahlenbelastung des Personals führen könnte. Eine Hochdruckverpressung dieser Abfälle ist nicht sinnvoll.

MAW

In /5/ wird vorgeschlagen, die MAW-Gebinde in externen Einrichtungen zu konditionieren (zerlegen, verpressen, verpacken). Dieser Ansatz ist aus folgenden Gründen nicht zielführend:

- Für größere Teilmengen (Beton, Bitumen) ergibt sich keine Volumenreduktion oder Produktverbesserung.
- Eine externe Konditionierung ist mit zusätzlichen Transporten verbunden und macht den Einsatz einer Heiße-Zellen-Technik erforderlich. Die benötigte Zellenkapazität ist derzeit in Deutschland nicht verfügbar, deshalb müssten neue Einrichtungen gebaut werden. Dies wäre nur mit Asse-MAW Mengen nicht zu begründen. Darüber hinaus sind MAW-Transporte sehr aufwändig. Die Verpackungen sind gemäß den verkehrsrechtlichen Vorschriften zu qualifizieren. Dieser Prozess kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen, weil es für diesen Inhalt derzeit keine zugelassenen Transportverpackungen gibt. Eine Konditionierung von MAW aus Asse in externen Einrichtungen ist aus den o. g. Gründen nicht zielführend und unwirtschaftlich.
- Durch Einsatz von Gussbehältern als störfallfeste Verpackung der Abfallbehälterklasse II können ohne Nachbehandlung endlagerfähige Gebinde hergestellt werden.

LAW

In /4/ wird vorgeschlagen, die LAW-Gebinde unter Tage zu konditionieren (im Wesentlichen Hochdruckverpressung). Beides ist aus mehrfach angeführten Überlegungen nicht zielführend:

- Für den Untertage-Einsatz geeignete Hochdruckpressen zur Verpressung von teilweise durchfeuchteten, salzhaltigen Abfällen sind bisher nicht entwickelt (Korrosionsfestigkeit).
- VBA können mit der vorhandenen Technik nicht hochdruckverpresst werden, zementierte und bituminierte Abfälle in 200-l-/400-l-Fässern ebenfalls nicht (nicht komprimierbar).
- Bei Verwendung von **störfallfesten Verpackungen** der Abfallbehälterklasse I für die Verpackung der LAW-Abfälle können endlagerfähige Abfallgebilde erzeugt werden, ohne dass von der Abfallproduktgruppe 04 und damit von der Hochdruckverpressung Kredit genommen werden muss. Die Hochdruckverpressung der LAW-Abfälle erbringt daher weder durch signifikante Volumenreduktion noch durch die Erhöhung der zulässigen Aktivität ausreichende Vorteile zur Konditionierung der LAW-Gebinde.

Fazit:

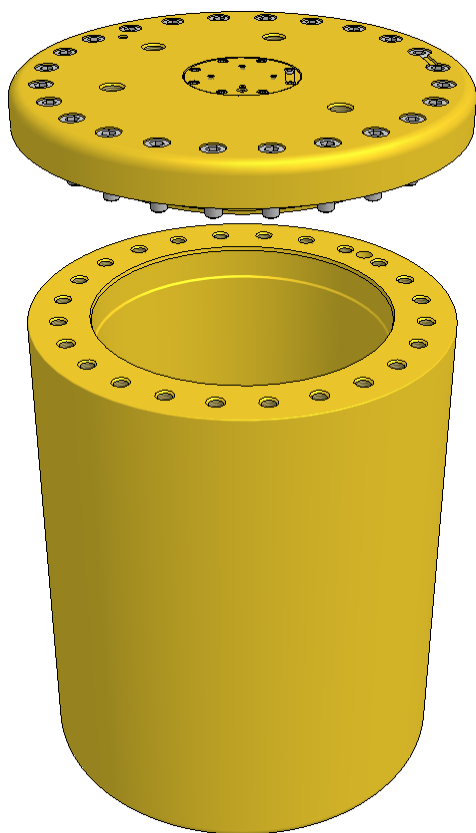
1. MAW-Abfälle werden unter Tage in Gussbehältern verpackt und über Tage gelagert.
2. LAW-Abfälle werden ohne weitere Behandlung in Overpacks nach über Tage transportiert.
3. Probenahme erfolgt vor Ort unter Tage im Rahmen der Bergung.
4. Die Qualifizierung für die Zwischen- und Endlagerung erfolgt durch Messen (über Tage oder unter Tage) und Einstellen der Overpacks in Endlagerbehälter mit anschließender Verfüllung (über Tage).

3.4 Abfallbehälter und Verpackung

3.4.1 Abfallbehälter für MAW-Abfälle

Zur Verpackung der MAW-Fässer sind Gussbehälter Typ II vorgesehen.

Die Gussbehälter können an der Innenseite mit einer variablen Bleiabschirmung ausgestattet sein. Bei Verpackung von intakten 200-l-Fässern in Gussbehälter sind ein Mindestdurchmesser von ca. 650 mm und eine Mindesthöhe von ca. 950 mm im Gussbehälter erforderlich. Damit ist eine Bleiabschirmung von max. 40 mm möglich. Stark deformierte MAW-Fässer müssen unter Tage in eine verpackbare Geometrie gebracht oder stückweise in die Gussbehälter verpackt werden. Abb. 3 zeigt einen Gussbehälter Typ II.



Außendurchmesser:	1.060 mm
Außenhöhe:	1.500 mm
Innendurchmesser:	740 mm
Innenhöhe:	1.140 mm

Abb. 3: Gussbehälter Typ II für die Aufnahme von MAW-Fässern

Die Gussbehälter müssen aufgrund ihrer Masse (bis 8 Mg) einzeln nach über Tage gefördert werden. Die Gussbehälter Typ II sind als **störfallfeste Verpackung** der Abfallbehälterklasse II beantragt. Es liegen verkehrsrechtliche Zulassungen als Typ B-Verpackung vor. Die Zulassung für spaltbare Stoffe müsste noch für die MAW-Abfälle beantragt werden, falls dies erforderlich wird.

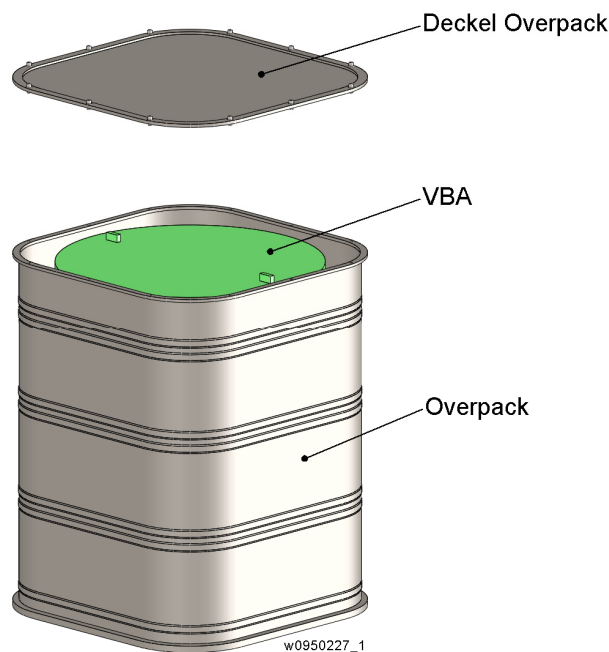
3.4.2 Abfallbehälter für LAW-Abfälle

Für die LAW-Abfälle sind folgende Overpacks und Container erforderlich:

- Overpacks für VBA,
- Overpacks für 200-l-Fässer oder Salz,
- Overpacks für 400-l-Fässer oder Salz,
- 20'-Container für den Transport der in Overpacks verpackten radioaktiven Abfälle,

- Container Typ II für die Aufnahme einer VBA,
- Container Typ IV für die Aufnahme von zwei VBA sowie
- Container Typ V für Overpacks (überwiegende Anzahl).

Für die Verpackung der VBA werden unter Tage Overpacks verwendet (Abb. 4). Die Abmessungen der Overpacks für VBA sind durch die Förderkorbabmessungen begrenzt. Hierbei verbleibt kein Platz für eine ausreichende Abschirmung für stark deformierte VBA oder VBA mit zerstörter Abschirmung. Solche Abfallgebinde müssen unter Tage entweder in Teilen oder die enthaltenen Fässer in abgeschirmte Overpacks eingestellt werden. Hierzu muss ggf. die beschädigte Betonabschirmung entfernt und das enthaltene Fass geborgen werden. Die über Tage in Overpacks angelieferten VBA werden als Einzelgebinde in Container Typ II oder vorzugsweise liegend zu jeweils 2 Stück in Container Typ IV (Abb. 5) verpackt. Hierzu sind entsprechende Einrichtungen unter Tage vorzusehen.



Overpack für VBA

$$V = 1,6 \text{ m}^3$$

$$L = 1,15 \text{ m}$$

$$B = 1,15 \text{ m}$$

$$H = 1,47 \text{ m}$$

Abb. 4: Overpack für VBA

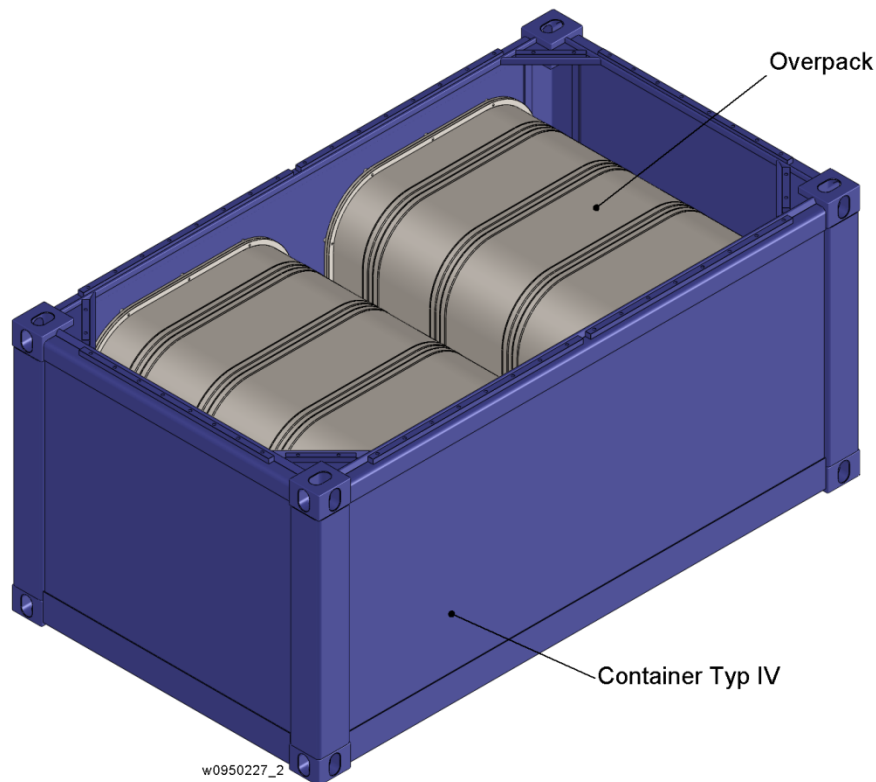
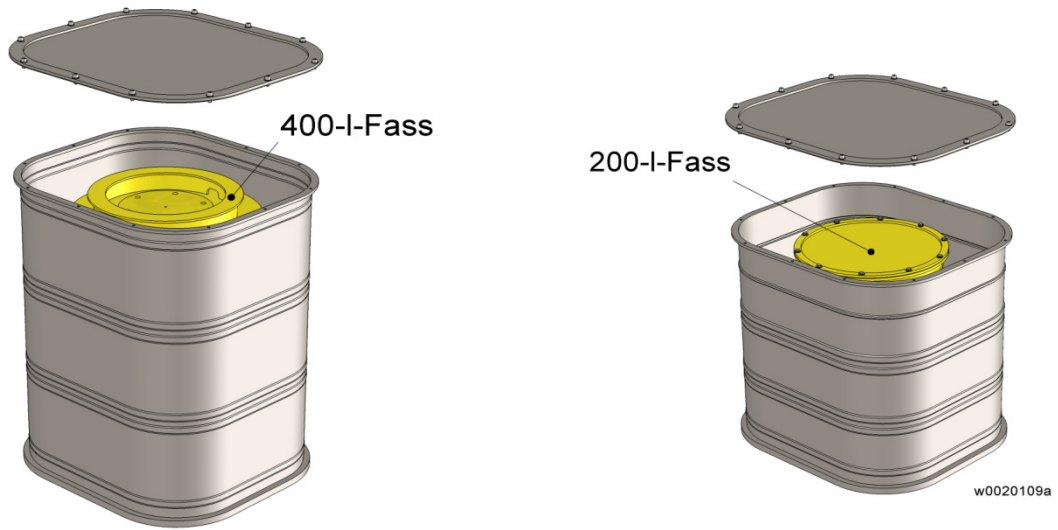


Abb. 5: *Container Typ IV mit 2 VBA im Overpack*

In Abb. 6 sind verschiedene Overpacks (Stahlblech) für die Verpackung von 200-l-Fässern und 400-l-Fässern dargestellt. Die Abmessungen der Overpacks sind für intakte und deformierte Fässer ausreichend bemessen. Für kontaminiertes Salz wird ein Overpack mit ca. 1 m³ Volumen eingesetzt. Über Prüf- und Befüllanschlüsse (z. B. Schraubstopfen) können an den Overpacks Nachqualifizierungsmaßnahmen wie z. B. Hohlraumverfüllung oder Trocknung des Inhaltes durchgeführt werden.

Der Transport dieser Overpacks auf öffentlichen Verkehrswegen erfolgt in 20'-Containern. Ein Beispiel eines 20'-Containers mit Overpacks ist in Abb. 7 dargestellt.

Zur Herstellung der Endlagergebinde werden die Abfälle mit den Overpacks in Container Typ II, Typ IV oder Typ V eingestellt. Es werden **störfallfeste Verpackungen** durch Vergießen der Overpacks und der Zwischenräume in den Containern hergestellt. Dabei wird eine ausreichende Schichtdicke des Vergussmaterials zwischen Overpacks und Containerwand eingehalten, um den Anforderungen zu genügen (Wärmeleitwiderstand). Damit wird eine erhebliche Einsparung von Konditionierungsaufwand in Verbindung mit detaillierter Nachweisführung von Abfallprodukteigenschaften erreicht.



Overpack für 400-l-Fass

$$\begin{aligned} V &= 0,93 \text{ m}^3 \\ L &= 1,0 \text{ m} \\ B &= 0,9 \text{ m} \\ H &= 1,29 \text{ m} \end{aligned}$$

Overpack für 200-l-Fass

$$\begin{aligned} V &= 0,7 \text{ m}^3 \\ L &= 1,0 \text{ m} \\ B &= 0,9 \text{ m} \\ H &= 0,99 \text{ m} \end{aligned}$$

Abb. 6: Overpacks für Fässer

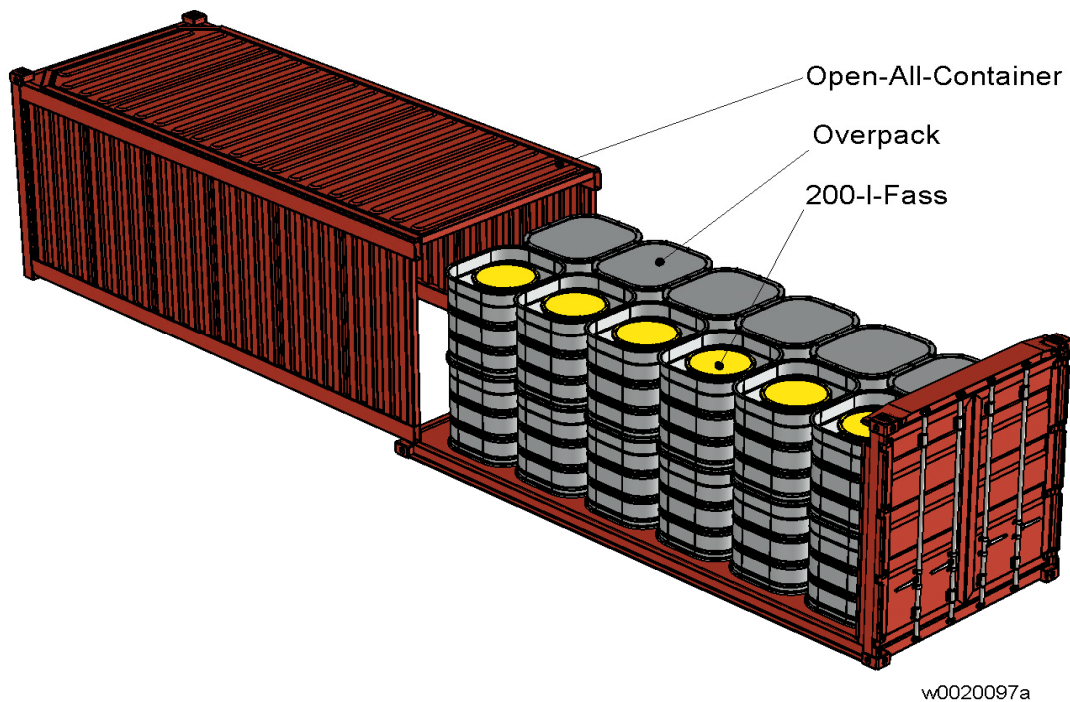


Abb. 7: Beispiel eines 20'-Containers mit Overpacks

Es können bis zu 24 Overpacks für 200-l-Fässer oder 12 Overpacks für 400-l-Fässer in einem 20'-Container transportiert werden.

Overpacks für 200-l-Fässer können auch in Container Typ V eingestellt und in diesen transportiert werden. In Abb. 8 ist ein Konrad-Container mit sechs eingestellten Overpacks für 200-l-Fässer dargestellt. Die Overpacks und der Container sind mit Deckeln dicht verschlossen. Die Container Typ V werden zum Transport auf öffentlichen Verkehrswegen in 20'-Container eingestellt.

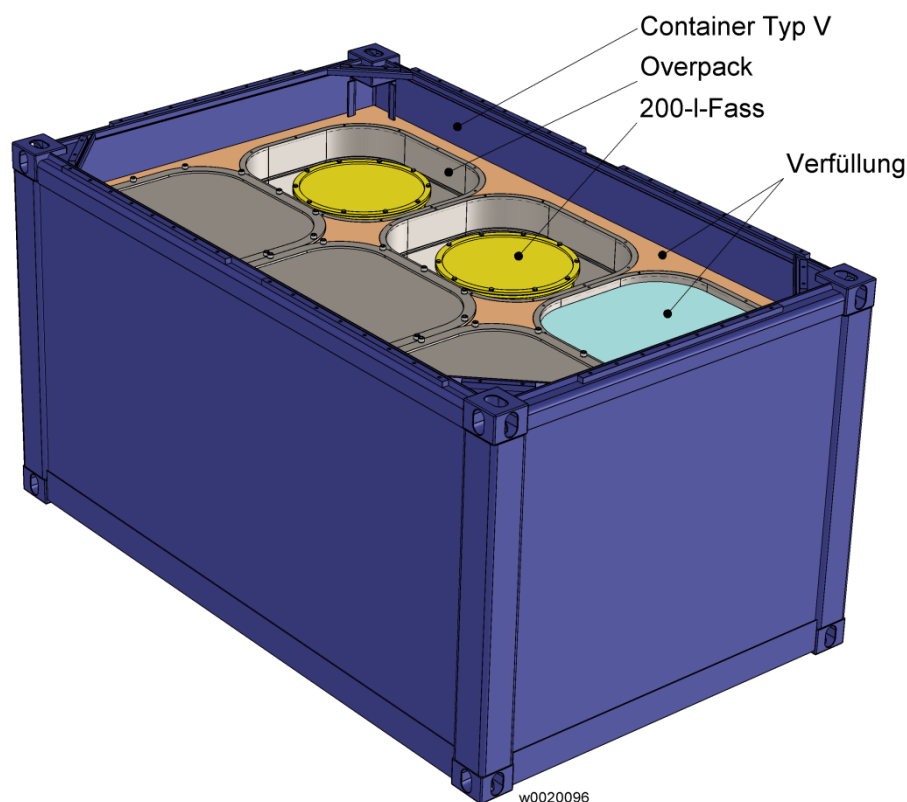


Abb. 8: *Beispiel eines Containers Typ V für Overpacks mit LAW-Inhalt*

3.5 Mengengerüst

Die in den vorliegenden Studien /4/ und /5/ angegebenen Mengen sind deutlich zu niedrig angesetzt, weil die zu Grunde liegenden Randbedingungen (unter Tage Konditionierung) nicht realistisch sind. Tab. 5 enthält einen Vergleich der hier ermittelten Abfallmengen mit den in den Studien /4/ und /5/ enthaltenen Mengenangaben. Im Ergebnis sind ca. **275.000 m³** Abfallgebindevolumen statt ca. **145.000 m³** anzusetzen.

In Schachtanlage Asse II vorhandene Gebinde			Endlagergerechte Gebinde ohne Konditionierung nach GNS/WTI-Studie			Endlagergerechte Gebinde nach DMT/TÜV- und EWN/TÜV-Studien		
Gebinde	Stück	m³	Abfallbehältertyp	Anzahl Transporteinheiten	m³	Containertyp	Stück	m³
MAW-Fässer (200 l)	1.301	ca. 260	GB II (1 GB/Transportpalette)	1.301	1.692	GB II	1.301	ca. 1.700
VBA	14.779	ca. 17.740	KC IV (2 VBA/Container)	7.390	54.683	KC V	5.912	64.440
Fässer (400 l)	14.185	ca. 5.680	KC V (6 Overpacks/Container)	2.364	25.769	-	-	-
Fässer (200 l)	94.056	ca. 18.820	KC V (6 Overpacks/Container)	15.676	170.868	-	-	-
Sonstige	1.466	ca. 300	KC V (4 Overpacks/Container)	367	4.001	-	-	-
nVBA (Gesamt)	109.707	24.600		18.407	200.638	KC V	6.095	66.435
Salz (V3)	-	9.850	KC V (6 Overpacks/Container)	1.642	17.898		1.094	11.925
Gesamt ca.				28.800	275.000		14.402	144.500

Tab. 5: Vergleich des Endlagervolumens

Die in Tab. 5 dargestellten Endlagervolumina sind in der Abb. 9 noch einmal graphisch gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die wesentliche Volumenzunahme durch die Verpackung von 200-l- und 400-l-Fässer in Overpacks verursacht wird.

In Abb. 10 wird diese Volumenzunahme am Beispiel der 200-l-Fässer veranschaulicht. Durch das Einstellen der Fässer in Overpacks und anschließend in Container Typ V ergibt sich ein Volumen von ca. 1,8 m³ statt ca. 0,2 m³ pro Fass.

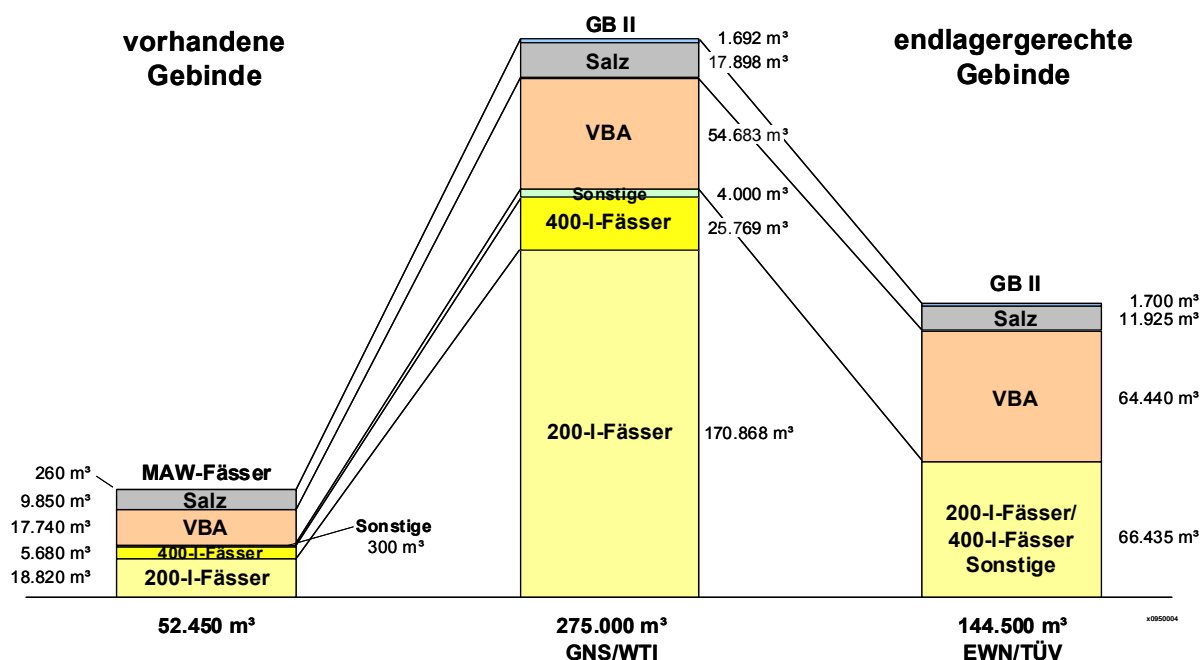


Abb. 9: Vergleich des Endlagervolumens

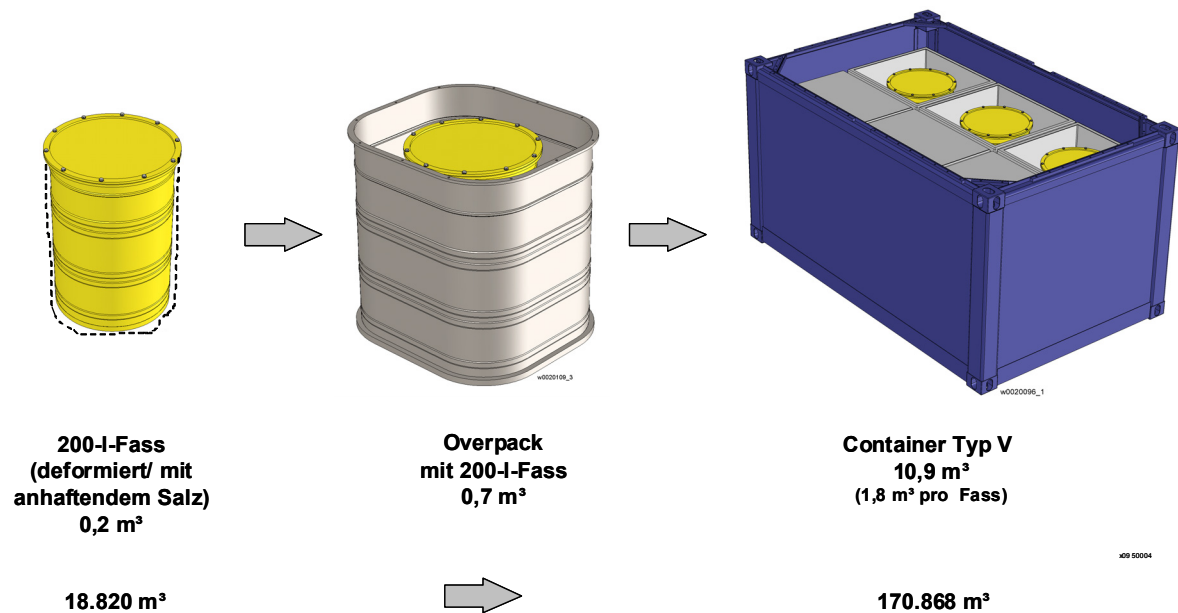


Abb. 10: Volumenvergrößerung bei der Verpackung (200-l-Fässer)

3.5.1 Abfallgebindevolumen für MAW-Abfälle

Die **1301** als **200-l-Fässer** vorliegenden **MAW-Gebinde** werden unter Tage in Gussbehälter Typ II verpackt. Es wird jeweils ein Fass in einen Gussbehälter Typ II eingebracht. Beschädigte Fässer werden ebenfalls direkt in Gussbehälter verpackt. Die Gussbehälter haben ein Abfallgebindevolumen von jeweils 1,3 m³. Für die insgesamt 1.301 Abfallgebinde ergibt sich ein **Abfallgebindevolumen von 1.692 m³**. Soweit beschädigte MAW-Gebinde nur in Teilen geborgen und verpackt werden können, vergrößert sich das Abfallvolumen entsprechend.

3.5.2 Abfallgebindevolumen für LAW-Abfälle

14.779 VBA sind unter Tage in Overpacks zu verpacken. Bei beschädigter Abschirmung werden abgeschirmte Overpacks verwendet. Für die Verpackung sind vorzugsweise Container Typ IV vorgesehen, in die jeweils zwei in Overpacks eingestellte VBA liegend verpackt werden. Es werden **7.390 Container Typ IV** mit einem Abfallgebindevolumen von jeweils 7,4 m³ benötigt. Insgesamt entsteht dabei ein **Abfallgebindevolumen von ca. 54.700 m³**. Alternativ könnten auch einzelne in Overpacks verpackte VBA in Container Typ II verpackt werden, wenn dies z. B. aufgrund der Aktivität im Abfallgebinde erforderlich wäre. Dabei würde sich jedoch ihr Abfallgebindevolumen um 25 % gegenüber der Verpackung von zwei VBA in Con-

tainer Typ IV erhöhen. Ebenso kann es zu einer Volumenvergrößerung kommen, wenn eine beschädigte VBA in mehrere Overpacks verpackt werden muss.

14.185 Stück 400-l-Fässer werden unter Tage in Overpacks verpackt. Jeweils sechs Overpacks mit 400-l-Fässern werden in Container Typ V eingestellt. Dabei fallen **2.364 Container Typ V** mit einem Abfallgebindevolumen von jeweils $10,9 \text{ m}^3$ an. Insgesamt entsteht ein **Abfallgebindevolumen von ca. 25.800 m³**.

94.056 Stück 200-l-Fässer werden unter Tage in Overpacks verpackt. Jeweils sechs Overpacks mit 200-l-Fässern werden in Container Typ V eingestellt. Dabei fallen **15.676 Container Typ V** mit einem Abfallgebindevolumen von jeweils $10,9 \text{ m}^3$ an. Insgesamt entsteht ein **Abfallgebindevolumen von ca. 170.900 m³**.

1.466 sonstige Abfallgebinde. Da keine nähere Beschreibung dieser Abfallgebinde verfügbar ist, wird angenommen, dass jeweils 4 in größere Overpacks verpackte Sondergebinde oder eingelagerte Komponenten über Tage in Container Typ V verpackt werden. Dabei fallen **ca. 367 Container Typ V** mit einem Abfallgebindevolumen von jeweils $10,9 \text{ m}^3$ an. Insgesamt ergibt sich ein **Abfallgebindevolumen von ca. 4.000 m³**.

Nach /4/ sind insgesamt **9.850 m³ Salz** unter Tage in Overpacks zu verpacken. Pro Overpack wird etwa 1 m^3 Salz als Schüttung eingebracht. Die Overpacks werden über Tage zu jeweils 6 Stück in Container Typ V eingestellt. Dabei entstehen **1.642 Container Typ V** mit einem Abfallgebindevolumen von jeweils $10,9 \text{ m}^3$. Insgesamt ergibt sich für die Verpackung von 9.850 m^3 Salz ein **Abfallgebindevolumen von ca. 17.900 m³**.

4 Darstellung der Abfallflüsse

4.1 Transportbereitstellung am Standort

Nachfolgend wird die logistische Abfolge der einzelnen Handhabungsschritte betrachtet. Es ist zu prüfen, welche Einrichtungen auch bei einem standortunabhängigen Lagerkonzept am Standort in Remlingen notwendig sind. Über Tage sind mindestens folgende Tätigkeiten am Standort erforderlich:

- Empfang und Eingangskontrolle angelieferter Gussbehälter und Overpacks,
- Radiologische Charakterisierung,
- Einstellen in Container sowie
- Transportbereitstellung.

Eine schematische Darstellung der verschiedenen Abfallflüsse ist in den nachfolgenden Abbildungen 11 bis 14 gezeigt.

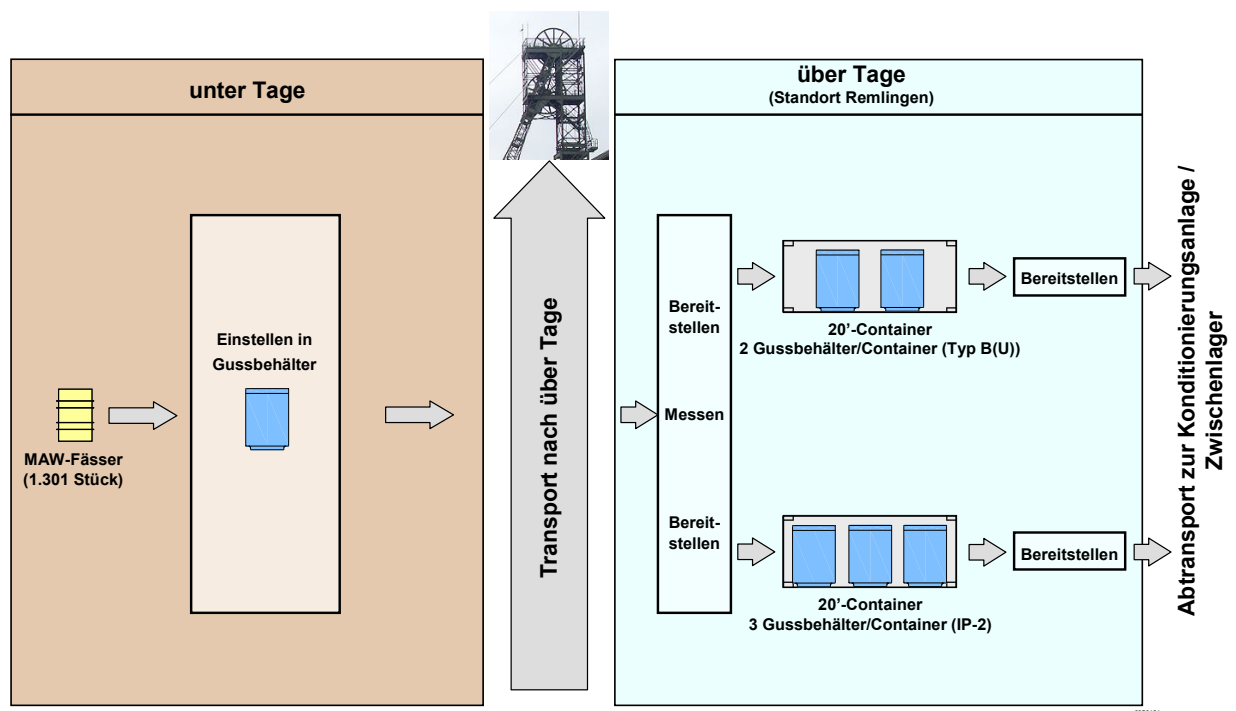


Abb. 11: Verpackungen und Transportbereitstellung von MAW

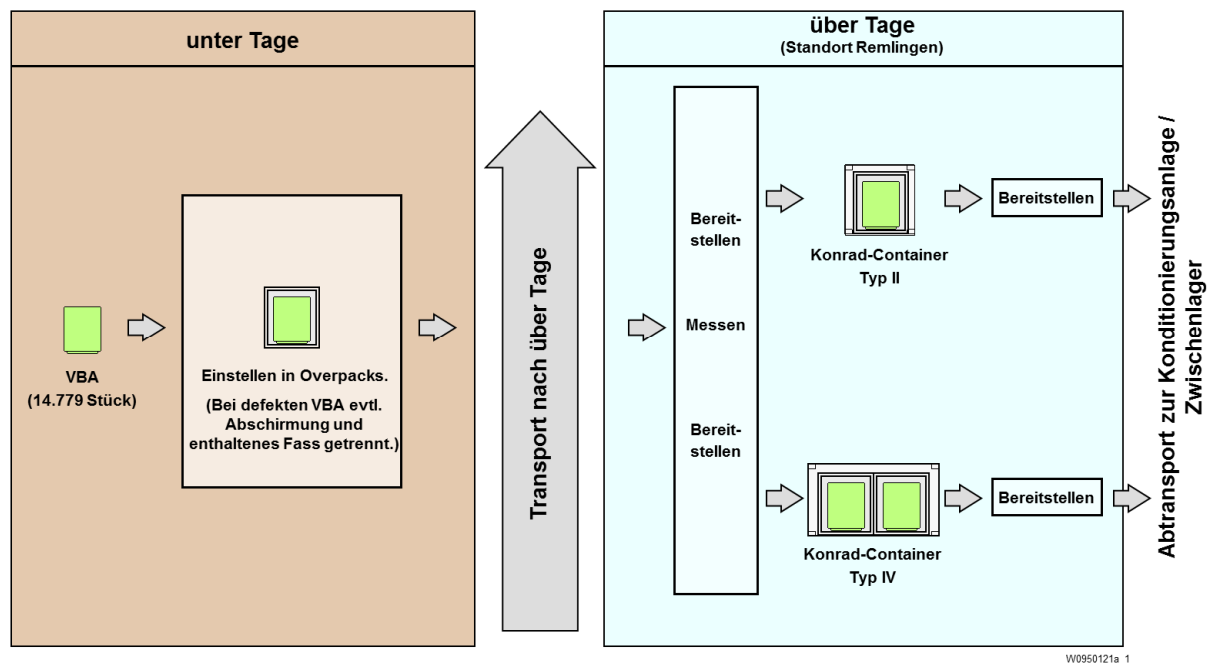


Abb. 12: Verpackung und Transportbereitstellung von VBA

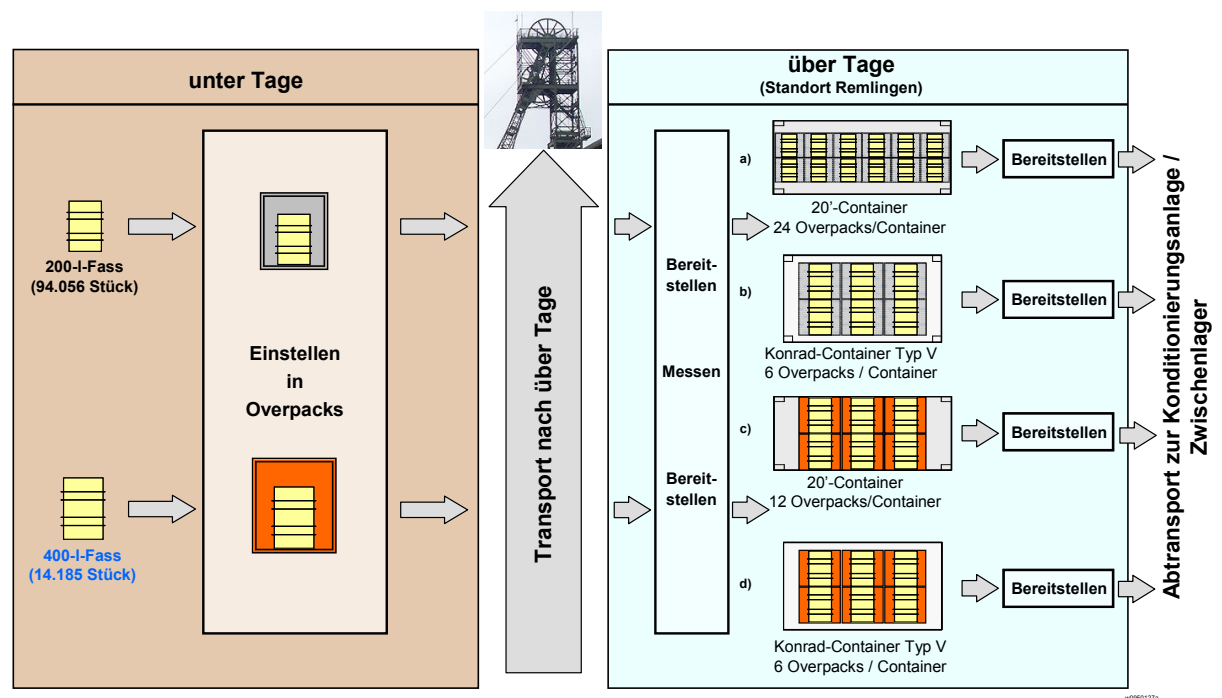


Abb. 13: Verpackung und Transportbereitstellung von 200-I- und 400-I-Fässern

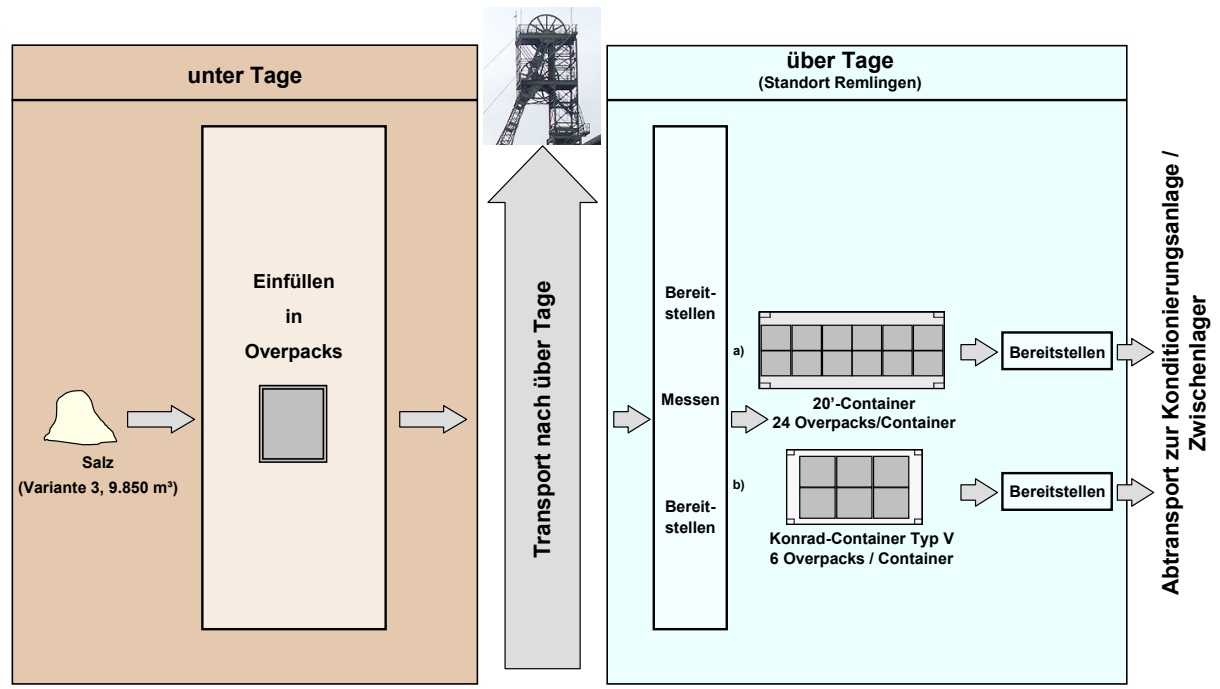


Abb. 14: Verpackung und Transportbereitstellung von Salz

4.2 Probenahme, Messung und Deklaration

Die aus der Schachtanlage Asse II rückgeholten Abfallgebinde müssen vor einem Transport zu einem externen Standort deklariert werden, damit die Transportvorschriften /10/ eingehalten werden. Am Standort Remlingen sind dazu folgende Einrichtungen vorzusehen:

- Einrichtungen zur Messung der Dosisleistung an den Abfallgebinden und zur Bestimmung der Aktivität enthaltener Gammastrahler,
- Laboreinrichtungen für die Auswertung von Proben,

Aufgrund der möglichen Kontamination können Dosisleistungsmessungen und gamma-spektrometrische Messungen zur Deklaration der Abfallgebinde nur an den verpackten radioaktiven Abfällen durchgeführt werden. Ausgenommen sind Messungen, die aus Gründen des betrieblichen Strahlenschutzes erfolgen. Aufgrund der unterschiedlichen Geometrie und Masse der Abfallgebinde (Gussbehälter Typ II, VBA und Fässer in Overpacks) sind hierzu angepasste Messeinrichtungen erforderlich (siehe auch Kap. 5.1). Die Dosisleistung der Abfallgebinde an deren Oberfläche und in 1 m Abstand von den Abfallgebinden erfordert Messeinrichtungen, die an die entsprechende Geometrie der Abfallgebinde auch deren Masse angepasst sind. Die gammaspektrometrische Messung wird für die unterschiedlichen Abfallge-

binde mit angepasster Messtechnik durchgeführt die unter Berücksichtigung der Abschirmungen und der Massen der Abfallgebinde abdeckende Ergebnisse liefert.

Mit den erhaltenen Messergebnissen erfolgt die Deklaration der Aktivität und der Spaltstoffmasse in den Abfallgebinden.

Die Probenahme sollte möglichst bereits vor der Verpackung der Abfallgebinde in Overpacks unter Tage erfolgen, wodurch ein erneutes Öffnen der Overpacks über Tage entfallen könnte. Die Proben werden für die Nachdeklaration der Abfallgebinde in der Lager- und Konditionierungseinrichtung noch benötigt. Die Messungen der Dosisleistung und der gammaspektrometrisch erfassbaren Radionuklide können entweder in übertägigen Anlagen oder untertägig erfolgen. Bei der Einrichtung von untertägigen Messeinrichtungen sind geeignete Umgebungsbedingungen z. B. Einhausungen für die Messgeräte vorzusehen.

Für die Endlagerung und ggf. für die Zwischenlagerung bereitgestellter Abfallgebinde sind weitere radiologische oder stoffliche Deklarationen erforderlich. Diese können auch später nach dem Abtransport durchgeführt werden. Hierzu sind folgende Maßnahmen und Einrichtungen in der Lager- und Konditionierungseinrichtung vorzusehen:

- Laboreinrichtungen zur radiochemischen ggf. auch stofflichen Untersuchung von Proben (Entnahme der Proben am Standort Remlingen) auf Spaltstoffgehalt sowie weitere, nicht gammaspektrometrisch erfasste Nuklide,
- Einrichtungen zur Untersuchung des inneren Aufbaus der Abfallgebinde (Homogenität, enthaltene Abschirmungen, freie Flüssigkeiten). Hierzu sind Methoden wie Computertomographie und Durchstrahlung der Abfallgebinde erforderlich. Ein Platz für entsprechende Messanlagen ist vorzusehen.
- Einrichtungen zur Nachmessung der Gammastrahler und der Dosisleistung unter Berücksichtigung der Abschirmungen in den Abfallgebinden.

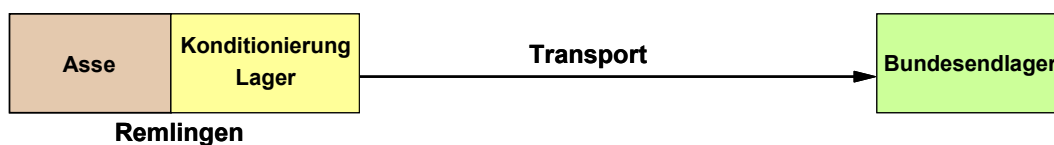
Art und Umfang der Probennahmen sind in Abstimmung mit den hinzugezogenen Gutachtern im Detail festzulegen. Dabei wird durch den Einsatz von störfallfesten Verpackungen der Umfang und Aufwand für Nachweise am Abfallprodukt minimiert. Probennahmen sind in der Regel unter Tage im Zuge der Bergung vorgesehen (siehe Kap. 4.2). In Ausnahmefällen ist auch eine Probenahme in den Einrichtungen des Zwischenlagers möglich.

4.3 Transporte

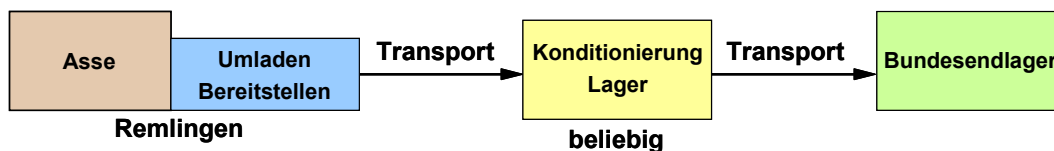
4.3.1 Transport- und Standortvarianten

Es werden drei Standortvarianten für den Transport der rückgeholten radioaktiven Abfälle betrachtet. In Abb. 15 sind die verschiedenen Varianten dargestellt.

Variante 1: Standort Remlingen



Variante 2: Standort beliebig



Variante 3: Standort am Bundesendlager



Abb. 15: Transport- und Standortvarianten

Bei der **Variante 1** steht die Lager- und Konditionierungseinrichtung am Standort Remlingen. Der Transport vom Förderkorb in das Eingangslager erfolgt auf dem Werksgelände als interner Transport. Vom Lager aus werden die Endlagergebinde dann auf öffentlichen Verkehrswegen in ein Bundesendlager transportiert.

Bei der **Variante 2** steht die Lager- und Konditionierungseinrichtung an einem beliebigen Standort. Die rückgeholten radioaktiven Abfälle werden vom Standort Remlingen zur Nachqualifizierung an den externen Standort transportiert. Dort erfolgen die Zwischenlagerung der Abfälle bis zur Fertigstellung der Endlagergebinde und die Zwischenlagerung der Endlagergebinde bis zum Abtransport in ein Bundesendlager. Für das Umladen, die Deklaration und die Transportbereitstellung ist eine Einrichtung am Standort Remlingen erforderlich.

Im externen Zwischenlager erfolgt die für das Endlager notwendige Bestimmung der Abfalleigenschaften und der Aktivitäten der verpackten radioaktiven Abfälle. Vor deren Abtransport in ein Bundesendlager ist die Abfallgebindedokumentation zu erstellen und eine Freigabe zur Endlagerung einzuholen. Die Endlagergebinde werden für den Abtransport im Abrufverfahren bereitgestellt.

Bei der **Variante 3** befindet sich die Lager- und Konditionierungseinrichtung am Standort des Endlagers. Auch bei dieser Variante ist für das Umladen, die Deklaration und die Transportbereitstellung wie bei der Variante 2 eine Einrichtung am Standort Remlingen erforderlich. Gegenüber der Variante 2 entfällt der zweite Transport von Endlagergebinden auf öffentlichen Verkehrswegen, wenn eine unmittelbare Anbindung des Werkgeländes an das Endlager möglich ist.

4.3.2 Transporteinheiten und Transportanzahlen

Für den Transport von Abfallgebinden mit radioaktiven Abfällen werden 20'-Container eingesetzt, in denen ein oder mehrere Abfallgebinde witterungsgeschützt transportiert werden. Die 20'-Container haben Standardabmessungen und Anschlagpunkte für den Transport mit LKW und mit der Eisenbahn. In Abb. 16 ist z. B. ein geöffneter 20'-Container mit einem Container Typ V beim Verladen auf einen LKW dargestellt. In Abb. 17 befinden sich zwei 20'-Container auf einem Eisenbahnwaggon.



Abb. 16: 20'-Container mit Endlager-Container auf LKW



Abb. 17: Transport von 20'-Containern mit der Eisenbahn

Für den Transport von Gussbehältern Typ II, die für die Verpackung der MAW-Fässer vorgesehen sind, werden ebenfalls 20'-Container eingesetzt. Sofern die Transporte unter Verwendung von IP-2-Verpackungen nach /10/ durchgeführt werden können, können pro 20'-Container max. 3 Gussbehälter transportiert werden (Abb. 18). Aufgrund des möglichen Aktivitätsinhalts ist jedoch im Regelfall ein Transport in Typ B-Verpackungen nach /10/ erforderlich. Dabei können maximal zwei Gussbehälter in einem 20'-Container transportiert werden. Die Beladung eines 20'-Containers mit zwei Gussbehältern ist in Abb. 19 ersichtlich. Die mittlere Position ist eine Abstellposition für die beim Transport benötigten Stoßdämpfer.



Abb. 18: Gussbehälter als IP-2 Versandstück im 20'-Container



Abb. 19: Gussbehälter als Typ B-Versandstück im 20'-Container

Der Transport von LAW-Fässern, die in Overpacks verpackt sind, kann in 20'-Containern erfolgen, wobei maximal 24 Overpacks mit 200-l-Fässern pro 20'-Container transportiert werden können. Die Overpacks für 400-l-Fässer können aufgrund ihrer Höhe nur einlagig in 20'-Containern transportiert werden, wobei maximal 12 Overpacks pro 20'-Container zu transportieren sind. Die Overpacks und die Transportverpackung sind in Kap. 3.4, Abb. 6 und Abb. 7, dargestellt. Alternativ können maximal sechs Overpacks für 200-l-Fässer in jeweils einen Container Typ V eingestellt werden. Ein Beispiel ist in Kap. 3.4, Abb. 8, dargestellt. Jeweils ein Container Typ V wird in einem 20'-Container transportiert.

Der Transport von VBA in Overpacks erfolgt entweder im Container Typ II mit jeweils einer VBA (Kap. 3.4) oder im Container Typ IV mit jeweils 2 VBA. In einem 20'-Container können entweder 2 Container Typ II oder 1 Container Typ IV transportiert werden, so dass die Anzahl zu transportierender 20'-Container mit VBA in beiden Varianten gleich ist.

Für sonstige Behälter wurde von größeren Overpacks ausgegangen, da die genauen Randbedingungen hier nicht vorliegen. Beim Transport mit 20'-Containern wurden 10 Overpacks pro

20'-Container für diese Abfälle angenommen. Bei der Alternative Transport in Containern Typ V, eingestellt in 20'-Containern, wurde von 4 Overpacks pro 20'-Container ausgegangen.

Der Transport von kontaminiertem Salz, verpackt in Overpacks, soll in Containern Typ V, eingestellt in 20'-Containern, erfolgen. Hierbei können 6 Overpacks pro 20'-Container transportiert werden. Diese Container mit Overpacks sollen bis auf die Verfüllung der Hohlräume nicht mehr behandelt oder umgepackt werden. Daher sind bei beiden Varianten die Anzahl der Transporte gleich.

In Tab. 6 ist die Referenzvariante für den Transport der Abfallgebilde mit Abfällen zu einer externen Bearbeitungs- und Zwischenlagereinrichtung dargestellt. Demnach sind 14.931 Transporte von 20'-Containern mit radioaktiven Abfällen durchzuführen.

Gebinde	Anzahl Gebinde	Gebindetyp	Anzahl 20'-Container
MAW	1.301	20'-Container (2 Gussbehälter/Container)	651
VBA	14.779	2 Container Typ II* (1 VBA/Container)	7.390
Fässer (400 l)	14.185	20'-Container (12 Overpacks/Container)	1.182
Fässer (200 l)	94.056	20'-Container (24 Overpacks/Container)	3.919
Sonstige Behälter	1.466	20'-Container (10 Overpacks/Container)	147
Salz (Variante 3)	-	Container Typ V (6 Overpacks/Container)	1.642
Gesamt			14.931

* alternativ 1 Container Typ IV (2 VBA/Container)

Tab. 6: Transport von Abfallgebilden zum externen Zwischenlager (Referenzvariante)

In Tab. 7 sind die Alternativen

- Transport von zwei Containern Typ II mit je einer VBA statt einem Container Typ IV mit zwei VBA
- Transport von Overpacks in Containern Typ V statt direkt in 20'-Containern

dargestellt. Hierbei entfällt zusätzliches Umpacken der Overpacks mit Fässern am externen Standort, die Anzahl der Transporte erhöht sich jedoch auf 28.090 Transporte von 20'-Containern.

Gebinde	Anzahl Gebinde	Gebindetyp	Anzahl 20'-Container
MAW	1.301	20'-Container (2 Gussbehälter/Container)	651
VBA	14.779	2 Container Typ II* (1 VBA/Container)	7.390
Fässer (400 l)	14.185	Container Typ V (6 Overpacks/Container)	2.364
Fässer (200 l)	94.056	Container Typ V (6 Overpacks/Container)	15.676
Sonstige Behälter	1.466	Container Typ V (4 Overpacks/Container)	367
Salz (Variante 3)	-	Container Typ V (6 Overpacks/Container)	1.642
Gesamt			28.090

* alternativ 1 Container Typ IV (2 VBA/Container)

Tab. 7: Transport von Abfallgebinden zum externen Zwischenlager (Alternative)

Fazit: Die Referenzvariante ist nach Möglichkeit anzustreben, da hierbei die Anzahl der Transporte auf die Hälfte reduziert wird. Dennoch könnten die Alternativen in Einzelfällen, wo aufgrund radiologischer Aspekte ein Transport mit geringer Gebindeanzahl erfolgen muss, als mögliche Variante berücksichtigt werden.

Der zeitliche Engpass am Standort Remlingen wird für die Variante „externe Verarbeitung und Lagerung an einem beliebigen Standort“ entlastet.

4.4 *Nachqualifizierung und Zwischenlagerung*

Im Kapitel 4.1 wurde für die verschiedenen Abfallarten die Verpackung und Transportbereitstellung am Standort Remlingen dargestellt. Nach dem Transport zum Zwischenlager werden die Gebinde dort durch Nachqualifizierung in einen endlagergerechten Zustand überführt. Im Rahmen der Nachqualifizierung werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Umladen,
- Radiologische Charakterisierung,
- Trocknen (falls erforderlich),
- Verfüllen,
- Bereitstellen/Zwischenlagern.

Der Gesamtablauf ist in Abb. 20 schematisch dargestellt. Es werden alle Gebinde in 20'-Containern (Open-All) zum Zwischenlager transportiert.

Die **Gussbehälter** werden aus den 20'-Containern ausgeladen und bereitgestellt. Nach einer radiologischen Charakterisierung werden die Gussbehälter zwischengelagert. Vor dem Abtransport ins Endlager wird, soweit erforderlich, eine Wiederkehrende Prüfung mit Dichtheitsprüfung durchgeführt. Die Gussbehälter verfügen über Anschlüsse, die eine Entwässerung oder Trocknung des Inhalts ohne Öffnen des abgeschirmten Deckels ermöglichen.

Container Typ II und IV mit in Overpacks/verpackten **VBA** werden aus den 20'-Containern ausgeladen und bereitgestellt. Für die radiologische Charakterisierung werden die Overpacks mit den VBA aus den Containern ausgeladen und gemessen. Die Overpacks werden verfüllt, in Container eingeladen und diese ebenfalls verfüllt und verschlossen. Anschließend werden die Container zwischengelagert.

Container Typ V mit **Fässern in Overpacks** werden aus den 20'-Containern ausgeladen und bereitgestellt. Für die radiologische Charakterisierung werden die Overpacks mit den Fässern aus den Containern ausgeladen und gemessen. Die Overpacks werden verfüllt, bereitgestellt und nach der Beladeplanung in Container eingeladen und diese ebenfalls verfüllt und verschlossen. Anschließend werden die Container zwischengelagert.

Container Typ V mit **Salz** in Overpacks werden aus den 20'-Containern ausgeladen und bereitgestellt. 20'-Container mit Salz in Overpacks werden ohne Entladen bereitgestellt. Für die radiologische Charakterisierung werden die Overpacks mit dem Salz aus den Containern ausgeladen und gemessen. Die Overpacks werden in Container Typ V eingeladen und diese verfüllt und verschlossen. Anschließend werden die Container zwischengelagert.

In Overpacks eingestellte Fässer oder VBA können bei Bedarf getrocknet werden. Hierzu sind Einrichtungen in Lüftungstechnisch versorgten Caissons notwendig. Die Planungen in Kap. 6 weisen entsprechende Flächen für diesen Zweck aus.

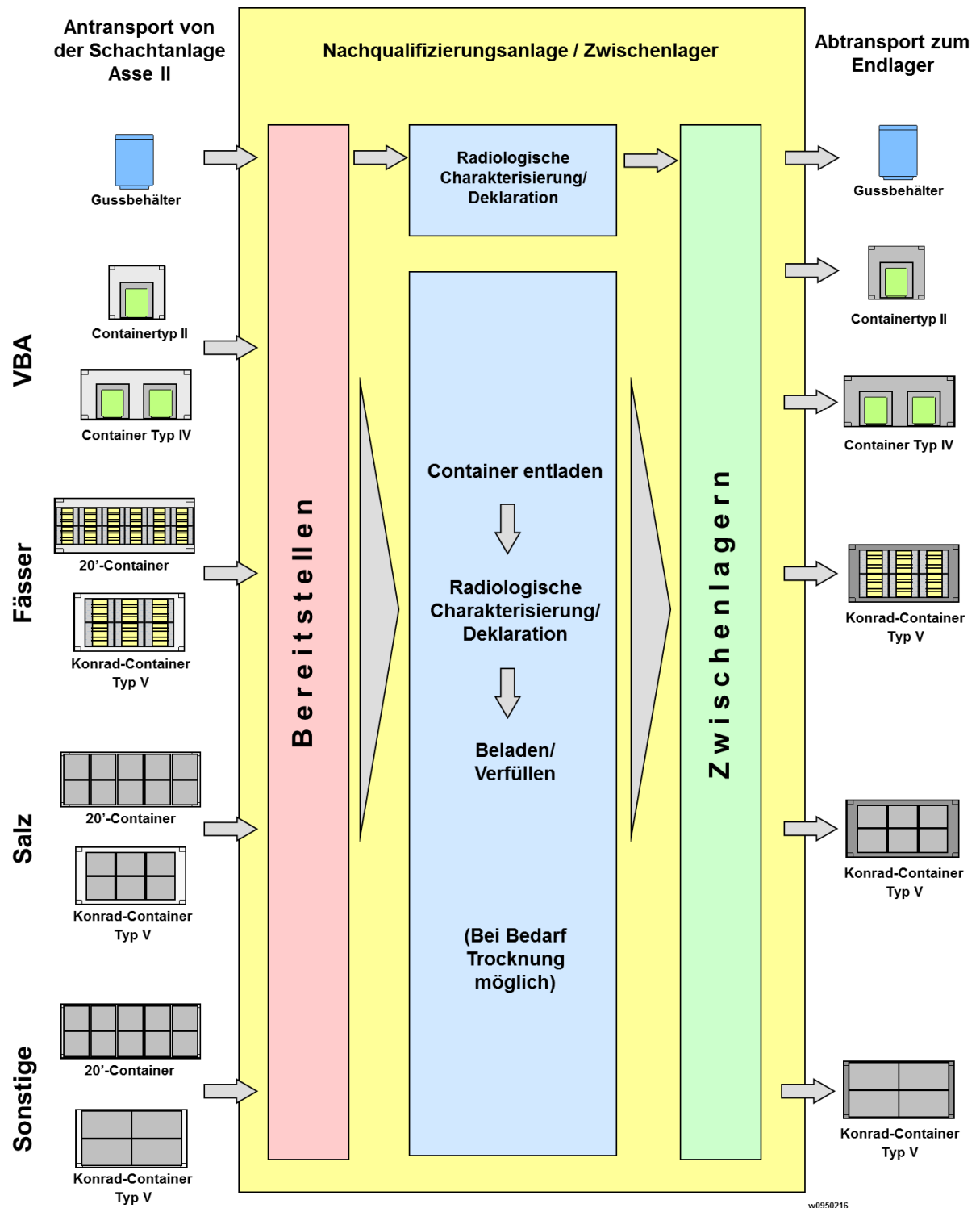


Abb. 20: Nachqualifizierung und Zwischenlagerung

5 Bereitstellungshalle an der Schachtanlage Asse II

5.1 *Randbedingungen*

Wenn die Nachqualifizierung und Zwischenlagerung rückgeholter Abfälle an einem anderen Standort als Remlingen erfolgen soll, so ist trotzdem eine Mindestausstattung in Remlingen in Form eines Bereitstellungsgebäudes erforderlich (s. Abb. 15). Im Folgenden werden die entsprechenden Randbedingungen hierfür aufgeführt:

- Erforderliche Funktionsbereiche: Bereitstellen, Messen/Probenahme, Umladen, Bereitstellen und Verladen
- Unterbringung in einem Gebäude, mehreren Gebäuden oder teilweise unter Tage
- Durchsatz **85 Abfallgebinde pro Tag** (200 Arbeitstage/Jahr)
- ca. 20 Arbeitstage zwischen An- und Abtransport (Pufferzeit)
- 3-Schichtbetrieb mit ca. 18 Stunden effektiver Arbeitszeit
- Personenzugang für den Kontrollbereich
- Krananlage (32 Mg) für Gebindehandhabung

Die Abfallgebinde werden über Tage angenommen, abgeladen und für Messvorgänge bereitgestellt. Hierfür wird ein Flächenbedarf von ca. 300 m² angesetzt.

Für das Messen der Abfallgebinde (Dosisleistungsmessung, Gammaskpektrometrie, Kontaminationsmessung und ggf. Probenahme) wird im Durchschnitt 1 Stunde pro Abfallgebinde veranschlagt. Bei 85 Gebinden pro Tag und 18 Std. Arbeitszeit werden 5 Messanlagen benötigt. Eine zusätzliche Messanlage wird als Reserve für Wartung und Reparatur vorgesehen. Mit Abschirmungen und Transportwegen wird hierfür eine Fläche von ca. 600 m² benötigt.

Für das Beladen von Containern mit Overpacks wird eine Fläche von ca. 200 m² angesetzt. Die Abfallgebinde in Containern werden über einen Zeitraum von 20 Arbeitstagen bereitgestellt. Das durchschnittliche Lagervolumen beträgt 2 m³/Gebinde. Bei 85 Gebinden pro Tag ergibt sich ein benötigtes Lagervolumen von 3.400 m³. Bei 5 m Stapelhöhe und ca. 15 % Zuschlag ergibt sich ein Flächenbedarf von ca. 800 m².

In der Verladehalle werden Fahrzeuge (LKW und Eisenbahnwaggons) für den Abtransport zum Zwischenlager beladen. Es wird ein Flächenbedarf von ca. 300 m² angesetzt.

Für den Kontrollbereichszugang wird eine Fläche von ca. 100 m² benötigt.

5.2 Gebäude

Die erforderlichen Funktionsflächen gemäß Kap. 5.1 müssen auf dem bestehenden Betriebsgelände in Remlingen oder direkt daneben (Zaun an Zaun) realisiert werden, um Transporte auf öffentlichen Straßen zu vermeiden. Für die Anordnung der Funktionsflächen sind folgende, standortangepasste Varianten möglich:

- in einem einzelnen Gebäude
- aufgeteilt auf mehrere Gebäude
- teilweise unter Tage
(z.B. Messeinrichtungen oder Bereitstellung Overpacks/Gussbehälter)

In Abb. 21 ist beispielhaft eine die Bereitstellungshalle im Grundriss dargestellt. Die erforderlichen Flächen gemäß Kap. 5.1 wurden berücksichtigt. Das Gebäude wurde als Betonkonstruktion mit einer Breite von ca. 25 m und einer Länge von ca. 90 m ausgelegt. Der Kontrollbereichszugang befindet sich in einem Anbau. Die benötigte Gesamtfläche der Bereitstellungshalle beträgt ca. **2.350 m²**.

Für die Handhabung der Gebinde wird mindestens eine 32-Mg-Krananlage vorgesehen.

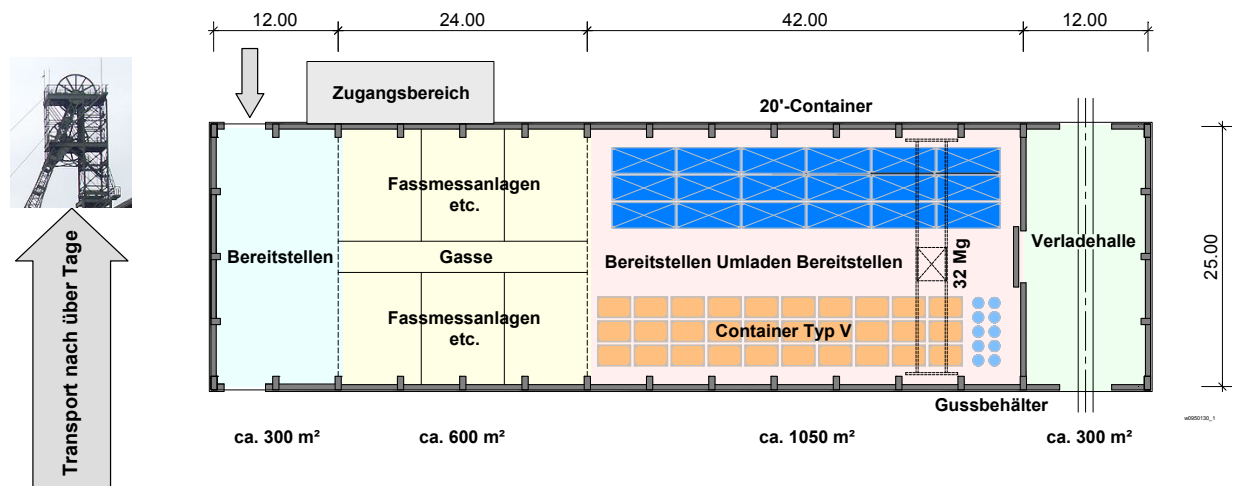


Abb. 21: Bereitstellungshalle (beispielhafter Grundriss)

6 Einrichtungen zur Nachqualifizierung und Zwischenlagerung

6.1 Randbedingungen

Bei der Entwicklung eines Konzeptes für ein Gebäude zur Nachqualifizierung und Zwischenlagerung der rückgeholten Asse-Abfälle wurden die folgenden Randbedingungen für einen beliebigen Standort berücksichtigt (Abb. 15):

Lagerkapazität (siehe Kap. 3.5):

- Gussbehälter Typ II: 1.301 Stück
- Container Typ II (abdeckend für Typ IV): 14.779 Stück
- Container Typ V (abdeckend für 20'-Container): 20.049 Stück
- Gesamt: **36.129 Stück** (ohne Reserve)

Antransport:

- Zeitraum Antransport: ca. 8 Jahre
- Frequenz Antransport (200 Tage/Jahr) ca. 23 Gebinde/Tag

Nachqualifizierung:

- Konditionierung: Verpacken/Verfüllen/Trocknen

Genehmigungsbereiche

Für die LAW-Abfälle ist eine Genehmigung nach § 7 StrlSchV erforderlich. Darüber hinaus ist auch ein separater Bereich mit Genehmigung nach § 6 AtG einzuplanen.

Abtransport in ein Endlager

Für die Planung ist davon auszugehen, dass während der Einlagerung noch keine Transporte zum Endlager erfolgen. Hieraus ergibt sich die maximale Lagergröße.

6.2 Gesamtanlage

Die Gesamtanlage (siehe Abb. 22) des konzipierten Zwischenlagers Asse besteht aus:

- Lagergebäude,
- Betriebsgebäude (Anbau),
- Bürogebäude,
- Wachgebäude,
- Straßenumfahrung mit Zufahrt,
- Gleiszufahrt und
- Zaunanlage mit Sicherungseinrichtungen

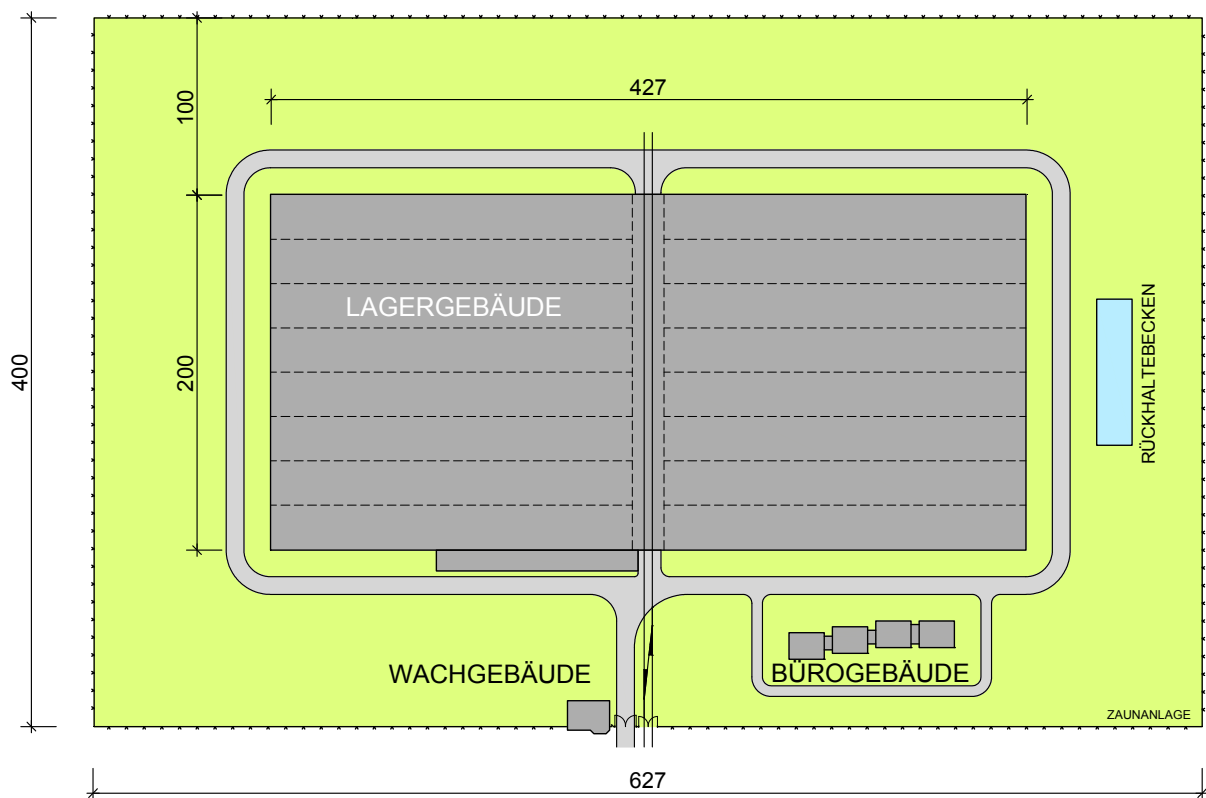


Abb. 22: Gesamtanlage

6.3 Bautechnik

6.3.1 Lagergebäude

Das Lagergebäude für die Zwischenlagerung von angelieferten Abfällen in Overpacks und für die Bereitstellung bereits nachqualifizierter Endlagergebinde besteht aus

- Lagerbereich,
- Verladebereich,
- Rangierbereich und
- Nachqualifizierungsbereich.

In Abb. 23 ist ein Luftbild und eine Innenansicht des Zwischenlager Nord (ZLN) dargestellt, das zur Lagerung und Verarbeitung von radioaktiven Abfällen in Greifswald errichtet wurde. Das erforderliche Bauvolumen für die Zwischenlagerung bestimmt im Wesentlichen die Größe der Gesamtanlage. Das entwickelte Konzept für die Lagerung der Asse-Abfälle ergibt ein Bauvolumen für die Gesamtanlage von ca. 1,3 Mio. m³. Damit ist diese Anlage wesentlich größer als das Zwischenlager Nord (ZLN). Die einzelnen Gebäudebereiche werden im Folgenden erläutert.



Abb. 23: Beispiel für eine Lager- und Verarbeitungseinrichtung (ZLN)

Lagerbereich

Im Kapitel 6.1 sind die Gebindetypen und Stückzahlen aufgelistet, die zu berücksichtigen sind. Beim Entwurf eines geeigneten Lagergebäudes sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Hallenbreite und -höhe,
- Stapelhöhe und Zugänglichkeit zu den Abfallgebinden,
- Bodenbelastung und
- Abschirmung.

Es wird ein Lagergebäude mit einzelnen Hallen von 25 m Breite und 15 m Höhe vorgeschlagen. In den Abb. 24 und Abb. 25 ist die gewählte Aufstellung und Stapelung der Gebinde dargestellt.

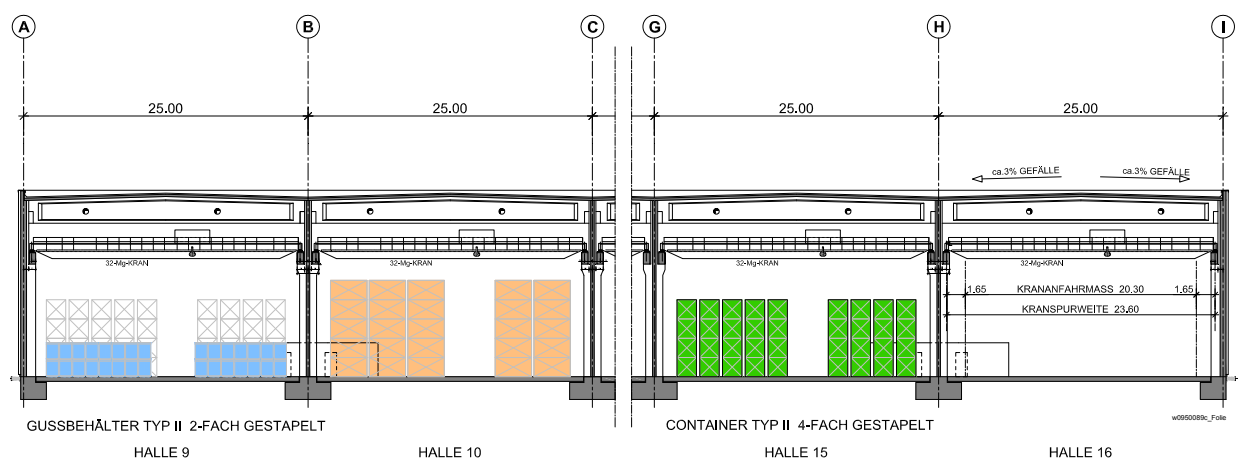


Abb. 24: Aufstellung der Gebinde (Schnitt)

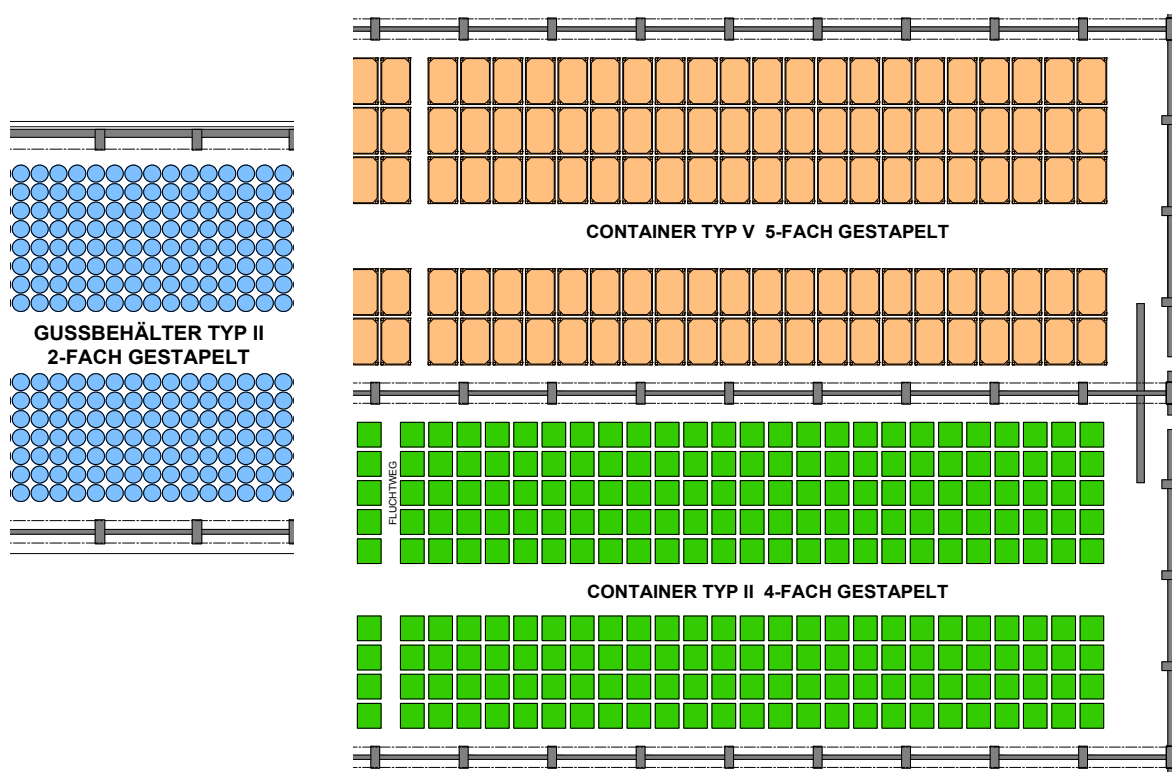


Abb. 25: Aufstellung der Gebinde (Grundriss)

Die Gussbehälter werden wegen ihrer geringen Anzahl und um die Bodenbelastung zu reduzieren nur 2-fach gestapelt. Container Typ V werden 5-fach gestapelt. Aufgrund der größeren Grundfläche ist die Bodenbelastung gering.

Container Typ II werden nur 4-fach gestapelt, um die Bodenbelastung zu reduzieren und die Stapelsicherheit (Erdbebennachweise) bei der kleineren Grundfläche zu erhöhen. In der Tab. 8 sind die Angaben zur Stapelung der Gebinde zusammengestellt.

Bezeichnung	Masse	Stapelung	Stapelhöhe	Bodenbelastung
Gussbehälter Typ II	10,5 Mg	2-fach	3,00 m	16 Mg/m ²
Container Typ II	20 Mg	4-fach	6,80 m	21 Mg/m ²
	15 Mg	4-fach	6,80 m	16 Mg/m ²
Container Typ V	20 Mg	5-fach	8,50 m	14 Mg/m ²

Tab. 8: Stapelung der Gebinde

Bei der Aufstellung der Gebinde wird in der Mitte jeder Halle eine Transportgasse freigehalten, um die Zugänglichkeit zu den Gebinden zu verbessern. Zusätzlich werden in regelmäßigen Abständen Fluchtwege zwischen den Gebindestapeln freigehalten. Mit dem dargestellten Aufstellungsplan für die Gebinde ergibt sich die erforderliche Größe des Lagerbereichs (siehe Abb. 26).

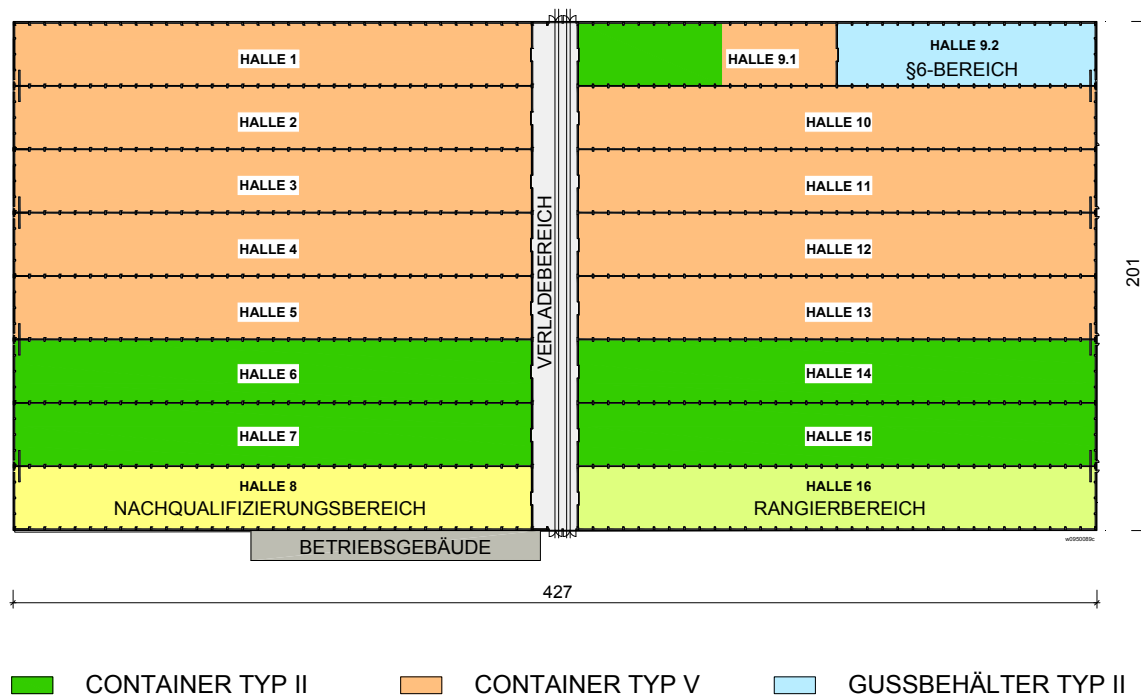


Abb. 26: Konzept für das Lagergebäude

Für die Lagerung der Gebinde werden 14 Hallen mit einer Länge von jeweils ca. 200 m benötigt. Zwischen den Hallen wird ein zentraler Verladebereich angeordnet. Eine weitere Halle wird für die Arbeiten zur Konditionierung/Nachqualifizierung und eine Halle als Rangierbereich für Bereitstellung, Umladevorgänge etc. eingesetzt.

Es ergibt sich eine Gesamtgröße des Lagergebäudes von

Länge: 427 m
Breite: 201 m
Höhe: 15 m

Der umbaute Raum für das Lagergebäude beträgt **ca. 1.290.000 m³**.

Verladebereich

Die Hallen 1 – 16 werden an den Stirnseiten mit dem Verladebereich verbunden. Zwischen den Hallen und dem Verladebereich befinden sich jeweils eine Abschirmwand und ein Abschirmtor.

Durch den Verladebereich verlaufen 2 Gleise und die Durchfahrt für LKW. An den Stirnseiten befinden sich jeweils 2 Rollltore. Der gesamte An- und Abtransport verläuft durch den Verladebereich. Der interne Transport von Abfallgebinden verläuft ebenfalls durch den Verladebereich.

Nachqualifizierungsbereich

Die Halle 8 wird komplett als Nachqualifizierungsbereich genutzt. Hier werden Umladevorgänge, Messungen, Verfüllen etc. durchgeführt. Der Nachqualifizierungsbereich befindet sich direkt neben dem Betriebsgebäude, in dem benötigte technische Einrichtungen, z. B. Lüftungsanlagen für diesen Bereich, untergebracht sind. Die Einrichtungen zur Nachqualifizierung sind in Kap. 6.8 beschrieben.

Rangierbereich

Die Halle 16 wird als Rangierbereich genutzt. Hier können Gebinde beim An- oder Abtransport bereitgestellt, umgeladen oder überprüft werden.

Da der Rangierbereich gegenüber dem Nachqualifizierungsbereich angeordnet ist, werden hier Gebinde bereitgestellt, die mit dem Kran direkt in Halle 8 transportiert werden können. Bei Bedarf können im hinteren Teil des Rangierbereichs Gebinde gelagert werden.

6.3.2 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude wird als Anbau an die Halle 8 (Konditionierung/Nachqualifizierung) ausgeführt. Es dient der Aufnahme des Personenzugangs, von Sozialräumen, der Lüftungs- und Heiztechnik, der Stromversorgung sowie weiterer Ver- und Entsorgungseinrichtungen. Die Hauptabmessungen sind:

Länge:	ca. 130 m
Breite:	ca. 12 m
Höhe:	ca. 15 m

Der umbaute Raum des Betriebsgebäudes beträgt ca. 23.400 m³. Das Betriebsgebäude besteht aus einer dreigeschossigen Betonkonstruktion. Transformatoren für die Stromversorgung werden in separaten Umhausungen neben dem Betriebsgebäude aufgestellt (Kompaktstationen).

Im Betriebsgebäude sind im Wesentlichen folgende Räume vorgesehen:

- Eingang,
- Kontrollbereichszugang mit Monitor, Strahlenschutzbüro,
- Umkleiden, Sanitärräume, Pausenraum/Teeküche,
- Büros, Besprechungszimmer, TÜV-Behörde,
- Betriebsmittellager, Kalte/Warme Werkstätten,
- Labor Strahlenschutz,
- Lüftungsanlage, Heizungsanlage,
- Stromversorgung sowie
- sonstige Ver- und Entsorgungseinrichtungen.

Eine detaillierte Raumaufteilung erfolgt im Rahmen der weiteren technischen Planung und der Ermittlung des Personalbedarfs.

6.3.3 Bürogebäude

Das Bürogebäude wird in Anlehnung an die ZLN-Planung als freistehendes Gebäude ausgeführt (siehe Abb. 22) und auf 4 miteinander verbundene Kuben aufgeteilt. Das Bürogebäude wird dreigeschossig ausgeführt.

Der umbaute Raum des Betriebsgebäudes beträgt ca. 14.300 m³, wobei noch eine Raumbedarfsermittlung auf Basis der Personalplanung erfolgen muss.

Im Bürogebäude sind im Wesentlichen folgende Räume vorgesehen:

- Büros, Besprechungsräume, Archiv,
- Sanitärräume, Pausenraum/Kantine,
- Bereitschaftsräume für Feuerwehr, Polizei,
- Garage/Geräte sowie
- Technikräume.

Eine detaillierte Raumaufteilung erfolgt im Rahmen der weiteren technischen Planung.

6.3.4 Wachgebäude

Das Wachgebäude wird als freistehendes Gebäude ausgeführt und ist in den Anlagensicherungszaun eingebunden. Es befindet sich neben der Gleis- und Straßenzufahrt auf dem Betriebsgelände. Das Wachgebäude wird eingeschossig mit Unterkellerung ausgeführt. Bei Bedarf können wichtige Einrichtungen der Anlagensicherung in den Kellerräumen untergebracht werden. Der umbaute Raum des Wachgebäudes beträgt ca. 3.300 m³.

Im Wachgebäude sind im Wesentlichen folgende Räume vorgesehen:

- Innere Wache, Sicherungszentrale, Schleuse,
- Personenkontrolle,
- Büro, Archiv,
- Warteraum,
- Umkleiden, Sanitärräume, Aufenthaltsraum,
- Lüftungsanlage, Sicherungstechnik und
- Haustechnik.

Eine detaillierte Raumaufteilung erfolgt im Rahmen der weiteren technischen Planung.

6.3.5 Außenanlagen

Straßen

Das Zwischenlager Asse wird mit einer Straßenumfahrung umgeben, die für den LKW-Verkehr und als Feuerwehrezufahrt geeignet ist. Die Einfahrt in das Lagergebäude erfolgt über Tore im Bereich der Verladehalle. Die Straßenumfahrung wird neben dem Wachgebäude an das öffentliche Straßennetz angebunden.

Gleisanschluss

Das Zwischenlager Asse wird mit einem Gleisanschluss mit zwei Gleisen versehen (siehe Abb. 22), die neben dem Wachgebäude das Gelände erreichen und bis in das Lagergebäude verlaufen. Die Gleise sind an das öffentliche Gleisnetz angeschlossen. Planung und Verfügbarkeit eines Gleisanschlusses sind aber abhängig von dem gewählten Standort. Der Standort Asse II und das Endlager verfügen über einen Gleisanschluss.

Zaunanlage

Das gesamte Gelände ist von einer Zaunanlage umgeben, die an das Wachgebäude angeschlossen ist (siehe Abb. 22). Die Anforderungen an die Zaunanlage sind in Kap. 6.7 beschrieben. Art und Umfang der Sicherungsmaßnahmen sind allerdings noch festzulegen.

Rückhaltebecken

Für die Entsorgung des anfallenden Regenwassers werden ein oder mehrere Rückhaltebecken und soweit erforderlich Versickerungsanlagen vorgesehen.

6.4 Anlagen- und Haustechnik

6.4.1 Krananlagen

In den Hallen 1 bis 16 ist jeweils eine Krananlage mit Durchfahrmöglichkeit für zwei gegenüberliegende Hallen vorhanden. Im Nachqualifizierungsbereich und Rangierbereich sind mehrere Krananlagen vorgesehen (hohe Frequenz von Handhabungsvorgängen). Die Hauptdaten der Krananlagen sind:

- Bauart: Zweiträgerbrückenkran
- Tragfähigkeit: 32 Mg
- Hubhöhe: ca. 8,50 m
- Spannweite: ca. 23,60 m
- Auslegung: konventionell gemäß UVV
- Steuerung: flurbedient mit Funkfernsteuerung
- Lastanschlag: Doppelhaken und Spreader/Greifer

Die Krananlagen überstreichen jeweils die gesamte Länge der Hallen. Die Abschirmwände am Verladebereich können dabei von der Kranbrücke überfahren werden.

Für den Gebindetransport sind folgende Anschlagmittel vorgesehen:

- Spreader für Container Typ I bis VI,
- Spreader für 20'-Container,
- Greifer für Beton- und Gussbehälter sowie
- Bänder/Seile/Gurte z. B. zur Handhabung von Anlagenteilen.

In der Halle 8 sind zusätzlich zum Hallenkran innerhalb des Caissons Brückenkräne vorgesehen.

6.4.2 Transporteinrichtungen

Für den innerbetrieblichen Transport stehen neben den in Abschnitt 6.4.1 beschriebenen Krananlagen folgende Transporteinrichtungen zur Verfügung:

- Zugfahrzeug (30 Mg),
- Schwerlastanhänger (25 Mg) und
- Stapler für Gussbehälter (bei Bedarf).

Der Gebindetransport innerhalb der Hallen erfolgt mit der jeweiligen Krananlage. Das Zugfahrzeug mit dem Schwerlastanhänger wird im Verladebereich für den Quertransport zwischen den Hallen eingesetzt.

6.4.3 Lüftungsanlagen

Für die Caissons in Halle 8 wird eine Lüftungsanlage mit gefilterter Abluft benötigt. Die Lüftungsanlage ist im Betriebsgebäude als Anbau neben der Halle 8 untergebracht, um kurze Kanallängen zu erhalten. Die Lüftungskanäle werden vom Betriebsgebäude in die Halle 8 geführt und auf der Innenseite der Längswand verteilt.

Es wird ein max. 10-facher Luftwechsel mit gefilterter Abluft (System Karlsruhe) vorgesehen.

Im Betriebsgebäude werden Lüftungsanlagen je nach Raumaufteilung nur im Bereich von Umkleiden/Sanitärräumen eingesetzt.

6.5 Strahlenschutz

Abschirmung

Erst nach der Festlegung des Standortes und der Durchführung von Abschirmrechnungen können die endgültigen Dicken von Wänden und Decken bestimmt werden. Dabei wird ein Planungsrichtwert (z. B. 0,1 mSv/a) an der Grundstücksgrenze zugrunde gelegt, der deutlich unterhalb des Grenzwertes nach Strahlenschutzverordnung (1 mSv/a) liegt.

Im Inneren des Gebäudes befinden sich zwischen Lager- und Verladebereich Abschirmwände aus Beton. Die Transportöffnungen sind mit Abschirmtoren verschlossen. Zur weiteren Reduzierung der Dosisleistung werden bei Bedarf mobile Abschirmelemente (Stahl oder Beton) eingesetzt.

Strahlenschutzbereiche

Die Hallen des Lagergebäudes werden als Kontrollbereich ausgewiesen. Der Zugang erfolgt durch das Betriebsgebäude. Der Bereich bis zum Personenmonitor ist hier ebenfalls Kontrollbereich.

Personenzugang

Der Personenzugang zum Kontrollbereich erfolgt durch das Betriebsgebäude. Hier wird die entsprechende Schutzkleidung angelegt. Vor dem Strahlenschutzbüro werden die Zutrittsformalitäten durchgeführt. Der Zugang zum Kontrollbereich erfolgt durch ein Drehkreuz.

Beim Verlassen des Kontrollbereichs erfolgt eine Kontrolle auf Kontaminationen mit einem Ganzkörpermonitor. Im Bereich der Konditionierungseinrichtungen ist ein Vormonitor vorgesehen.

Dosisleistungsmessgeräte

Dosisleistungsmessungen an den Gebinden beim An- und Abtransport sowie routinemäßige Messungen innerhalb und außerhalb des Lagergebäudes werden mit mobilen Dosisleistungsmessgeräten durchgeführt. Art und Umfang von fest installierten Messgeräten sind im Rahmen der weiteren technischen Planung festzulegen.

6.6 Brandschutz

Es werden sowohl passive als auch aktive Brandschutzmaßnahmen getroffen.

Passive Brandschutzmaßnahmen

Soweit möglich, werden ausschließlich nicht brennbare Baustoffe eingesetzt. Die Abfallgebinde gelten im Wesentlichen als nicht brennbar. Bei der Elektroinstallation werden schwer

entflammbare Kabel verwendet. Kabeltrassen werden brandschutztechnisch geschützt. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor fahren nur unter Aufsicht von Betriebspersonal in die Hallen ein.

Das Gebäude wird mit einer Blitzschutzanlage versehen.

Das Lagergebäude und das Betriebsgebäude werden als getrennte Brandabschnitte ausgeführt.

Aktive Brandschutzmaßnahmen

Entsprechend der geringen Brandbelastung werden zur aktiven Brandbekämpfung an exponierten Stellen Handfeuerlöcher installiert. Im Außenbereich sind Überflurhydranten vorgesehen.

Brandmeldeanlage

In allen Hallen sowie an den Ausgängen werden Druckknopfmelder installiert. Automatische Brandmelder werden bei Bedarf in den Caissons sowie im Betriebsgebäude installiert.

Flucht- und Rettungswege

In allen Hallen befinden sich Fluchtausgänge an den hinteren Stirnwänden. Weitere Fluchtausgänge werden im Verladebereich vorgesehen.

6.7 *Anlagensicherung*

Bezüglich der Anforderungen an die Anlagensicherung ist zu unterscheiden zwischen den gelagerten Abfällen in § 7 StrlSchV-Bereichen und Bereichen mit atomrechtlicher Genehmigung nach § 6 AtG.

Bei Abfällen mit Kernbrennstoffgehalt, die eine Genehmigung nach § 6 AtG erforderlich machen, ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Qualität der Barrieren (Wände, Decken, Tore, Türen) in dem entsprechenden Gebäudebereich. Der Aufwand zur elektronischen Überwachung und zur Zugangskontrolle steigt. Der Anlagenzaun wird dann als Anlagensicherungszaun mit Detektion ausgeführt, und das Wachgebäude wird ständig besetzt. Vorsorglich wurde für diese Abfälle ein separater Bereich in einer Halle ausgewiesen. Es ist zu prü-

fen, ob abhängig von der Größe des § 6 AtG-Bereichs, später wegen der aufwendigen Sicherungsmaßnahmen nicht ein separates Gebäude vorteilhaft wäre.

6.8 Einrichtungen zur Nachqualifizierung

In der Halle 8 sind folgende Einrichtungen zur Nachqualifizierung vorhanden (Abb. 27):

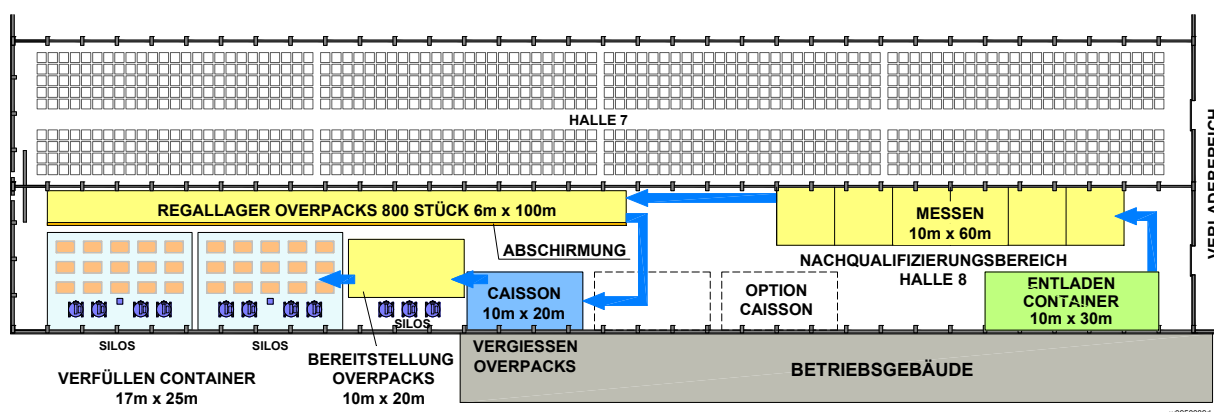


Abb. 27: Nachqualifizierungseinrichtungen in Halle 8

Fläche für das Öffnen und Entladen von Containern

Die Container werden geöffnet und die enthaltenen Abfallgebinde ausgeladen und bereitgestellt. Für die Arbeiten werden die entsprechenden Arbeitsmittel wie Arbeitsbühnen, Anschlagmittel etc. bereitgehalten. Es ist eine Fläche von ca. 10 m x 30 m vorgesehen.

Messeinrichtungen zur Dosisleistungsmessung, Gammaspektrometrie und ggf. Probenahme

Die Gebinde (Overpacks) werden über Rollenbahnen einer Messeinrichtung zugeführt und werden zum Zwecke einer radiologischen Charakterisierung gemessen. Es sind 6 Messanlagen mit einem Flächenbedarf von insgesamt 10 m x 60 m erforderlich. In Einzelfällen wird neben der Dosisleistungsmessung und der Ermittlung des Nuklidspektrums auch noch eine Probenahme oder Durchstrahlung erforderlich sein. Die entsprechenden Einrichtungen und der zugehörige Platzbedarf sind im Rahmen der weiteren technischen Planung zu ermitteln.

Regallager für Overpacks

Nach dem Messen der Overpacks werden diese bereitgestellt bis eine Beladeplanung für die Container und eine Freigabe für das Beladen und Verfüllen vorliegt. Hierfür ist ein Regallager mit einer Mittelgasse und Regalen auf beiden Seiten vorgesehen. Bei 4 Stellplätzen übereinander ergibt sich eine Lagerkapazität von ca. 800 Overpacks. Die Overpacks mit den VBA (max. 5 Mg) werden auf dem Boden abgestellt. Für die Handhabung bei der Ein- und Auslagerung wird ein Regalbediengerät oder ein fernbedienter Stapler eingesetzt. Das Regallager wird durch eine Abschirmwand von dem übrigen Hallenbereich abgetrennt. Der Flächenbedarf beträgt ca. 6 m x 100 m.

Caisson für das Verfüllen der Overpacks

Die Overpacks werden vor dem Einladen in Container verfüllt. Da das Innere potentiell kontaminiert ist, werden diese Arbeiten in einem Caisson mit gefilterter Abluft durchgeführt. Der Caisson befindet sich neben dem Betriebsgebäude, so dass der Anschluss an die Lüftungsanlage möglich ist. Die erforderlichen Silos mit dem Verfüllmaterial sind neben dem Caisson an der Außenwand der Halle angeordnet, so dass die Befüllung von außen erfolgen kann. Der Flächenbedarf für den Caisson beträgt ca. 10 m x 20 m.

Reserveplätze für Caissons

Für evtl. erforderliche zusätzliche Arbeiten an den Gebinden (z. B. Trocknung) sind optional zwei weitere Flächen für Caissons neben dem Betriebsgebäude ausgewiesen. Der Flächenbedarf beträgt jeweils ca. 10 m x 20 m.

Bereitstellfläche für verfüllte Overpacks

Nach dem Verfüllen und vor dem Einladen in Container werden die Overpacks bereitgestellt. Der Flächenbedarf für die Bodenlagerung beträgt ca. 10 m x 20 m.

Anlagen zum Verfüllen der Container

Für das Verfüllen der Container sind 2 Anlagen vorgesehen, die im Wechsel betrieben werden. Die Anlagen bestehen aus je 15 Stellplätzen für Container, 4 Silos und einem Verteilermast. Die Deckel der Container werden abgenommen, die bereits verfüllten Overpacks eingeladen und die Container mit dem zementgebundenen Verfüllmaterial verfüllt. Anschlie-

ßend werden die Deckel wieder aufgesetzt. Nach einer Wartezeit (1 Tag) werden die Container in eine andere Halle zur Zwischenlagerung abtransportiert. Der Flächenbedarf für beide Verfüllanlagen beträgt ca. 50 m x 17 m.

7 Anforderungen an einen möglichen Standort

Die wesentlichen Anforderungen, die an einen möglichen Standort für das Zwischenlager Asse II zu stellen sind, werden im Folgenden aufgelistet und erläutert.

Lage

- Lage direkt an Asse II oder am Endlager oder an beliebigem Ort
- ausreichender Abstand zur nächsten Wohnbebauung
- Bevölkerungsdichte

Grundstück

- Grundstücksgröße: mind. ca. 250.000 m² = 25 ha
- Grundstücksform: rechteckig
- Neigung: ebenes Grundstück
- Grundstück unbebaut
- Grundstück ohne Baulasten
- Grundstück ohne Altlasten
- Bewuchs (Wald) möglichst gering

Genehmigungsaspekte

- gewerbliche Nutzung nach Bebauungsplan bzw. Bauordnung zulässig
- keine Einschränkung durch Wasserschutzgebiet, Naturschutzgebiet oder FFH-Gebiet
- Akzeptanz bei Bevölkerung und Politik
- Bergbaurecht

Erschließung

- Straßenanbindung,
- Gleisanbindung,
- Stromversorgung,
- Wasser-/Löschwasserversorgung,

- Kanalanbindung,
- Entwässerung/Versickerung.

Bautechnik

- Tragfähigkeit Untergrund,
- Geologische Beschaffenheit,
- Grundwasserstand.

Strahlenschutz

- Entfernung zur nächsten Wohnbebauung
- Radiologische Vorbelastung

Störfälle/Restrisikoereignisse

- Hochwasser,
- Erdbeben,
- Explosionsdruckwelle (Gleise, Wasserstraßen, Gasleitungen, Druckbehälter),
- Einflugschneisen wegen der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes,
- Entfernung zur nächsten Wohnbebauung.

Lage

Das vorliegende Konzept wurde vorgabegemäß standortunabhängig entwickelt. Es werden drei Standortvarianten betrachtet (s. Abb. 15).

Ein Standort für die Gesamtanlage auf dem Gelände der Schachtanlage oder unmittelbar angrenzend ist aufgrund wesentlich geringerer Transportwege und durch Vermeidung von Transporten auf öffentlichen Straßen/Schienen vor Nachqualifizierung der Abfälle vorteilhaft. Weiter ist diese Lösung wirtschaftlicher als andere Lösungen, da hierbei die Errichtung eines zusätzlichen Bereitstellungsgebäudes entfallen kann und wesentlich weniger Aufwand für Transporte (Ausrüstung und Durchführung) anfällt. Ein wichtiger Aspekt ist sicherlich auch die Entkopplung des Zeitablaufs für die Rückholung, Nachqualifizierung und Lagerung von der Transportlogistik. Weiterhin ist das Minimierungsgebot gemäß § 6 (1) Strahlenschutzverordnung zu beachten. Danach sind unnötige Transporte (Strahlenexposition) zu vermeiden.

Die zweitbeste Lösung wäre ein Standort in unmittelbarer Nähe des Endlagers. Optimal wäre ein Standort unmittelbar angrenzend, weil dann die Endlagergebäude ohne Transport über öffentliche Straßen/Schienen später an das Endlager übergeben werden können.

Wenn die beiden vorgenannten Standortlösungen nicht realisiert werden können, so ist ein erheblicher Mehraufwand für die Durchführung der Abfalltransporte erforderlich. Durch die Aufteilung der Standorte sind auch größere Bevölkerungsteile unmittelbar betroffen.

Grundstück

Das vorgestellte Konzept für das Zwischenlager Asse benötigt eine Gesamtfläche von ca. 25 ha. Eine rechteckige Grundstücksform ist ideal, da das Gebäude rechteckig ist und an allen Seiten ein Abstand zum Anlagenzaun eingehalten werden soll. Wegen der sehr großen Gebäudefläche und des Gleisanschlusses ist ein ebenes Gelände sinnvoll. Das Grundstück sollte möglichst unbebaut sein, nicht großflächig mit Wald bewachsen und frei von Altlasten und Baulasten sein.

Genehmigungsaspekte

Auf dem Grundstück sollte nach Bebauungsplan bzw. Bauordnung eine gewerbliche Nutzung zulässig sein. Es sollte keine Einschränkungen durch Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete oder FFH-Gebiete geben. Die Akzeptanz bei der Bevölkerung und der Politik sollte vorhanden sein. Durch das Bergbaurecht sollten möglichst keine Beschränkungen (Bergsenkungsgebiet) gegeben sein.

Erschließung

Das Grundstück sollte erschlossen oder leicht erschließbar sein. Dies betrifft vor allem die Straßen- und Gleisanbindung. Weiterhin sind die Stromversorgung, Wasser-/Löschwasserversorgung sowie die Kanalanbindung sicherzustellen. Wegen der sehr großen Dachflächen ist auch die Entsorgung des Niederschlagswassers besonders zu beachten (ggf. Rückhaltebecken/Versickerung).

Bautechnik

Der Untergrund am Standort sollte eine ausreichende Tragfähigkeit für die vorgesehenen Lagerhallen aufweisen, weil ansonsten aufwändige Gründungsmaßnahmen erforderlich

werden. Dabei sollte wegen der Größe der Gebäude die geologische Beschaffenheit am Standort nicht zu unterschiedlich sein. Der Grundwasserstand sollte unterhalb einer möglichen Baugrube liegen.

Strahlenschutz

Die Entfernung zur nächsten Wohnbebauung ist wichtig bei Betrachtungen zu Aktivitätsfreisetzungen und Strahlenexpositionen. Vorteilhaft sind große Entfernungen zur nächsten Wohnbebauung.

Störfälle/Restrisikoereignisse

Der Standort sollte frei von Hochwassergefährdung sein und nicht in einem Gebiet mit besonderer Erdbebengefährdung liegen.

Wegen einer möglichen Explosionsdruckwelle ist eine ausreichende Entfernung zu Gleisen, Wasserstraßen, Gasleitungen oder Druckbehältern günstig. Der Standort sollte nicht in der Einflugschneise eines Flughafens liegen, um die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes niedrig zu halten. Bei allen Betrachtungen zu Störfällen/Restrisikoereignissen ist eine möglichst große Entfernung zur nächsten Wohnbebauung günstig.

8 Berücksichtigung der Rückholmengen aus Variante 4

In der vorliegenden Konzeptstudie wurden bisher Rückholmengen der Variante 3 gemäß /4/ betrachtet. Variante 4 unterscheidet sich nur durch eine höhere, potentiell kontaminierte Salzmenge. Hieraus ergeben sich größere Abfallgebundemengen, ein größeres Lager, ein größeres Grundstück sowie ein größerer Zeitbedarf für die Rückholung. Im Folgenden sind die sich daraus ergebenden Unterschiede in den Varianten aufgelistet.

	Variante 3	Variante 4
Salzgruss (Volumen)	9.850 m ³	74.820 m ³
Container Typ V (Stückzahl)	1.642 Stück	12.470 Stück
Abfallgebundevolumen (Salzgrus)	17.898 m ³	135.923 m ³
Abfallgebundevolumen (insgesamt)	275.000 m ³	393.025 m ³
Gebäudegröße	16 Hallen 200 m x 427 m	22 Hallen 275 m x 427 m
Geländegröße	25 ha	30 ha

Tab. 9: Planungsunterschiede bei Mengenansätzen nach Variante 3 oder 4 /4/

9 Literaturverzeichnis

- /1/ Bundesamt für Strahlenschutz
Optionenvergleich Asse
Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachtanlage Asse II
9A/21400000/MZA/RB/0001/00
- /2/ Asse-GmbH
Schreiben vom 12.03.2010 mit Bestellung
"Erstellung eines standortunabhängigen Konzeptes für die Errichtung eines Zwischenlagers und einer Konditionierungsanlage für rückholbare radioaktive Abfälle aus der Schachtanlage Asse II"
- /3/ Entsorgungskommission (ESK)
Stellungnahme zu Fragen des BMU zur möglichen Rückholung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II
Stellungnahme vom 07.04.2010
- /4/ DMT GmbH & Co. KG, TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG
Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, Stand: 25.09.2008
- /5/ EWN GmbH, TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG
Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, Stand: 28.11.2008
- /6/ GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
Forschungsbergwerk Asse
Bestimmung des Inventars an chemischen und chemotoxischen Stoffen in den eingelagerten radioaktiven Abfällen der Schachtanlage Asse
Abschlussbericht März 2004
- /7/ Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München,
Bedingungen für die Versuchseinlagerung von mittelradioaktiven Abfällen in die Kammer 8a der 511 m-Sohle des Salzbergwerkes Asse,
Stand: Dezember 1976
- /8/ Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München,
Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse,
Stand: Dezember 1975

-
- /9/ H. Baatz
Die Entsorgung der Kernkraftwerke von radioaktiven
Betriebsabfällen nach dem STEAG-System
Kraftwerks-Hilfseinrichtungen, 1978, Seite 123 - 127
- /10/ Europäisches Übereinkommen vom 30. September 1957 über die
internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (BGBl.
1969 II S. 1489), in der Fassung 1. Januar 2011
- /11/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung
(Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) Strahlenschutzverordnung vom
20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, (2002, S. 1459)), zuletzt geändert durch Artikel 2
des Gesetzes vom 29. August 2008 (BGBl. I S. 1793)
- /12/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz
gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung
vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 1 des
Gesetzes vom 17. März 2009 (BGBl. I S. 556)
- /13/ RSK-Empfehlung, RSK 357 v. 16.10.2003
Sicherheitsanforderungen an die längerfristige Zwischenlagerung
schwach- und mittelradioaktiver Abfälle
- /14/ Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle
(Endlagerungsbedingungen, Stand: Oktober 2010) – Endlager Konrad –
Bundesamt für Strahlenschutz SE-IB-29/08-REV-1 (ENTWURF)

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1:	Beispiele für VBA-Ausführungen	12
Abb. 2:	200-l-/400-l-Fassausführungen für LAW-Abfälle (Beispiele aus /8/)	13
Abb. 3:	Gussbehälter Typ II für die Aufnahme von MAW-Fässern.....	21
Abb. 4:	Overpack für VBA	22
Abb. 5:	Container Typ IV mit 2 VBA im Overpack.....	23
Abb. 6:	Overpacks für Fässer	24
Abb. 7:	Beispiel eines 20'-Containers mit Overpacks	24
Abb. 8:	Beispiel eines Containers Typ V für Overpacks mit LAW-Inhalt.....	25
Abb. 9:	Vergleich des Endlagervolumens	26
Abb. 10:	Volumenvergrößerung bei der Verpackung (200-l-Fässer).....	27
Abb. 11:	Verpackungen und Transportbereitstellung von MAW	29
Abb. 12:	Verpackung und Transportbereitstellung von VBA.....	30
Abb. 13:	Verpackung und Transportbereitstellung von 200-l- und 400-l-Fässern	30
Abb. 14:	Verpackung und Transportbereitstellung von Salz	31
Abb. 15:	Transport- und Standortvarianten	33
Abb. 16:	20'-Container mit Endlager-Container auf LKW.....	35
Abb. 17:	Transport von 20'-Containern mit der Eisenbahn	35
Abb. 18:	Gussbehälter als IP-2 Versandstück im 20'-Container	36
Abb. 19:	Gussbehälter als Typ B-Versandstück im 20'-Container	37
Abb. 20:	Nachqualifizierung und Zwischenlagerung	42
Abb. 21:	Bereitstellungshalle (beispielhafter Grundriss).....	44
Abb. 22:	Gesamtanlage.....	46
Abb. 23:	Beispiel für eine Lager- und Verarbeitungseinrichtung (ZLN).....	47
Abb. 24:	Aufstellung der Gebinde (Schnitt).....	48
Abb. 25:	Aufstellung der Gebinde (Grundriss)	49
Abb. 26:	Konzept für das Lagergebäude.....	50
Abb. 27:	Nachqualifizierungseinrichtungen in Halle 8	58

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1:	Ergebnisse der DMT/TÜV und EWN/TÜV Studien.....	7
Tab. 2:	Angaben zu den vorhandenen radioaktiven Abfällen gemäß /4/ und /5/.....	10
Tab. 3:	Grenzwerte für den Transport /10/.....	15
Tab. 4:	Beispiel für Störfallgrenzwerte /14/.....	18
Tab. 5:	Vergleich des Endlagervolumens.....	26
Tab. 6:	Transport von Abfallgebinden zum externen Zwischenlager (Referenzvariante)	38
Tab. 7:	Transport von Abfallgebinden zum externen Zwischenlager (Alternative)	39
Tab. 8:	Stapelung der Gebinde	49
Tab. 9:	Planungsunterschiede bei Mengenansätzen nach Variante 3 oder 4 /4/.....	64