

# **Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse**

## **EWN GmbH**

(Kap. A, B, C, E, F, I, J, K)

Verfasser: B. Hartmann, G. Hillebrecht, S. Kuntosch, G. Rüger

## **TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG**

(Kap. C, D, G, H, J)

Verfasser: Dr. J. Feinhals, S. Heinzl-Große, C. Löffler, Dr. D. Walbrodt

Lubmin: 28. November 2008,      Hamburg: 28. November 2008

Der Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des BfS zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Der Bericht gibt die Meinung und Auffassung der Verfasser wieder und muss nicht in jedem Fall mit der Meinung des BfS übereinstimmen.

## Zusammenfassung

Dr. J. Feinhals, S. Heinzl-Große, C. Löffler, Dr. D. Walbrodt,  
B. Hartmann, G. Hillebrecht, S. Kuntosch, G. Rüger:  
Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse

Endlager, Asse, MAW- Abfälle, Rückholung

Die Rückholung der MAW- Abfälle aus der Schachanlage Asse ist technisch möglich. Dabei müssen alle 1301 Gebinde in der MAW- Kammer als Charge betrachtet werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Gebinde derart zerstört sind, dass eine Handhabung nicht möglich ist und diese Gebinde in der MAW- Kammer zurückgelassen werden müssen. Infolge der nicht vorhandenen Informationen über den Zustand der Gebinde und der hier nicht berücksichtigten bergtechnischen Aspekte kann außerdem nicht ausgeschlossen werden, dass die Rückholung der MAW- Gebinde über 2014 hinaus andauern kann.

Die abgeschätzte Kollektivdosis für das Personal von ca. 400 mSv sowie die Strahlenexposition für die Bevölkerung infolge der Tätigkeiten zur Rückholung der MAW- Abfälle aus der Schachanlage Asse stellen eine deutliche Belastung dar, die nur dann als angemessen eingestuft werden kann, wenn mit dieser Strahlenexposition auch ein angemessener sicherheitstechnischer Gewinn verbunden ist, da gemäß § 6 StrlSchV jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden ist. Eine abschließende Betrachtung ist erst möglich, wenn seitens der Betreiberin eine Störfallbetrachtung zu einem vorzeitigen Lösungszutritt auftragsgemäß vorgelegt wird. Unter der Voraussetzung, dass die Langzeitsicherheitsstudie in ihrer Szenarienbetrachtung auch für den kurzfristigen Zeitraum bis 2014 anwendbar ist und somit insbesondere das Grubengebäude erhalten bleibt, ergeben sich keine neuen Freisetzungsmechanismen aus dem Bereich der MAW-Abfälle bei einem vorzeitigen Lösungszutritt, da die MAW-Abfälle als Quellterm aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und aufgrund des Aktivitätsgehaltes keinen wesentlichen Anteil zu den Auswirkungen bei einem Szenario zu einem vorzeitigen Lösungszutritt liefern werden. Daher ist unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen mit der Rückholung der MAW-Abfälle kein relevanter Sicherheitsgewinn für die Bevölkerung und somit auch kein gesellschaftlicher Nutzen erkennbar.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>	
A)	Einleitung und Aufgabenstellung	6
B)	Darstellung des Ist-Zustandes der Asse	8
C)	Randbedingungen bei der Entwicklung der technischen Varianten	10
C 1.	Randbedingungen	10
C 2.	Bewertungsmaßstäbe	12
D)	Genehmigungsrechtliches Vorgehen	14
E)	Darstellung der technischen Möglichkeiten	20
E 1.	Handhabung der MAW – Gebinde	20
E 1.1.	Verfahrensgrundsätze	20
E 1.2	Ausgangszustand an der MAW – Kammer	21
E 1.3	Endzustand an der MAW – Kammer	21
E 1.4	Handhabung der MAW – Gebinde	22
E 1.4.1	Allgemeines	22
E 1.4.2	Anlagen und Ausrüstungen	22
E 1.4.2.1	Allgemeine Anlagen und Ausrüstungen	22
E 1.4.2.2	Spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 1	25
E 1.4.2.3	Spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 2	26
E 1.4.3	Montage der Anlagen und Ausrüstungen	27
E 1.4.3.1	Montagen für die Handhabung nach Variante 1	27
E 1.4.3.2	Montagen für die Handhabung nach Variante 2	28
E 1.4.4	Greifen und Verpacken der MAW – Gebinde – Variante 1	28
E 1.4.4.1	Greifen der MAW – Gebinde	28
E 1.4.4.2	Verpackung und Bereitstellung	30
E 1.4.4.3	Interventionen	31
E 1.4.5	Greifen und Verpacken der MAW – Gebinde – Variante 2	31
E 1.4.5.1	Greifen der MAW – Gebinde	31
E 1.4.5.2	Verpackung und Bereitstellung	32
E 1.4.5.3	Interventionen	33
E 1.4.6	Raubereiche	34
E 1.4.6.1	Raubereiche Variante 1	34
E 1.4.6.2	Raubereiche Variante 2	34
E 2.	Auswahl der Abschirm- und Transportbehälter/ Endlagerbehälter	35
E 2.1	MOSAIK – Behälter	36
E 2.2	Fasscontainer	36
E 2.3	Betonbehälter Typ I und Typ II	37
E 2.4	Stahlblechcontainer Typ IV mit Beton-Inliner/ Betoncontainer Typ IV	38
E 2.5	Gusscontainer Typ I bis Typ VI	38
E 2.6	Auswahl der Behälter	39
E 3.	Beladung und Abfertigung der Behälter	43
E 3.1	Beladung und Abfertigung der MOSAIK – Behälter	43
E 3.2	Beladung und Abfertigung der Betonbehälter	43
E 4.	Konditionierung der MAW- Abfälle	44
E 5.	Transport der Behälter	46
E 5.1	Transporte mit der Hauptförderanlage	46

E 5.2	Transporte auf der 490m- Sohle	46
E 5.3	Transporte über Tage auf dem Betriebsgelände der Asse	46
E 5.4	Transporte zum Endlager Konrad	46
E 5.5	Transporte zu einer externen Konditionierungseinrichtung/ Zwischenlagerung	47
E 6.	Transportbereitstellung der Behälter	48
E 6.1	Transportbereitstellung unter Tage	48
E 6.2	Transportbereitstellung über Tage	48
E 7.	Endlagerung	50
E 8.	Entsorgung der Sekundärreststoffe	51
E 9.	Dokumentation und Nachweisführung	51
F)	Zeit- und Aufwandschätzung	52
G)	Radiologische Konsequenzen einer Rückholung	54
G 1.	Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung	54
G 1.1	Ableitungen mit den Abwettern im bestimmungsgemäßen Betrieb	54
G 1.2	Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle	61
G 1.3	Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung	62
G 2.	Betrachtung der Individual- und Kollektivdosis des Personals	62
G 2.1	Einleitung	62
G 2.1.1	Vor- und nachbereitende Arbeiten	64
G 2.1.2	Tätigkeiten unter Tage	65
G 2.1.3	Tätigkeiten über Tage	66
G 2.1.4	Konditionierung/ Umladung der MAW-Fässer	67
G 2.1.5	Endlagerung	67
G 2.2	Darstellung der Dosisbelastung für die vor- und nachbereitenden Arbeiten	68
G 2.3	Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von UVBA	68
G 2.3.1	Betrieb unter Tage	69
G 2.3.2	Betrieb über Tage	71
G 2.3.3	Einlagerung im Endlager	73
G 2.3.4	Zusammenfassung	73
G 2.4	Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von MOSAIK-Behältern	73
G 2.4.1	Betrieb unter Tage	74
G 2.4.2	Betrieb über Tage	76
G 2.4.3	Ein- und Auslagerung der MOSAIK- Behälter	76
G 2.4.4	WKP/ Abtransport ins Endlager	76
G 2.4.5	Einlagerung im Endlager	77
G 2.5	Zusammenfassung der Betrachtung der Behälter	77
H)	Störfälle mit radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung der Asse	80
H 1.	Einleitung	80
H 2.	Festlegung der Störfälle	81
H 3.	Radiologisch bedeutsame Störfälle	83

H 3.1	Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs	83
H 3.2	Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage	85
H 4.	Zusammenfassung	88
I)	Kostenabschätzung	89
J)	Zusammenfassende Bewertung	94
J 1.	Technische Bewertung	94
J 2.	Ergebnisse der Erfordernisprüfung zur Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse	96
J 2.1	Aufgabenstellung	96
J 2.2	Nutzen der Rückholung	96
J 2.3	Störfallrisiken infolge der Rückholung	98
J 2.4	Strahlenexposition des Personals infolge der Rückholung	99
J 2.5	Potenzielle Strahlenexposition Dritter in der Umgebung infolge der Rückholung	100
J 2.6	Konsequenzen für das genehmigungsrechtliche Verfahren	101
J 2.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	101
K)	Verzeichnisse	102

## **A) Einleitung und Aufgabenstellung**

Die Schachanlage Asse bei Wolfenbüttel wurde von 1964 bis 1992 vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) als Forschungsbergwerk genutzt, um technische Fragen der Handhabung radioaktiver Abfälle in einem Endlager zu klären und wissenschaftliche Grundlagenforschung für die Endlagerung im Salzgestein durchzuführen.

Im Rahmen von Forschungsvorhaben wurden im Zeitraum von 1967 – 1978 schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Aufgrund des 1976 novellierten Atomgesetzes (AtG) entfiel die Rechtsgrundlage für die Einlagerung im Salzbergwerk Asse und die Einlagerung wurde 1978 eingestellt.

Gegenwärtig läuft das Genehmigungsverfahren zur Stilllegung. Die Stilllegung und der Verschluss der Schachanlage Asse sind von besonderer Dringlichkeit, da geotechnische Gutachten derzeit nur bis zum Jahr 2014 beherrschbare Gebirgszustände prognostizieren. Eine eventuelle Rückholung aller radioaktiven Abfälle (ca. 126.000 Fässer) ist bereits untersucht und insbesondere aufgrund des hohen Zeitbedarfs verworfen worden.

Aus diesem Grund soll die Machbarkeit und Rechtfertigung der Rückholung nur der in der Asse eingelagerten mittelaktiven Abfälle (1293 Fässer) untersucht werden, da diese Abfälle ca. die Hälfte der in der Asse eingelagerten Gesamtaktivität beinhalten und eine Rückholung dieser Abfälle möglicherweise eine deutliche Reduzierung der Auswirkungen für den Störfall eines vorzeitigen Lösungszutrittes bedeuten können. Neben der technischen Machbarkeit sollen die radiologischen Konsequenzen für das Betriebspersonal und Dritte und der benötigte Zeitrahmen beurteilt werden. Dabei ist davon auszugehen, dass für eine Rückholung der MAW-Abfälle nur noch begrenzt Zeit zur Verfügung steht. Die geplanten Stilllegungsmaßnahmen werden ca. ab 12/2013 die MAW-Kammer (Kammer 8a, 511-m-Sohle) betreffen bzw. so weit fortgeschritten sein, dass die notwendige Infrastruktur nicht mehr vorhanden ist.

Es ist zu beurteilen, ob innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit eine Rückholung der MAW-Abfälle

- a) technisch möglich und
- b) gemäß § 6 StrlSchV als notwendig einzustufen ist.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein sicherheitstechnischer Gewinn im Hinblick auf die Störfallanalyse nur für die Zeit zwischen einer erfolgreichen Rückholung der Abfälle und einem ggf. auftretenden Wassereintrich vor Umsetzung aller Maßnahmen des Stilllegungskonzeptes zu realisieren ist.

Es ist im Entwurf ein Konzept für die Rückholung aller Abfälle aus der MAW-Kammer zu entwickeln. Der Entwurf berücksichtigt die eigentliche Rückholung sowie ein Entsorgungskonzept, welches die Behandlung, Zwischenlagerung und Endlagerung der Abfälle z.B. im Endlager Konrad (soweit möglich) umfasst. Neben den technischen Aspekten sind die nötigen genehmigungsrechtlichen Schritte zu beschreiben. Das BfS beauftragte die EWN GmbH mit der Betrachtung der technischen Durchführung und der Ermittlung der Kosten einer Rückholung der mittelradioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse. Die TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG wurde vom BfS

beauftragt, die Möglichkeiten bzgl. des Genehmigungsverfahrens zu ermitteln und eine Erfordernisprüfung gemäß § 6 StrlSchV bzgl. der Rückholung durchzuführen.

Der benötigte Zeitraum und die zu erwartenden Kosten sind abzuschätzen. Hierfür ist zu unterscheiden zwischen einem normalen Verfahrensablauf und einer Sofortmaßnahme im Rahmen der Gefahrenprävention. Das Ziel besteht nicht in einer vollständigen Dekontamination der MAW-Kammer, sondern in einer Rückholung der Abfälle.

Im Ergebnis der Studie soll eine fachlich fundierte Grundlage für die Entscheidung erarbeitet werden, ob mit der Planung und Durchführung der Rückholung der MAW-Gebinde aus der SchachtanlageASSE begonnen werden könnte und sollte.

## B) Darstellung des Ist-Zustandes der Asse

Im Rahmen der Versuchs- und Demonstrationsprogramme wurden 1.293 Fässer mit mittelaktiven Abfällen und 8 Fässer mit niedrigaktiven Abfällen in der Kammer 8a auf der 511-m-Sohle eines Nebenabbaus der Südflanke eingelagert.

Die Kammer 8a hat eine Fläche von ca. 560 m<sup>2</sup> und eine Höhe von ca. 15 m. Zum Abbau 8 im Süden hin, ist sie mit einer Betonmauer verschlossen.

Die Unterlage "Vorläufige Bedingungen für die Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse" /1/ schrieb vor, dass ausschließlich das 200 l – Rollreifenfass zu verwenden war. Das Fass hat einen maximalen Durchmesser von 630 mm, eine maximale Höhe von 923 mm und ist mit Beton oder Bitumen vergossen.

Zum Zeitpunkt der Einlagerung durfte an spaltbarem Material maximal 200 g Uran 235, 15 g Uran 233 sowie 15 g Plutonium in einem Rollreifenfass enthalten sein. Die zulässige Aktivität pro Rollreifenfass wurde nicht begrenzt. Die Dosisleistung an der Oberfläche des Abschirmbehälters durfte an keiner Stelle größer als 200 mrem/h (2 mSv/h) und in 1 m Abstand von der Oberfläche des Abschirmbehälters nicht größer als 10 mrem/h (100 µSv/h) betragen.

Im Bericht "Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse" /2/ werden folgende Angaben zur Herkunft und zur Radiologie der Gebinde aufgeführt: "In der MAW – Kammer befinden sich 1.301 Stück 200 l – Fässer mit einer deklarierten Gesamtaktivität von 1,36E+05 Ci" (5,032E+15 Bq). Hauptaktivitätsträger sind Gebinde mit Metallteilen und Schrott. 7,5% der in der Asse 2 eingelagerten α-Strahler befinden sich in der MAW- Kammer, wobei es sich weitgehend um kurzlebige Nuklide handelt.

1265 Fässer stammen aus dem Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), 7 Fässer von Amersham Buchler, 21 Fässer aus dem Forschungszentrum Geesthacht (GKSS) und 8 Fässer aus dem Forschungszentrum Jülich (FZJ).

Die /2/ zugrunde liegenden Einzeldaten bzw. Begleitscheine der Gebinde zeigen, dass Gebinde mit etwas mehr als 1000 Ci (3,7 E13 Bq) und Gebinde mit mehr als 130 g spaltbarem Material eingelagert wurden.

Die Gesamtaktivität hatte sich zum 01.01.2003 durch den radioaktiven Zerfall auf 1,2 E15 Bq verringert. Die α-Aktivität betrug 1,17E+13 Bq, die β/γ-Aktivität wurde mit 1,18E+15 Bq angegeben.

Folgende Dosisleistungen wurden in der MAW – Kammer gemessen:

	Fasskegel	Unterkante Schwebe	DL-Messgerät
	[Gy/h]	[Gy/h]	
12.03.1979	1,15	0,36	FHZ 190
21.10.1980	1,1	0,23	FHZ 190
22.06.1982	0,9	0,18	FHZ 190
30.10.1991	0,543	0,106	AD 6150 mit Sonde Nr. 15
04.09.1996	0,363	0,0674	AD 6150 mit Sonde Nr. 15

Tabelle B-1: Dosisleistungen in der MAW – Kammer (nach Angaben von HMGU)



Die MAW – Gebinde wurden im Abschirmbehälter auf den Schieber der Beschickungskammer auf der 490 m – Sohle aufgesetzt. Nach dem Öffnen des Schiebers wurde das MAW – Gebinde mit einem Fassgreifer in die Einlagerungskammer abgesenkt und auf einem Schüttkegel direkt unterhalb der Beschickungskammer abgelegt. Dabei wurden die Gebinde mit großer Wahrscheinlichkeit nicht beschädigt.

Beschädigungen sind hingegen durch nachfolgende Bewegungen entlang und innerhalb des Schüttkegels und durch den Druck innerhalb des Schüttkegels nicht auszuschließen. Aufgrund der Tatsache, dass die Fässer entsprechend /1/ vergossen wurden, wird angenommen, dass die MAW - Gebinde in einer handhabbaren Form erhalten geblieben und nicht so stark geschädigt sind, dass die zylindrische Gebindeform verloren gegangen ist bzw. sich der radioaktive Abfall von der Verpackung gelöst hat.

## C) Randbedingungen bei der Entwicklung der technischen Varianten

### 1. Randbedingungen

Das Konzept geht von folgenden Randbedingungen aus:

1. Derzeit wird ein Termin für die Inbetriebnahme des Endlagers Konrad für 2014 geplant. Dieser Planungsstand sowie die derzeit gültigen Endlagerungsbedingungen werden in die Bewertung einbezogen.
2. Die Endlagerungsbedingungen Konrad werden aufgrund der verfügbaren Daten zu den MAW – Gebinden und der unter den Umständen der Rückholung und der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zu 100% durchführbaren Beprobung nur dann erfüllbar, wenn alle 1301 Gebinde in der MAW – Kammer als Charge betrachtet werden. Die Nuklidzusammensetzung und die Nuklidverhältnisse in der MAW – Kammer nach /2/ werden dabei grundsätzlich als für alle Gebinde gleich angenommen. Die Gesamtaktivität des einzelnen Gebindes wird über eine Dosisleistungsmessung am MAW – Gebinde bestimmt. Dies gilt auch für den Transport der Gebinde zur HDB und zum Endlager Konrad und die Annahme der Gebinde in der HDB. Zur Ergänzung der Informationen über die MAW- Gebinde und um die Inanspruchnahme der im Endlager Konrad einzulagernden Nuklide hinsichtlich der Aktivitätsbegrenzung zu optimieren, werden an einigen ausgewählten Gebinden Probenahmen in der HDB vorgesehen. Die Auswahl der Gebinde an denen eine Probenahme erfolgt, wird in Abhängigkeit der Dosisleistung am Gebinde so getroffen, dass ein repräsentativer Umfang an MAW- Gebinden ausgewählt wird. Für den Transport und die Endlagerung der Gebinde können ggf. umfangreichere Stichprobenprüfungen und Einzelfallbetrachtungen im Hinblick auf die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen Konrad notwendig werden, die zu höheren Dosen für das Personal, höheren Kosten und einem größeren Zeitbedarf führen würden.
3. Die Endlagerung der MAW- Abfälle wird ausgehend vom vorgesehenen Beginn des Betriebes des Endlagers Konrad und des Aufwandes der Transporte schnellstmöglich geplant. Sollte dies nicht möglich sein, werden die Zwischenlagerkapazitäten länger benötigt bzw. sind zusätzliche Zwischenlagerkapazitäten zu schaffen.
4. Für die Ableitung radioaktiver Stoffe an die Umgebung sind die Grenzwerte des § 47 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /3/ einzuhalten. Für die Schachanlage Asse wurde keine Begrenzung für die Ableitung von Aktivitätsmengen festgelegt.
5. Der Bereich um die MAW – Kammer wird als ausreichend stabil vorausgesetzt. Für die Umsetzung der Maßnahmen notwendige statische Berechnungen wären gesondert zu führen und sind nicht Gegenstand des Berichtes.
6. Die Einrichtungen der Asse sind auch zum Zeitpunkt der Rückholung vorhanden und funktionstüchtig, insbesondere die Förder- und Schachtbehandlungseinrichtungen.

7. Die Fortsetzung der Schließungsmaßnahmen während der Montage der Ausrüstungen und der Durchführung der Arbeiten zur Rückholung der MAW - Gebinde wird nicht detailliert berücksichtigt.
8. Da keine Nachweise zur Integrität der MAW – Abfälle vorliegen, muss vor der Entscheidung zur Variante der Rückholung und der Planung der Ausrüstungen eine Besichtigung der Kammer 8a mit Videotechnik erfolgen. Darüber hinaus kann der Einsatz eines Gamma Scanners geprüft werden, um Gebinde mit deutlich höherer Dosisleistung zu lokalisieren.

## 2. Bewertungsmaßstäbe

Für die Betrachtung zu den genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen zur Rückholung der MAW-Abfälle haben wir die gesetzlichen Vorgaben

- des Atomgesetzes (hier insb. §§ 7, 9, 12 und 19) /4/
- der Strahlenschutzverordnung (hier insb. §§ 5, 6, 7, 46, 47, 51, 55 und 113) /3/
- EURATOM-Richtlinien (hier insb. 89/618/EURATOM) /5/

herangezogen.

Die Abschätzung der Zeithorizonte für die unterschiedlichen Varianten für die Genehmigungsverfahren basiert auf unseren Erfahrungen aus anderen Genehmigungsverfahren nach Atomrecht sowie auf unserer Studie zur Rückholbarkeit von radioaktiven Abfällen für ein weiteres Endlager.

Wir haben die Strahlenexposition der Bevölkerung ermittelt, die aufgrund des bestimmungsgemäßen Rückholbetriebs zusätzlich zu unterstellen ist. Daran schließt die Untersuchung auf Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 47 (1) der StrlSchV /3/ für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft aus der Schachanlage der Asse an.

Das Aktivitätsinventar der mittelaktiven Abfälle wird aus dem GSF-Bericht /2/ hergeleitet. Zur Ermittlung der Freisetzungsteile des radioaktiven Inventars der Gebinde haben wir die Transportstudie Konrad /6/ herangezogen. Die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgte auf Basis der AVV (Entwurf) /7/ zu § 47 StrlSchV. Angaben über die tatsächlichen Jahresableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern haben wir den Jahresberichten Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachanlage Asse /8/ und der Studie zur Neubewertung der Ausbreitungssituation auf der Schachanlage Asse nach Änderung der StrlSchV im Jahre 2001 und Änderung der Berechnungsgrundlage (AVV zu § 47 StrlSchV) /7/ entnommen. Der Studie /9/ haben wir ebenfalls Angaben zu den Ausbreitungsrandbedingungen am Standort der Schachanlage Asse entnommen.

Wir haben außerdem untersucht, ob der Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 46 (1) der StrlSchV eingehalten wird. Dieser Grenzwert gilt gemäß § 46 (3) StrlSchV außerhalb des Betriebsgeländes für die Summe der Strahlenexposition aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Den Beitrag zur Direktstrahlung liefern die in der Transportbereitstellungshalle abgestellten Gebinde mit radioaktiven Stoffen.

Zur Bewertung der potentiellen Strahlenexposition der Bevölkerung durch Störfälle haben wir die Störfälle, die bei der Rückholung auftreten können, identifiziert und ihre radiologischen Auswirkungen ermittelt. Zur Ermittlung der Freisetzungsteile haben wir die Transportstudie Konrad herangezogen. Die Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung der Asse haben wir auf Basis der Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) /10/ mit der Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV /11/ durchgeführt. Wir haben untersucht, ob die potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung durch Störfälle bei der Rückholung unterhalb der in § 49 StrlSchV festgelegten Störfallplanungswerte liegt.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Rückholung der mittelaktiven Abfälle (MAW) aus der Kammer 8a in der Schachanlage Asse 2 wurde die für das Personal zu er-

wartende Dosisbelastung untersucht. Dabei werden zum einen die Kollektivdosis als auch die für die einzelnen Personen auftretenden Individualdosen bestimmt. Dazu wurden für die jeweiligen Arbeitsschritte die zu erwartende Dosis bestimmt und zu einer Gesamtdosis aufsummiert. Als Basis für die jeweilige Personendosis wurden die Werte der im jeweiligen Arbeitsschritt zu erwartenden Ortsdosisleistungen (ODL) herangezogen. Die Bestimmung der ODL wiederum erfolgte aus den von der Bergwerksbetreiberin zur Verfügung gestellten Daten des Aktivitätsinventars der einzelnen Fässer und des zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch vorhandenen Inventars sowie der Abschirmwirkung der verwendeten Abschirm- und Transportbehälter (ATB) und der jeweils zu erwartenden Dauer der Arbeiten /2/.

Es wurde geprüft, ob die Bedingungen der Strahlenschutzverordnung /3/ während der Rückholung eingehalten werden können. Insbesondere müssen hierbei die §§ 5 StrlSchV (Begrenzung der Dosis) und 6 (Vermeidung unnötiger Exposition) der StrlSchV berücksichtigt werden. Der § 6 StrlSchV ist einerseits für den Vergleich zwischen der potentiell auftretenden Strahlenexposition der Bevölkerung im Störfall Laugenzutritt und dem Störfall während der Rückholung relevant, andererseits wird auf dieser Basis aber auch das Erfordernis der auftretenden Strahlenexposition des bei der Rückholung eingesetzten Personals geprüft. Hierbei muss bewertet werden, ob und unter welchen Umständen die jeweilige Strahlenexposition im Vergleich zum Gesamtnutzen als notwendig zu betrachten ist.

Der § 4 StrlSchV behandelt zwar die Rechtfertigung von Tätigkeiten aus der Sicht des Strahlenschutzes, er ist aber hier nicht zutreffend, da die Anforderungen dieses Paragraphen sich zum einen auf geplante neue Arten von Tätigkeiten (Planungssicherheit für den Antragsteller), zum anderen auf bestehende Arten von Tätigkeiten (neue Erkenntnisse zum Umgang) bezieht. Bei der hier zu betrachtenden Rückholung handelt es sich jedoch nicht um eine geplante Tätigkeit, da bereits die radioaktiven Stoffe vorhanden sind, und auch nicht um einen bestehenden Umgang, da die Einlagerung bereits abgeschlossen ist. Insofern ist die Tätigkeit in den Bereich der Intervention einzuordnen, für die eine Rechtfertigungsprüfung im Sinne des § 4 StrlSchV nicht vorgesehen ist. Hier sind die Maßstäbe des § 6 zur Erfordernisprüfung heranzuziehen.

In § 5 StrlSchV ist weiterhin festgelegt, dass die Grenzwerte für die Dosisbelastung nach den §§ 46, 47, 55, 56 und 58 StrlSchV nicht überschritten werden dürfen. Für die bei der Rückholung stattfindenden Tätigkeiten und die mit der Rückholung in direktem Zusammenhang stehenden Tätigkeiten im Vor- bzw. Nachlauf muss der § 55 StrlSchV beachtet werden. In § 55 StrlSchV wird die berufliche Strahlenexposition auf eine effektive Dosis von 20 mSv/Jahr begrenzt. Dieser Wert darf nur in Ausnahmefällen überschritten werden.

Die Einhaltung des § 6 StrlSchV ist von besonderer Bedeutung für die Tätigkeiten bei der Rückholung. So kann durch die optimale Arbeitsplanung, gute Arbeitsbedingungen und durch die Vermeidung des direkten Kontaktes mit den Abfallbinden durch Verwendung von fernbedienbaren Handhabungseinrichtungen die Dosisbelastung im Sinne des § 6 Abs. 2 StrlSchV reduziert werden.

Des Weiteren wurde zur Bewertung der Tätigkeiten unter und über Tage die IWRS II /12/ herangezogen, in der die Strahlenschutzgrundpflichten des § 6 StrlSchV konkretisiert sind. Es wurde geprüft, ob die Vorgaben eingehalten und die Maßnahmen zum Strahlenschutz umgesetzt werden können.

## **D) Genehmigungsrechtliches Vorgehen**

Die Errichtung und der Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle bedarf der Planfeststellung (s. § 9b AtG). Eckpunkte des Verfahrens für den Planfeststellungsbeschluss sind als Voraussetzungen ebenfalls dort festgelegt. Die Stilllegung eines Endlagers ist hier zwar explizit nicht genannt, aber auch wesentliche Veränderungen solcher Anlagen fallen unter die Pflicht der Planfeststellung und somit auch die Stilllegung eines Endlagers.

Das Forschungsbergwerk Asse ist zu einem Zeitpunkt errichtet und genehmigt worden, bei dem diese Festlegungen im Atomgesetz noch nicht galten. Die Arbeiten auf der Schachanlage Asse wurden somit auf der Grundlage des Bundesberggesetzes genehmigt und auch weiterhin durchgeführt. Hiervon ausgenommen ist der Umgang mit bestimmten radioaktiven Stoffen (nicht radioaktive Abfälle), z. B. zur Kalibrierung von Strahlenschutzmessgeräten. Hierzu wurden von der Bergbehörde entsprechende Umgangsgenehmigungen nach Strahlenschutzverordnung erteilt. Radioaktive Abfälle wurden in der Zeit von 1967 bis 1978 eingelagert. Die hierfür notwendige radiologische Überwachung erfolgt gemäß einer Anordnung der Bergbehörde nach § 19 AtG. Die resultierenden Überwachungsmaßnahmen basieren auf der Richtlinie der Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI Teil C.2).

Die Rückholung der eingelagerten Fässer aus dem Forschungsbergwerk Asse war nicht vorgesehen. Die Abfälle wurden bereits als endlagergerecht entsprechend den damals gültigen Annahmebedingungen der Asse angenommen und eingelagert. Eine eventuelle Rückholung der Abfälle muss sehr zeitnah (bis 2013) erfolgen, da ab 2014 die Stabilität des Grubengebäudes durch die Verfüllmaßnahmen gewährleistet sein soll und insofern dann eine Rückholung weder möglich noch sinnvoll ist. Es gilt daher zu betrachten, ob für den Fall des vorzeitigen Lösungszutritts (vor Abschluss der Verfüllmaßnahmen) eine Rückholung der eingelagerten MAW-Gebinde einen sicherheitstechnischen Gewinn darstellt. Dieser Gewinn wird umso größer, je früher die Rückholung abgeschlossen ist. Im Folgenden wird der Prozess der Rückholung der MAW-Abfälle in 3 Phasen unterteilt:

- Phase 1: Bergung der Abfälle und Transport in den übertägigen Bereich
- Phase 2: Pufferlagerung der Abfälle am Standort
- Phase 3: ggf. weitere Behandlung der Abfälle in einer externen Konditionierungseinrichtung, Transporte, Endlagerung im Schacht Konrad

Es ist davon auszugehen, dass ein normales Genehmigungsverfahren für alle 3 Phasen den zur Verfügung stehenden Zeitraum weitaus übersteigen würde. So wurde für die Rückholung der Abfälle aus einem anderen Endlager die Dauer des Genehmigungsverfahrens von uns mit 7 Jahren abgeschätzt. Es ist daher notwendig zu untersuchen, welche Möglichkeiten für eine kurzfristige Rückholung der MAW-Abfälle rechtlich gegeben sind. Dabei kommen 3 Varianten zum Einsatz:

- Variante 1: Behördliche Anordnung für alle 3 Phasen
- Variante 2: Behördliche Anordnung nur für Phase 1 und 2
- Variante 3: Behördliche Anordnung nur für Phase 1

Während für die Variante 1 nur ein relativ kurzer Zeitraum bleibt, der der Gefahrensituation entsprechend angemessen sein soll, verlängert sich dieser Zeitraum für das genehmigungsrechtliche Verfahren um die Beantragung der Errichtung und des Betriebes eines Pufferlagers nach § 7 StrlSchV /3/ einschließlich UVP und Bauantrag für die Phase 2 um ca. 2,5 Jahre. Der Zeitraum von ca. 6 Monaten für die Bewertung der Konditionierungs- und Produktkontrollmaßnahmen (Phase 3) kann dann während der Phase 2 parallel ablaufen, so dass für die Varianten folgender Zeitbedarf abgeschätzt wird:

Variante 1: kurzfristig (in Abhängigkeit von der Gefahrensituation)

Variante 2: 6-12 Monate

Variante 3: mehr als 2,5 Jahre.

Im Folgenden werden die nach Atomgesetz und Strahlenschutzverordnung bestehenden Möglichkeiten geprüft, die kurzfristige Rückholung der MAW-Abfälle z.B. unter dem Aspekt der unverzüglichen Gefahrenabwehr zu betrachten. Für diesen Fall sehen die Strahlenschutzverordnung und das Atomgesetz Interventionsmöglichkeiten außerhalb des normalen Genehmigungsverfahrens vor.

Zu den Bestimmungen des Atomgesetzes (AtG):

#### § 19 Abs. 3 (Zitat)

*Die Aufsichtsbehörde kann anordnen, dass ein Zustand beseitigt wird, der den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen, den Bestimmungen des Bescheids über die Genehmigung oder allgemeine Zulassung oder einer nachträglich angeordneten Auflage widerspricht oder aus dem sich durch die Wirkung ionisierender Strahlen Gefahren für Leben, Gesundheit oder Sachgüter ergeben können. Sie kann insbesondere anordnen,*

- 1. dass und welche Schutzmaßnahmen zu treffen sind,*
- 2. dass radioaktive Stoffe bei einer von ihr bestimmten Stelle aufbewahrt oder verwahrt werden,*
- 3. dass der Umgang mit radioaktiven Stoffen, die Errichtung und der Betrieb von Anlagen der in den §§ 7 und 11 Abs. 1 Nr. 2 bezeichneten Art sowie der Umgang mit Anlagen, Geräten und Vorrichtungen der in § 11 Abs. 1 Nr. 3 bezeichneten Art einstweilen oder, wenn eine erforderliche Genehmigung nicht erteilt oder rechtskräftig widerrufen ist, endgültig eingestellt wird.*

Hier beschreibt der erste Satz die Interventionsmöglichkeit der Behörde. Eine Verletzung der Zweckbestimmung des Atomgesetzes (s. § 1 Abs. 2 AtG zu Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen) kann angenommen werden, wenn ein Lösungszutritt in die MAW-Kammer aufgrund nicht ausreichender Schutzmaßnahmen anzunehmen ist und infolge dessen ein Ausbringen der radioaktiven Stoffe in die Umwelt unterstellt werden muss. Zunächst ist aber der Genehmigungsinhaber aufgefordert, eine Einschätzung der Sicherheit der Schachtanlage vorzunehmen, da der Genehmigungsinhaber für den Betrieb der Schachtanlage verantwortlich ist. Wenn der Genehmigungsinhaber nicht in der Lage ist bzw. keine Veranlassung sieht, Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu treffen, erst dann ist die Behörde aufgefordert zu

prüfen, ob sie selbst Anordnungen treffen muss, die geeignet sind, den jetzigen Zustand der Asse in eine sichere Form zu überführen. Eine solche Anordnung könnte z.B. auch die Rückholung der MAW-Fässer beinhalten.

Der in § 19 Abs. 3 dargestellte rechtswidrige Zustand stellt eine Gefahrensituation dar, die keine mittel- oder langfristige Duldung gestattet. Insofern sind behördliche Anordnungen nach § 19 Abs. 3 AtG immer auf einen aktuellen Anlass bezogen, der die Gefahrensituation verursacht hat bzw. erkennbar gemacht hat. Da die derzeitige Gefahreinschätzung bereits seit längerem bekannt ist, kann diese allein nicht als Grundlage für eine behördliche Anordnung genutzt werden.

Die hier beschriebene Anwendung des § 19 Abs. 3 AtG auf Endlager für radioaktive Abfälle ist berechtigt, da § 9b Abs. 4 AtG als Voraussetzung für den Planfeststellungsbeschluss einerseits auf den § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG verweist, wonach die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Schadensvorsorge zu treffen ist, andererseits § 9b Abs. 4 Nr. 1 AtG keine Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit durch ein Endlager zulässt, die durch inhaltliche Beschränkungen oder Auflagen nicht verhindert werden können.

§ 12 (1) Satz 1 und 2 Zitat:

*Durch Rechtsverordnung kann zur Erreichung der in § 1 bezeichneten Zwecke bestimmt werden,*

*1. welche Vorsorge- und Überwachungsmaßnahmen einschließlich der Rechtfertigung im Sinne von Artikel 6 Abs. 1 und 2 der Richtlinie 96/29/EURATOM des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlung (ABl. EG Nr. L 159 S. 1) und Artikel 3 der Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates vom 30. Juni 1997 über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition und zur Aufhebung der Richtlinie 84/466/EURATOM (ABl. EG Nr. L 180 S. 22) zum Schutz einzelner und der Allgemeinheit beim Umgang und Verkehr mit radioaktiven Stoffen, bei der Errichtung, beim Betrieb und beim Besitz von Anlagen der in den §§ 7 und 11 Abs. 1 Nr. 2 bezeichneten Art, beim Umgang und Verkehr mit Anlagen, Geräten und Vorrichtungen der in § 11 Abs. 1 Nr. 3 bezeichneten Art, beim zweckgerichteten Zusatz radioaktiver Stoffe oder bei der Aktivierung von Stoffen, zum Schutz vor ionisierenden Strahlen natürlichen Ursprungs bei Arbeiten zu treffen sind,*

*2. welche Vorsorge dafür zu treffen ist, dass bestimmte Strahlendosen und bestimmte Konzentrationen radioaktiver Stoffe in Luft und Wasser nicht überschritten werden, ...*

Der § 12 AtG verweist auf die Ausgestaltung der Grundlagen des Atomgesetzes durch Rechtsverordnungen, hier die Strahlenschutzverordnung. Regelungen in der Strahlenschutzverordnung bzgl. der Schadensvorsorge und der Intervention betreffen somit auch die Einhaltung des o.g. Schutzzieles im Atomgesetz bzw. die Anwendungsmöglichkeit des § 19 (3) AtG. Im Folgenden wird daher auf die betreffenden Regelungen der Strahlenschutzverordnung eingegangen.

Zu den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /3/:

§ 113 StrlSchV Abs. 1 Zitat:



*Die zuständige Behörde kann diejenigen Maßnahmen anordnen, die zur Durchführung der §§ 4, 5, 6, 30 bis 88 erforderlich sind. Sie kann auch erforderliche Maßnahmen zur Durchführung der §§ 93 bis 104 anordnen. Soweit die Maßnahmen nicht die Beseitigung einer Gefahr für Leben, Gesundheit oder bedeutende Umweltgüter bezwecken, ist für die Ausführung eine Frist zu setzen.*

Gemäß § 113 StrlSchV ist es der Behörde möglich, eine direkte Anordnung für die Rückholung der MAW-Abfälle zu geben, diese müsste dann unverzüglich umgesetzt werden, da eine Gefahr für die Gesundheit von Teilen der Bevölkerung und auch eines bedeutenden Umweltgutes (hier Grundwasser) besteht. Diese Gefahr muss durch eine solche Anordnung beseitigt werden.

Weiterhin ist das Verbot der unkontrollierten Ableitung radioaktiver Stoffe (§ 47 StrlSchV) i.V.m. § 6 (Vermeidung unnötiger Strahlenexposition) zu beachten. Diese Festlegungen sind vor allem bei der Betrachtung eines möglichen Lösungszutrittes in die MAW-Kammer und der daraus resultierenden möglichen unkontrollierten Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt wesentlich. Der § 6 StrlSchV beinhaltet aber zugleich auch die Forderung, dass jede unnötige Strahlenexpositionen oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden ist. Mit diesem Strahlenschutzgrundsatz wird zum einen deutlich, dass für eine Vermeidung der Kontamination des Grundwassers zu sorgen ist, zum anderen aber auch klar gestellt, dass die mit einer Rückholung der MAW-Abfälle verbundene Strahlenexposition als hierfür notwendig erachtet werden muss, d.h. die Strahlenexposition muss einen so genannten strahlenschutztechnischen Nettonutzen aufweisen.

§ 51 Abs. 1 Zitat:

*Bei radiologischen Notstandssituationen, Unfällen und Störfällen sind unverzüglich alle notwendigen Maßnahmen einzuleiten, damit die Gefahren für Mensch und Umwelt auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Der Eintritt einer radiologischen Notstandssituation, eines Unfalls, eines Störfalles oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses ist der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und, falls dies erforderlich ist, auch der für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung zuständigen Behörde sowie den für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden unverzüglich mitzuteilen.*

Die Anwendung des § 51 Abs. 1 ist in diesem Fall nicht möglich, da sich die radiologische Notstandssituation nach § 3(1) Satz 22 auf Artikel 2 der Richtlinie 89/618/EURATOM vom 27. November 1989 /5/ bezieht.

Richtlinie 89/618/EURATOM Zitat:

### **Artikel 2**

*Für die Anwendung dieser Richtlinie gilt als radiologische Notstandssituation jede Situation.*

*1. nach*

*a) einem Unfall im Gebiet eines Mitgliedstaats, durch den Anlagen oder Tätigkeiten im Sinne von Nummer 2 betroffen sind und der in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führt oder führen kann, oder*

*b) der Feststellung anomaler Radioaktivitätswerte innerhalb oder außerhalb seines Gebietes, die für die öffentliche Gesundheit in diesem Mitgliedstaat schädlich sein könnten, oder*

*c) anderen als den in Buchstabe a) genannten Unfällen, durch die Anlagen oder Tätigkeiten im Sinne von Nummer 2 betroffen sind und die in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen oder führen können, oder*

*d) anderen Unfällen, die in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen oder führen können;*

*2. die durch die in Nummer 1 unter den Buchstaben a) und c) genannten Anlagen oder Tätigkeiten verursacht wird; dabei handelt es sich um*

*a) Kernreaktoren jedweden Standorts;*

*b) sonstige Anlagen des Brennstoffkreislaufs;*

*c) Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle;*

*d) Beförderung und Lagerung von Kernbrennstoffen oder radioaktiven Abfällen;*

*e) Herstellung, Verwendung, Lagerung, Beseitigung und Beförderung von Radioisotopen für landwirtschaftliche, industrielle, medizinische und verwandte wissenschaftliche und Forschungszwecke und*

*f) Verwendung von Radioisotopen zur Energieerzeugung in Weltraumobjekten.*

Diese Richtlinie beschreibt die Vorgehensweise nach einer Situation, die zu einem Freiwerden von radioaktiven Stoffen im signifikanten Maß führt. In dem vorliegenden Fall soll dieser Zustand jedoch nicht eintreten, es sollen vielmehr Maßnahmen ergriffen werden, die die Freisetzung der Abfälle sicher verhindern können. Hierzu gehört möglicherweise eine Rückholung der Abfälle. Die Vorgaben der Richtlinie sind daher nicht zutreffend.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit den Regelungen des § 19 AtG die atomrechtliche Behörde auch kurzfristig Anordnungen treffen kann, um aktuell festgestellte Zustände zu beseitigen, die den Vorschriften dieses Gesetzes und dessen Rechtsverordnungen widersprechen bzw. Gefahren für Leben, Gesundheit oder Sachgüter aufgrund der Wirkung ionisierender Strahlen bedeuten. Für den Fall des vorzeitigen Lösungszutritts in die Asse und der damit verbundenen Kontamination des Grundwassers wären diese Voraussetzungen im Sinne der Gefährdung eines Sachgutes gegeben. Gemäß § 113 StrlSchV ist die Anordnung unverzüglich umzusetzen, wenn durch diese Anordnung die Gefahr beseitigt wird. Dabei sind die Strahlenschutzgrundsätze zu beachten, wonach mit jeder Maßnahme auch ein Nutzen verbunden sein muss, d.h. das mit der Maßnahme verbundene Schadensdetriment soll durch den zugehörigen Nutzen mehr als ausgeglichen werden.

Weiterhin ist zu diskutieren, wie weit die Maßnahme der behördlichen Anordnung im Fall der Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse reichen kann. Die Anordnung betrifft in jedem Fall alle Maßnahmen, die untertage zur Gefahrenabwehr zu treffen sind (Phase 1), da hier die Möglichkeit der Gefährdung des Grundwassers gegeben ist. Mit Auslagerung der Gebinde in den übertägigen Bereich ist allerdings von einer Gefährdung des Grundwassers nicht mehr auszugehen. Art und Weise der nachfolgenden Behandlung der Abfälle (Phase 3) sind vielmehr ausgerichtet an die spätere Annahme an ein Endlager und stehen mit der oben beschriebenen Gefahrenabwehr nicht im direkten Zusammenhang. Der Abtransport zu einer Kondi-

tionierungsanlage bzw. zu einem alternativen Endlager wäre demnach nicht mehr Gegenstand einer behördlichen Anordnung und müsste im Rahmen des normalen atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren behandelt werden. Die oben beschriebene Variante 1 zur Gestaltung des Genehmigungsverfahrens ist daher nicht möglich. Damit die behördliche Anordnung nicht in einen genehmigungstechnisch nicht geregelten Zustand endet, sollte die Anordnung in einer Pufferlagerung am Standort enden. Hierbei ist zu beachten, dass auch die Genehmigung bzgl. der Errichtung und des Betriebes des Pufferlagers (Phase 2) nur dann in die Anordnung aufgenommen werden sollte, wenn ein normal geführtes Genehmigungsverfahren gemäß den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zeitlich die Gefahrenabwehr in Frage stellt.

In den folgenden Kapiteln wird dargestellt, ob und welche technische Maßnahmen getroffen werden müssen, um mit einer solchen Anordnung die Gefährdung beseitigen zu können, und inwiefern diese Maßnahmen einen strahlenschutztechnischen Nutzen darstellen. Da die Behörde mit einer Anordnung auch die Verantwortung für diese Tätigkeiten übernimmt, sollte sie daher im Vorwege prüfen, ob mit diesen Maßnahmen nicht nur die Beseitigung von Gefahren verbunden sind, sondern möglicherweise auch neue Gefahrenpotenziale entstehen. In den folgenden Kapiteln wird daher auch eine Betrachtung bzgl. der möglichen Störfälle und der hiermit verbundenen Strahlenexposition der Bevölkerung und des Personals durchgeführt.

## **E) Darstellung der technischen Möglichkeiten**

### **1. Handhabung der MAW – Gebinde**

#### **1.1. Verfahrensgrundsätze**

1. Bei der Konzeption orientiert sich die Nutzung auf betriebsbewährte Transport- und Handhabungstechnik, Nebenanlagen und Ausrüstungen. Die eingesetzten Verfahren und Ausrüstungen zur Rückholung der MAW - Gebinde verfügen über eine Betriebsbewährung in konventionellen Industriebereichen. Zur Absicherung der schnellstmöglichen Durchführung werden alle wesentlichen Ausrüstungen redundant und/oder diversitär geplant um kurzfristig als Ersatz bzw. als Alternative zur Verfügung zu stehen.  
Die Technik ist Übertage im Komplex zu erproben, um die Installationszeiten zu minimieren.
2. Die Behälter der in der Kammer 8a eingelagerten MAW – Abfälle sind ausnahmslos Rollreifenfässer mit einem als Winkelringdeckel ausgeführten Lastanschlagpunkt (LAP). Die Methodik zur Einlagerung in der MAW – Kammer mit der Zuführung der Gebinde von oben und dem Lösen des Gebindes unmittelbar oberhalb des sich mit fortschreitender Einlagerung aufbauenden Schüttkegels, lässt Schädigungen der Geometrie der LAP vermuten. Die Schädigungen am einzelnen LAP werden mit Zunahme der Schüttkegelhöhe und in Abhängigkeit von der Gebindemasse stark variieren. Daraus ergibt sich, dass auch mit zusätzlichen oder erhöhten Anforderungen an das Lastaufnahmemittel (LAM) und das Hebezeug kein Zugewinn im Sinne der Rückhol- oder Absturzsicherheit erreicht werden. Deshalb werden die für den Rückholprozess einzusetzenden Hebezeuge, LAM und LAP nach BGV D 6 (VBG 9) ausgelegt.
3. Es werden zur Rückholung nur solche Vorrichtungen vorgesehen, die unversehrte oder nur leicht beschädigte 200-I-Rollreifenfässer greifen und halten können. Besondere Losbrechmomente, die aus der Überdeckung der Gebinde mit Steinsalz resultieren, können wegen fehlender Informationen nicht berücksichtigt werden.
4. Die Handhabungstechnik, die in der Kammer 8a eingesetzt wird muss für Dosisleistungen in der Größenordnung von einem Gy/h ausgelegt werden.
5. Es wird vorausgesetzt, dass alle Lasten und Kräfte aus den errichteten stationären oder beweglichen Ausrüstungen sicher und ohne besondere und unübliche Verankerungsmaßnahmen in das umgebende Grubengebäude abgeleitet werden können.
6. Die Beladung von Behältern mit gering kontaminierten Reststoffen aus den Hilfseinrichtungen und dem Betrieb des Kontrollbereiches wird manuell in den entsprechend den gesetzlichen und betrieblichen Anforderungen ausgerüsteten Interventions- und Funktionsbereichen durchgeführt.
7. Sonstige Gebinde, die nicht mehr handhabbar sind bzw. deren radioaktiver Inhalt sich vom Fass gelöst hat, werden als zahlenmäßig sehr gering eingestuft und verbleiben in der Kammer.

8. Die dargestellten konzeptionellen Ausführungen basieren auf Informationen aus dem allgemein zugänglichen Stand der Technik und aus den technologischen Erfahrungen der Verfasser. Es ist sicher, dass die dargestellten technischen Baugruppen und Komponenten in der geschilderten Form am Markt existieren und beschaffbar sind. Zusätzliche Informationen über die unmittelbare Umgebung der Kammer 8a, ihre Lage, Aufbau und derzeitigen Zustand erhielten die Verfasser durch Besuch, Zeichnungen und Fachgespräche.
9. Aufgabe der möglichen späteren Feinplanung und Realisierung ist es, die Einzelkomponenten zu einer harmonischen und zielorientiert funktionellen Einheit mit der korrekten Auslegung zu entwickeln und im Vorfeld erfolgreich zu erproben. Unbestritten ist, dass dafür noch Entwicklungsarbeit zu leisten ist.
10. Grundlegende Voraussetzung ist es, dass alle bereitgestellten und ermittelbaren Informationen zu den tatsächlichen Gegebenheiten als unbedingt realitätsnah interpretiert werden konnten.

## **1.2 Ausgangszustand an der MAW - Kammer**

- Der Abbau 8a auf der 511-m-Sohle ist projektgerecht verschlossen.
- Alle Abdeckungen von Durchbrüchen und Bohrungen sind funktionsfähig verschlossen.
- Die für die Einrichtung des Kontroll-/Überwachungsbereich vorgesehenen Kammern und Seitenkammern sind beräumt.
- Der Sohleboden (-grund) der für die Rückholung der MAW – Gebinde zu nutzenden Bereiche außerhalb der MAW- Kammer ist barrierefrei und eben ausgeführt.
- Die Bewetterung und die übliche Beleuchtung sind funktionstüchtig vorhanden.
- Die ursprüngliche Absauganlage ist funktionstüchtig in Betrieb.
- Alle Bereiche insbesondere oberhalb von Durchbrüchen und Bohrungen sind für die Durchführung von Arbeiten radiologisch unbedenklich.

## **1.3 Endzustand an der MAW – Kammer**

- Alle lose liegenden und nicht zerstörten sowie die maximale, unter 2.6 genannte, Dosisleistung nicht überschreitenden MAW-Gebinde sind geborgen und in ATB aus dem SchachtASSE entfernt worden, vorausgesetzt, dass keine Ereignisse eingetreten sind, welche das Vorhaben an sich undurchführbar machen.
- Die errichteten technischen Ausrüstungen und Einrichtungen sind zurückgebaut und aus der Schachanlage entfernt, außer den mit dem Grubengebäude fest verbundenen Lasteinleitpunkten in Wänden, Decken und Bodenbereichen.
- Eine Dekontamination, Aufnahme eines radiologischen Katasters und Freimessung der Kammer 8a, welche zur Aufhebung ihres Kontrollbereich-Status führt, ist nicht erfolgt.
- Räume werden nicht wieder in den baulichen Ausgangszustand zurückversetzt.

- Alle entstandenen Decken-, Wand- und Bodendurchbrüche sind mit ausreichenden provisorischen Maßnahmen gesichert bzw. verschlossen.

## **1.4 Handhabung der MAW – Gebinde**

### **1.4.1 Allgemeines**

Es werden 2 Varianten der Handhabung der MAW – Gebinde betrachtet.

Die Variante 1 ist in Anlage 1 dargestellt. Dabei wird das MAW- Gebinde mit adaptierten handelsüblichen Ausrüstungen auf dem ursprünglichen Weg über die Befüllöffnung und die Beschickungskammer zurückgeholt.

Die Variante 2 ist in Anlage 2 dargestellt. Dabei wird das MAW – Gebinde über einen neu zu schaffenden Zugang zur MAW – Kammer mit mobiler Technik zurückgeholt.

Für die Rückholung der MAW-Gebinde werden im Grubengebäude räumlich abgetrennte Bereiche eingerichtet. Diese Bereiche sind Strahlenschutzbereiche mit integrierten Funktions-, Interventions- und Abfertigungsbereichen, aus denen heraus der nichtbegehbare Sperrbereich des Abbaues 8a schutzzielorientiert und fernbedient beräumt werden soll.

Neben dem notwendigen Platzbedarf für Anlagen und Ausrüstungen der Raumbereiche werden Flächen für die Aufstellung von sicherstellenden Anlagen und Ausrüstungen sowie für die Pufferung und Bereitstellung von leeren bzw. gefüllten Behältern vorgehalten. Der Platzbedarf für Flucht- und Rettungswege wird entsprechend dem technischem Regelwerk und den Vorgaben der SchachtanlageASSE berücksichtigt. Bezüglich der Vorgehensweise und der Stabilität des Bereiches um die MAW – Kammer hat der Betreiber keine grundsätzlichen Bedenken geäußert.

### **1.4.2 Anlagen und Ausrüstungen**

#### **1.4.2.1 Allgemeine Anlagen und Ausrüstungen**

Unabhängig von der Variante der Handhabung der MAW – Gebinde werden folgende Anlagen und Ausrüstungen vorgesehen:

- Hubeinrichtung für den Dreibackengreifer  
Die Hubeinrichtung für Dreibackengreifer ist ein Hebezeug zum Anschlag des Dreibackengreifers für die Handhabung der Gebinde. Diese Einrichtung gewährleistet auch die Rückholung eines Gebindes aus einem schon beladenen und verdeckelten ATB.  
Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D6.  
Die Auslegungslast beträgt ca. 2 Mg.
- Dreibackengreifer  
Der Dreibackengreifer dient zum Greifen der Fässer am Fassdeckel und ist mit drei verriegelungsfähigen Greifbacken ausgestattet. Der Dreibackengreifer besitzt eine Notverriegelung bei notwendigen Interventionen.  
Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D6.  
Die Auslegung des Greifers erfolgt für eine Last bis 1,5 Mg.

- **Deckelhubvorrichtung für ATB**  
Die Deckelhubvorrichtung für ATB ist ein Hebezeug zum Anschlagen des ATB für die Umladung des Behälters vom Flurförderfahrzeug oder der Transportplatte auf die Verfahrereinrichtung und umgekehrt, sowie für das Abheben des Deckels und Auflegen des Deckels nach der Beladung mit einem MAW-Gebinde. Diese Vorrichtung nutzt dieselbe Kranbahn wie die Hubeinrichtung des Dreibeckengreifers.  
Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D 6.  
Die Nutzlast beträgt ca. 20 Mg.
- **Schraubendreihilfen**  
Schraubendreihilfen stellen das ordnungsgemäßen Öffnen und Verschließen der ATB sicher.
- **Flurförderfahrzeug oder Transportplatte**  
Motorgetriebene Flurbeförderungseinrichtung mit Aufbauten als ATB Transportvorrichtung.  
Die Nutzlast beträgt ca. 10 Mg.
- **Wartungsbühne**  
Die Wartungsbühne erlaubt dem Bedienungspersonal den auf den ATB aufgelegten Deckel zu verschrauben um die Transportbereitschaft herzustellen. Gleichfalls erfolgen von hier aus Interventionen an den Hubeinrichtungen.
- **Leitstand mit Überwachungs- und Beobachtungstechnik**  
Die Steuerung und Überwachung von verpackungs- und transporttechnologischen Operationen erfolgt von einem, für das Vorhaben errichteten, örtlichen Leitstand. Der Leitstand wird vorzugsweise im Westzwickel errichtet. Er befindet sich im Überwachungsbereich und dient gleichzeitig als Aufenthaltsraum für das durchführende Personal. Im Leitstand erfolgt die Erfassung von Betriebszuständen und deren Überwachung und Auswertung, so dass durch manuelle und automatische Eingriffe fernbediente Arbeitsabläufe bestimmungsgemäß ablaufen können. Darüber hinaus laufen im Leitstand die vorhabensbezogenen Signale der Videotechnik, Kommunikationstechnik, Strahlenschutzmesstechnik und der Brandschutzmesstechnik auf.
- **Zusätzliche Abwetteranlage (ZAWA)**  
Die ZAWA wird als lufttechnische Absauganlage für die Unterdruckhaltung und die Sicherstellung der gerichteten Luftströmung in der MAW-Kammer mit Abscheidung relevanter Aerosole und überwachter Abgabe an die Abwetter der Schachtanlage ausgeführt.  
Die Bewetterung der Schachtanlage wird durch die ZAWA nicht beeinträchtigt, da Zu- und Abwetterstrom nicht beeinflusst werden. Die ZAWA wird im Zweitluftbetrieb gefahren. Die Abwetter der ZAWA werden über einen Reingaskanal überwacht an die Abwetteranlage abgegeben. Durch die ZAWA wird in der MAW-Kammer ein Unterdruck erzeugt, der ein Nachströmen von Luft aus dem Kontroll- und Überwachungsbereich sicherstellt. Die ZAWA besteht aus Teilanlagen, die eine Betriebsbewährung erreicht haben. Als Aufstellort der ZAWA ist vorzugsweise der Westzwickel in der jetzigen Kfz-Werkstatt vorgesehen. Die ZAWA besteht aus folgenden Komponenten:

- Zuluftfilter,
- Arbeitsfiltermodul mit integrierten Sicherheitsnachfiltern,
- Absperr- und Rückschlagklappen,
- Abluftventilatoren mit Regeleinrichtungen,
- Luftkanäle,
- abreinigbare Filtereinsätze mit Staubaustragssystem.

Die Abscheidung von Stäuben und Aerosolen erfolgt mit einem Abscheidegrad von 99,95 %. Die Arbeitsfilterzellen besitzen die Filterklasse HEPA (high efficiency particulate air filters) H13. Der Filterwechsel als Wechsel kompletter Filterzellen erfolgt druckabhängig und kontaminationsfrei nach der Schutzsackwechsellmethode. Filtersitze und Filtergehäuse sind gasdicht ausgeführt und verfügen über die entsprechenden Prüfanschlüsse. Jedem Arbeitsfilter ist unmittelbar ein Sicherheitsnachfilter mit einem Abscheidegrad von 99,95 % nachgeschaltet, der ebenfalls die Filterklasse HEPA H13 besitzt.

Absperr- und Rückschlagklappen sind an der Zu- sowie Abluftseite der Zerlegebereiche, an den Saug- und Druckseiten der Ventilatoren sowie an den Roh- und Reinluftseiten der Filteranlagen angeordnet. Die Abluftventilatoren der ZAWA werden jeweils zu 1 x 100 % betrieben. Die E-Einspeisung erfolgt einsträngig. Luftkanäle verbinden die Bestandteile der ZAWA untereinander sowie die ZAWA mit ihren Verbrauchern. Luftkanäle sind als Metall-, bewegliche Schlauch- oder Rohrkonstruktionen ausgeführt. Die Anlage wird so ausgelegt das sie den Normen DIN 25414, DIN 25496 für Komponenten und DIN EN 1822 für Filterelemente entspricht.

- Schallschutzwand  
Die Schallschutzwand trennt den Überwachungsbereich vom Aufstellungsplatz der ZAWA ab und minimiert den Schalldruckpegel auf weniger als 50 dB(A).
- Schleusenbereich  
Der Schleusenbereich umfasst die Personen- und Materialschleuse mit entsprechenden Türen, Toren, Zugangsbereichen und Kontrolleinrichtungen sowie den Platz zur Transportdeklarierung der ATB.
- Abschirmtor  
Die Strahlenschutzabschirmung des Funktions- und Interventionsbereich gegenüber der Einlagerungskammer wird durch ein Abschirmtor gewährleistet.
- Abschirmungen  
Abschirmungen werden im Bereich zur Abfertigung der ATB und für Interventionen im Kontrollbereich vorgesehen und als mobile Abschirmelemente aufgestellt.
- Abgrenzungen  
Absperrungen sind gegenüber dem restlichen Grubengebäude mit gesicherten Türen und Toren vorgesehen.
- Meldelinien  
Die Brandmeldeanlage wird nach den Vorgaben des Bergrechts ausgeführt.
- Druckluftsystem  
Durch ein neu zu installierendes Druckluftsystem werden Verbraucher in den



Zerlegebereichen sowie in Nebenanlagen und Ausrüstungen mit Druckluft der erforderlichen Parameter (Druck, Volumenstrom, Wasser- und Ölfreiheit) versorgt. Die Bereitstellung der Druckluft erfolgt über einen Kompressor. Die Verbindung zu den Verbrauchern erfolgt über neu zu verlegende Leitungen.

- **Elektroenergieversorgung, Steuerungs- und Regelungstechnik**  
Für die E-Versorgung wird mit einem Leistungsbedarf von ca. 100 kW für Variante 1 und ca. 150 kW für Variante 2 gerechnet. Hierzu wird eine betriebliche Unterverteilung zur Elektroenergieversorgung der neu zu errichtenden Anlagen und Ausrüstungen installiert. Die Verkabelungen der Zerlegebereiche, der Nebenanlagen und Ausrüstungen sowie des Leitstandes (Einspeisung, Steuerungs- und Leittechnik) werden neu ausgeführt.
- **Messtechnik**  
Messwertgeber für Strahlenschutzmessung (ODL, Aerosol) und lufttechnische Messgeber werden installiert.
- **Videotechnik**  
Zur Überwachung der Zerlegebereiche und der sicherstellenden Anlagen und Ausrüstungen werden Videokameras bei Erfordernis mit Schwenk-Neige-Köpfen, fernverstellbaren Zoom-Vorrichtungen und Beleuchtung ausgerüstet.

Die Schachtförderanlage wird als funktionstüchtig vorausgesetzt.

#### **1.4.2.2 Spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 1**

Für die Handhabung der MAW – Gebinde in Variante 1 werden folgenden spezifische Anlagen und Ausrüstungen benötigt:

- **Faltkran mit Teleskoparmausleger und Fasszangengreifer**  
Diese Einrichtung ist ein adaptierter Kran auf Basis eines handelsüblichen Teleskoparmkranes. Die Auslegerweite des Teleskoparmes soll ca. 20 m betragen und die Nutzlast 1 Mg nicht unterschreiten. Daraus ergeben sich Momente in der Größenordnung 200 bis 250 kNm. Für das Greifen der Gebinde ist ein Fasszangengreifer in doppelter Zangenform vorgesehen. Die Zangen sind paarweise angeordnet und gegeneinander beweglich. Die Durchmesser der Zangen sind der Gebindekontur angepasst. Der Fasszangengreifer ist über eine Haltevorrichtung, die Verkippen und Drehen in allen Raumachsen ermöglicht, mit dem Ausleger verbunden. Er greift die MAW-Gebinde in ihrer ungeordneten Lagerposition und führt sie der Übergabestelle zu.  
Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D 6. Die Steuerung soll eine Koordinatenfahrt aus jeder Greifposition zur Übergabeposition unterhalb Beschickungsöffnung ermöglichen.
- **Transfervorrichtung des Teleskoparmauslegers mit Lastaufnahmetubus**  
Durch die Transfervorrichtung wird das Verschieben des Faltkranes mit Teleskopausleger und Fasszangengreifer aus der Wartungsstellung in die MAW-Kammer ermöglicht und die auftretenden statischen und dynamischen Lasten werden an den Tubus abgegeben. Der Lastaufnahmetubus bildet eine statisch

belastbare Vorrichtung mit Führungsschienen auf denen das Transfersystem geführt wird und mittels derer die auftretenden Kräfte in das Grubengebäude abgeleitet werden können. Der Tubus verbindet technologisch und lüftungstechnisch den Neuaufschluss auf der 500 m - Sohle mit dem Abbau 8a auf der 511-m-Sohle.

Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D 6.

Das Zurückfahren aus der MAW-Kammer ist für Interventionszwecke möglich.

- Lastaufnahmeeinrichtung und Verschiebeinrichtung für ATB und die Abschirmkulisie

Die Lastaufnahmeeinrichtung ist als Kranbahn ausgeführt, welche die Hebezeuge für ATB und Dreibackengreifer trägt. Der Unterbau der Verschiebeinrichtung nimmt die Lasten des aufgesetzten ATB und der integrierten Abschirmkulisie auf und leitet sie ins Grubengebäude (Schwebe) ein. Die Verschiebeinrichtung verschiebt den ATB und die Abschirmkulisie zwischen der Stellung "Verdeckeln" und der Stellung "Beladen". In die Abschirmkulisie ist eine Messeinrichtung zur Bestimmung der ODL integriert.

Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D6.

Die Steuerung ermöglicht die ausreichende Positionierung für Beladung, Verdeckelung und das Absetzen der ATB auf dem Flurförderfahrzeug oder der Transportplatte.

Die Auslegung der Lastaufnahmeeinrichtung erfolgt bis 20 Mg.

#### **1.4.2.3 Spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 2**

Für die Handhabung der MAW – Gebinde nach Variante 2 werden folgenden spezifische Anlagen und Ausrüstungen benötigt:

- Schweres Manipulatorfahrzeug mit Greifer  
Das funkferngesteuerte Schwere Manipulatorfahrzeug (SMF) ist für den Innen- und Außeneinsatz konzipiert. In kontaminierten Bereichen und in Bereichen mit erhöhter ODL kann das Fahrzeug Räum- und Bergearbeiten durchführen. Das Fahrzeug kann wahlweise über Funk oder Kabel gesteuert werden. Die Fernsteuerung erfolgt über eine transportable Bedieneinheit oder über die Steuerungszentrale innerhalb des örtlichen Leitstandes. Das SMF wird über einen Dieselmotor mit nachgeschalteten hydraulischen Antriebssystemen angetrieben. Das Zweikettenfahrwerk ist mit einem Fassgreifer, einem Knickarmmanipulator, einer Dosisleistungsmessung, Fernsehkameras und Beleuchtungseinrichtungen ausgerüstet. Das SMF ist so zu ertüchtigen, dass nachrutschende Gebinde die Aufbauten des Fahrzeuges nicht beschädigen können.  
Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D 6.  
Die Steuerung soll eine Koordinatenfahrt aus jeder Greifposition zur bestimmungsgemäßen Beladeposition gewährleisten.
- Hubvorrichtung mit Lastaufnahmeeinrichtung und Abschirmkulisie  
Die Hubvorrichtung stellt eine Stahlbaukonstruktion dar, die das Verfahren der Abschirmkulisie von der 511-m-Sohle bis zur 490-m-Sohle sicherstellt. Diese Vorrichtung arbeitet wie ein Lift. Die Abschirmkulisie dient der Abschirmung

von Gebinden während ihrer Beförderung von der 511-m-Sohle auf die 490-m-Sohle und im Falle einer Intervention ohne dass die Gebinde in die MAW-Kammer zurückgebracht werden müssen.

Verbunden mit der Hubeinrichtung ist die Lastaufnahmeeinrichtung, die die Lasten der Kranbahn und des Hubes der Abschirmkulisse im Bereich der 490-m-Sohle in das Grubengebäude ableitet. Die Kranbahn trägt die Hebezeuge für die ATB und für den Dreibackengreifer. Im Bereich der Beladeposition wird die Absenkung der Abschirmkulisse unter die 511-m-Sohle, für eine einfache Beladung, gewährleistet.

Die technische Auslegung erfolgt nach BGV D6.

Die Steuerung ermöglicht die ausreichende Positionierung für Beladung, Verdeckelung und das Absetzen der ATB auf dem Flurförderfahrzeug oder der Transportplatte.

Die Auslegung der Lastaufnahmeeinrichtung erfolgt bis 20 Mg.

### **1.4.3 Montage der Anlagen und Ausrüstungen**

Die Einleitung von statischen und dynamischen Lasten durch neu zu errichtende Anlagen und Ausrüstungen in das Grubengebäude im Umfeld der MAW-Kammer erfolgt über den neu einzubringenden, die Last verteilenden Unterbau.

Alle Ausrüstungen sind so zu konzipieren, dass die durch den Förderkorb begrenzten Transportgrößen Berücksichtigung finden. Für Verankerungen in dem umgebenden Salzgestein sind gegebenenfalls besondere Befestigungsmaßnahmen festzulegen.

Um für beide Varianten eine kurze Montagezeit und einen bestimmungsgemäßen Betrieb zu erreichen, müssen alle Einrichtungen Übertage probeweise montiert und in Betrieb gesetzt worden sein. Damit können technische Probleme frühzeitig erkannt werden.

Für Vormontagen und die Einrichtung der Abfertigungsplätze wird die jetzige Kfz-Werkstatt in ihrer kompletten Ausdehnung vorgesehen.

#### **1.4.3.1 Montagen für die Handhabung nach Variante 1**

Im Bereich der Schwebe oberhalb der MAW-Kammer wird der Unterbau eingebracht, der die Lasten der Verfahrereinrichtung für die ATB und der Kranbahn der Lade- und Verdeckelstation aufnehmen soll.

Durch geeignete Maßnahmen werden die erforderlichen Montagefreiheiten erreicht und die notwendigen Hubhöhen und horizontalen Ausdehnungen berücksichtigt.

Zusätzliche horizontale Sicherungen werden in den umliegenden Wänden durch Zuganker ausgeführt und verspannt.

Der Funktions- und Interventionsbereich muss auf der 500 m – Sohle zusammen mit der Zuwegung neu errichtet werden. In den neu zu schaffenden Durchbruch zwischen MAW-Kammer und Funktions- und Interventionsbereich wird der Lastaufnahmetubus eingebracht und in das umgebende Salzgestein einbetoniert.

Der dafür notwendige Durchbruch ist nach dem konstruktiven Entwurf zu dimensionieren und so zu realisieren, dass keine großen Gesteinsmengen in den Abbau 8a hineinstürzen.

### **1.4.3.2 Montagen für die Handhabung nach Variante 2**

Die zusätzliche Zuwegung und der Transportschacht von der 490-m-Sohle bis zur 511-m-Sohle werden ausgeführt. Im Bereich der Verbindung der Zuwegung mit dem Abbau 8a sind Strahlenschutzmaßnahmen zu realisieren.

Der Transportschacht wird bis auf die erforderliche Tiefe unterhalb Sohle 511 eingebracht und die Hubvorrichtung installiert. Der Transportschacht muss ausreichend senkrecht oder groß ausgeführt sein um eine störungsfrei und projektgerechte Montage der Hubvorrichtung ermöglichen zu können.

Der Querschnitt der Zuwegung ist so auszuführen, dass keine Manövrierprobleme für das SMF entstehen.

Der Durchstich in den Abbau 8a hinein darf nur geringfügige Gesteinsreste hinterlassen, um keine Schwelle im Einfahrbereich herzustellen.

### **1.4.4 Greifen und Verpacken der MAW – Gebinde – Variante 1**

#### **1.4.4.1 Greifen der MAW - Gebinde**

Grundsätzlich wird der Fasskegel von der Spitze beginnend abgetragen, um Beschädigungen durch das Umfallen oder Nachrutschen von Gebinden zu vermeiden. Dabei wird das MAW- Gebinde mit einem handelsüblichen Faltkran, der mit einem Greifer versehen ist, seitlich gegriffen. Anschließend erfolgt die Übergabe des Gebindes an ein Hebezeug, das durch die ehemalige Befüllöffnung der MAW- Kammer fährt. Mit diesem Hebezeug wird das Gebinde in der Beschickungskammer in einen ATB verladen. Im Einzelnen verläuft der Vorgang wie folgt.

Das Greifen des Gebindes erfolgt mit dem Faltkran mit Teleskopausleger und Fasszangengreifer fernbedient vom örtlichen Leitstand aus und wird durch eine oder mehrere Videokameras innerhalb der Kammer 8a beobachtet. Begonnen wird der Prozess mit dem Hineinfahren des betriebsbereiten Transfersystems aus dem Funktions- und Interventionsbereich in die Kammer 8a. Dort entfaltet sich der Teleskoparmausleger aus der Transferstellung in die Grundstellung.

In der Stellung Greiferachse vertikal unter der Befüllöffnung (Koordinate 0,0) und parallel zur lotrechten Achse der Befüllöffnung wird das Positioniersystem in der Grundstellung referenziert. Aus dieser Grundstellung heraus wird der Rückholvorgang gestartet.

Dazu wird der Fasszangengreifer entsprechend der räumlichen Lage des gewählten Gebindes ausgerichtet und bei Kontakt werden die Greifzangen geschlossen. Das Schließen des Greifers wird mit Videotechnik und ggf. mittels einer Schließkraftanzeige beobachtet.

Durch Anheben und Drehen des gegriffenen Gebindes erfolgt:

- die Kontrolle der Unversehrtheit des Gebindes
- der sichere Griff durch den Greifer und
- die Positionierung des Gebindes in der Koordinate (0,0) unmittelbar oberhalb des Schüttkegels.

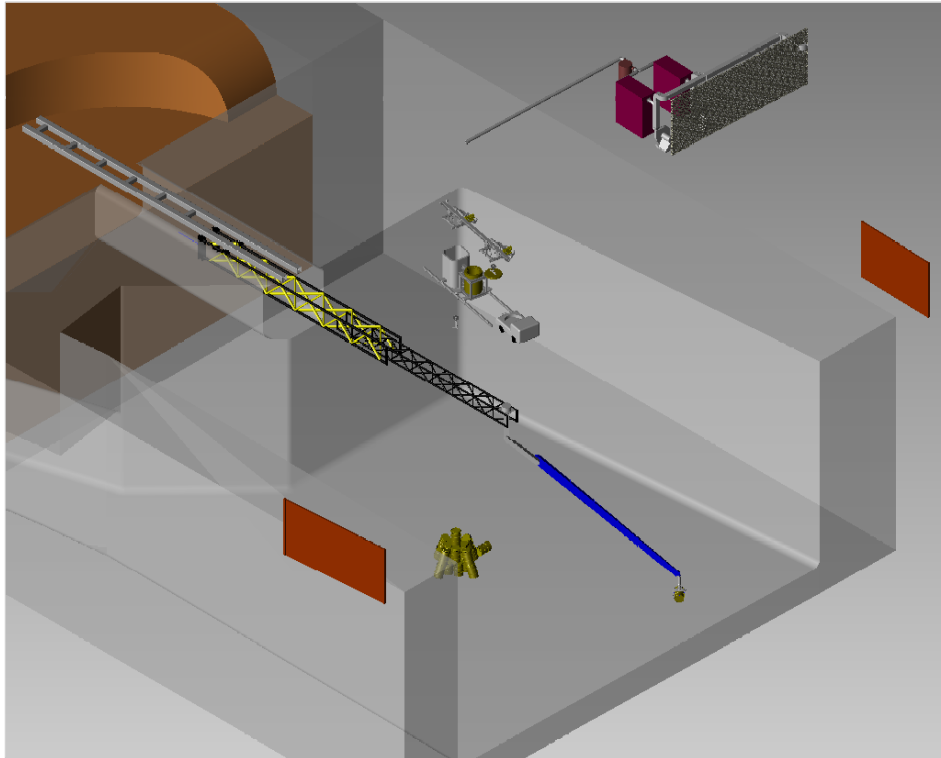


Abbildung E 1.4.4.1-1: Perspektivische Gesamtdarstellung Rückholung der MAW-Gebinde, Variante 1 (Raumkontur der 490-m-Sohle ist nicht dargestellt)

Ist die Grundstellung zur Übernahme des Gebindes erreicht, erfolgt das Öffnen des Strahlenschutzschiebers und der Dreibackengreifer der Hubeinrichtung wird lotrecht der Schwerkraft folgend durch die Befüllöffnung abgesenkt. Unmittelbar oberhalb des zu greifenden Gebindes wird die Grobfahrt des Greifers gestoppt. Die Ausrichtung wird kontrolliert und ggf. korrigiert.

Mögliche diffuse Lagepositionen durch Schwingen bzw. Pendeln der Gebinde im gegriffenen Zustand sind durch ausreichend bemessene Wartezeiten auszugleichen, um ein sicheres Greifen zu gewährleisten.

Der Dreibackengreifer wird weiter fein abgesenkt und setzt sich über Zentrierhilfen auf den Gebindedeckel auf. Die Greiferklinken werden geschlossen.

Der Fasszangengreifer wird geöffnet. Die Masse des Gebindes wird dokumentiert. Hängt das Gebinde frei und sicher wird der Hubvorgang begonnen. Der Hub erfolgt bis in die Messposition für die Bestimmung der ODL am Gebinde. Danach erfolgt der weitere Hub bis in die obere Endlage der Hubeinrichtung. Der Strahlenschutzschieber wird nach Erreichen der Messposition geschlossen.

Der Faltkran mit Teleskopausleger und Fasszangengreifer verbleibt bis nach der Messung der ODL am Gebinde in der Grundstellung der Übergabe des Gebindes. Wird eine Dosisleistung am Gebinde ermittelt, die es erfordert das Gebinde in die MAW – Kammer zurück zu transportieren, können die vorgenannte Handlungen sofort in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

#### 1.4.4.2 Verpackung und Bereitstellung

Der zu befüllende ATB wird im Vorfeld der Befüllung auf der zugehörigen Verschiebe- einrichtung vom Flurförderfahrzeug oder der Transportplatte übernommen und abge- stellt. Nach manuellem Lösen und Entnehmen der Deckelschrauben wird der Behäl- terdeckel an die Hubeinrichtung angeschlagen und der Deckel angehoben. Damit ist der Behälter bereit zur Beladung.

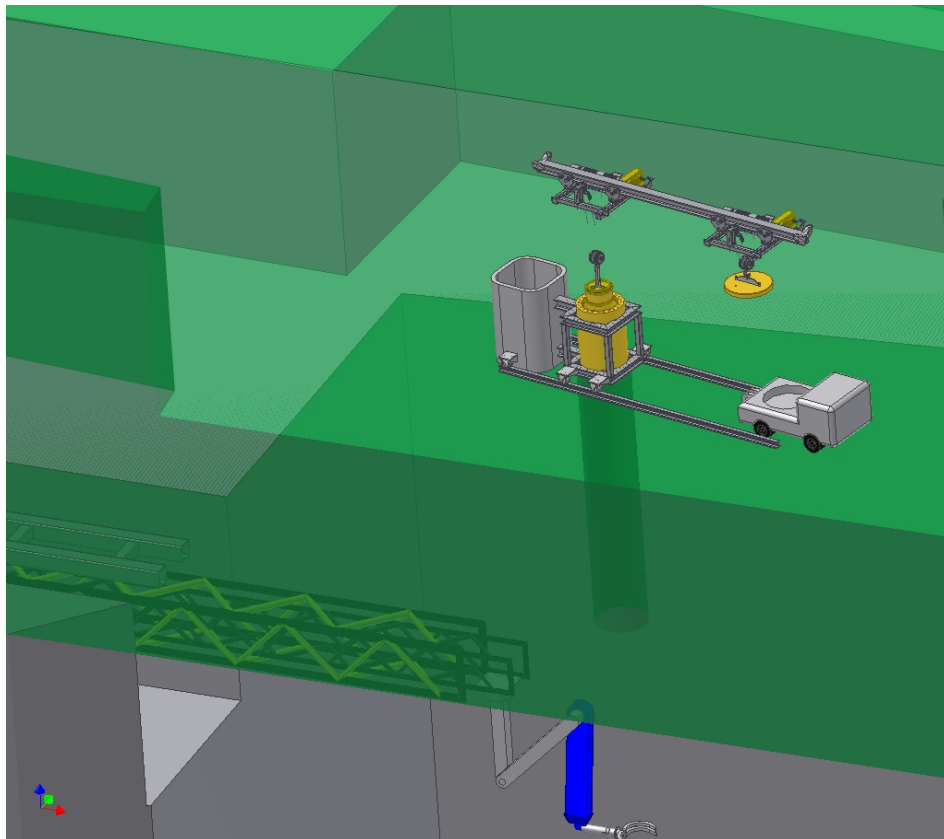


Abbildung E 1.4.4.2-1: Darstellung Verpackung und Bereitstellung, Variante 1

Befindet sich das zurückgeholte Gebinde in der oberen Endlage und ist der ATB aus der Verdeckelstellung in die Beladestellung oberhalb der Befüllöffnung verfahren, kann das Gebinde abgesenkt und in den ATB eingesetzt werden. Nach Lösen der Greifbacken und Freigeben des Gebindes fährt der Dreibackengreifer in die obere Endlage zurück. Anschließend wird der ATB in die Verdeckelstellung verfahren und der Deckel des ATB fernbedient aufgelegt.

Der Verschluss des Deckels und die Messungen am Transportgebinde erfolgen im Anschluss manuell. Im Ergebnis der Kontaminationsmessungen kann die Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen notwendig sein.

### **1.4.4.3 Interventionen**

Bei Ausfall von Einrichtungen können Interventionsmaßnahmen eingeleitet werden. Dazu gehören Tätigkeiten, um das zurückzuholende Gebinde von den Greifeinrichtungen zu trennen, da es noch ohne Umverpackung ist. Weiterhin muss es möglich sein die entsprechenden Einrichtungen aus der Beschickungskammer zurückzuholen.

Interventionen sind in folgenden Bereichen vorgesehen:

- Funktions- und Interventionsbereich im Neuaufschluss auf der 500 m-Sohle mit einer Notentriegelung des Fasszangengreifers und der Möglichkeit zur manuellen Handhabung des Transfersystems mit Teleskoparm,
- Beschickungskammer 490-m-Sohle mit einer Notentriegelung Dreibackengreifer und der Möglichkeit zum sicheren Abstellen des Gebindes nach der Rückholung aus der Kammer 8a sowie dem Schließen des Schiebers der Beschickungskammer.

Bei notwendig werdenden Interventionen am ATB wird dieser in die Stellung Verdeckeln zurückgeführt und nach dem Rücksetzen des MAW- Gebindes gegen einen anderen ATB getauscht. Danach beginnt der Vorgang Beladung und Verdeckelung erneut.

## **1.4.5 Greifen und Verpacken der MAW – Gebinde – Variante 2**

### **1.4.5.1 Greifen der MAW – Gebinde**

Das Greifen des Gebindes erfolgt mit dem SMF funkferngesteuert vom örtlichen Leitstand aus und wird durch eine oder mehrere Videokameras innerhalb der Kammer 8a beobachtet. Begonnen wird der Prozess mit dem Hineinfahren des betriebsbereiten SMF aus dem Funktions- und Interventionsbereich in die Kammer 8a. Dort wird nach einem entsprechenden Ablaufplan die Rückholung von Gebinden begonnen. Die Gebinde werden vorrangig auf der Winkelringdeckelseite gegriffen, um eine nachfolgende Intervention zu ermöglichen. Dazu wird das Fass notwendigerweise so manipuliert, dass es in der richtigen Ausrichtung durch den Greifer des SMF gegriffen werden kann. Dabei kann es zu unkontrollierten Bewegungen wie Umkippen oder Rollen kommen. Befindet sich das Gebinde in der richtigen Position und ist gegriffen fährt das SMF zur Beladeposition in der sich die Abschirmkulissee befindet. Zuvor wird noch am SMF eine Bestimmung der Größenordnung der Dosisleistung am Gebinde durchgeführt.

Das Gebinde wird in die Abschirmkulissee eingesetzt. Integriert in die Abschirmkulissee sind sowohl das ODL-Messsystem als auch das Wägesystem. Mit diesen Systemen wird das Gebinde in einer definierten Stellung ausgemessen. Die Messwerte werden automatisiert aufgenommen und dokumentiert. Der passende ATB kann ausgewählt und bereitgestellt werden.

Nach Befüllung der Abschirmkulissee setzt das SMF mit dem nächsten Rückholzyklus fort.

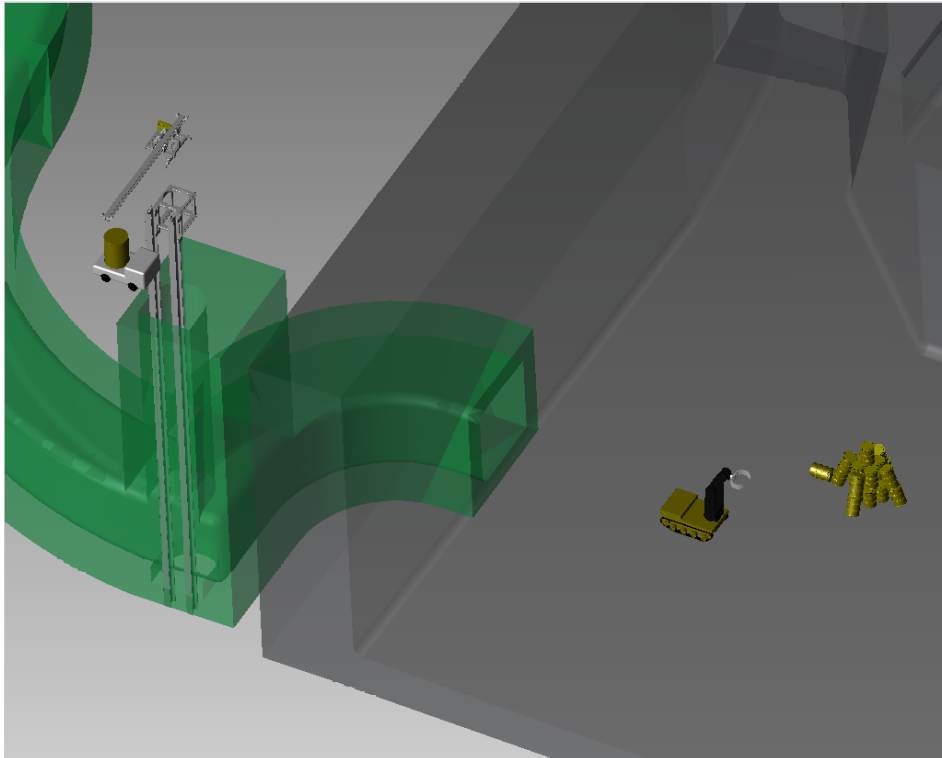


Abbildung E 1.4.5.1-1: Perspektivische Gesamtdarstellung Rückholung der MAW-Gebinde, Variante 2 (Raumkontur der 490-m-Sohle ist nicht dargestellt)

#### 1.4.5.2 Verpackung und Bereitstellung

Der zu befüllende ATB wird nach den Messungen am Gebinde ausgewählt, vom Flurförderfahrzeug oder der Transportplatte übernommen und auf der Beladeposition abgestellt. Nach manuellem Lösen und Entnehmen der Deckelschrauben wird der Behälterdeckel an die Hubeinrichtung angeschlagen und verfahren. Durch Auflegen eines Schutzes werden Verunreinigungen an der Dichtfläche des ATB vermieden. Damit ist der Behälter bereit zur Beladung.

Die Abschirmkulisserie wird nachfolgend aus der Befüllposition auf die 490-m-Sohle gehoben.

Mit dem Dreibackengreifer wird das Gebinde in der Abschirmkulisserie gegriffen und angehoben. Danach erfolgt die Positionierung über dem ATB, das Gebinde wird in den ATB abgesenkt und der Greifer vom Gebinde gelöst.

Nach dem Beladevorgang wird der Deckel des ATB fernbedient aufgelegt.

Der Verschluss des Deckels und die radiologischen Messungen am Transportgebilde erfolgen im Anschluss manuell. Im Ergebnis der Kontaminationsmessungen kann die Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen notwendig sein.



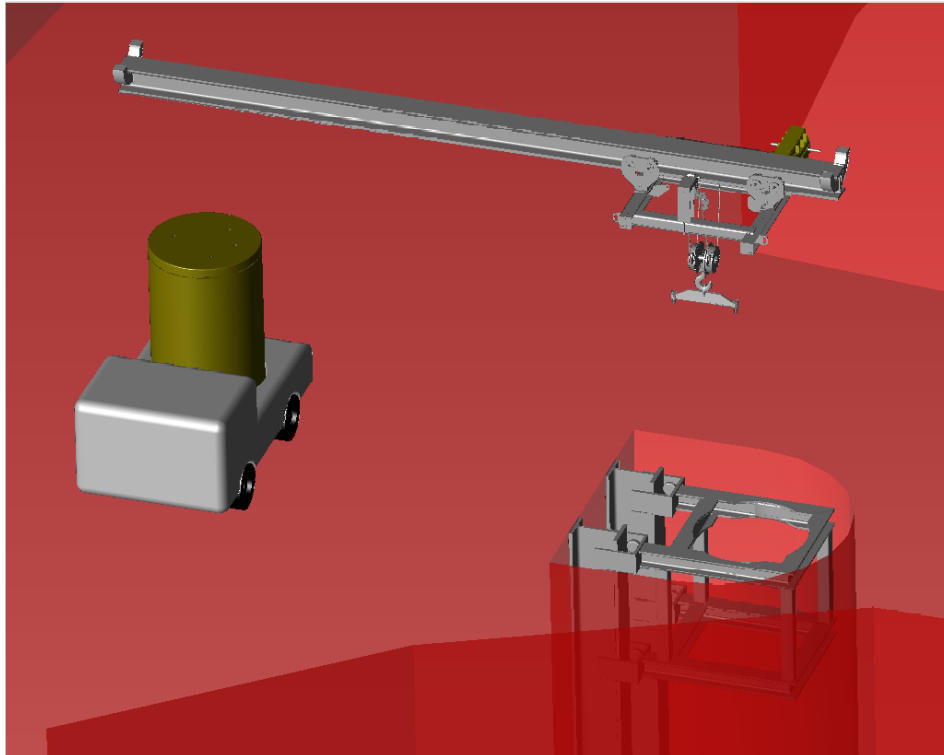


Abbildung E 1.4.5.2-1: Darstellung Verpackung und Bereitstellung, Variante 2

### 1.4.5.3 Interventionen

Bei Ausfällen von Einrichtungen oder Undichtigkeiten am ATB können Interventionsmaßnahmen eingeleitet werden.

Als Interventionsbereiche sind vorgesehen:

- Funktions- und Interventionsbereich im Bereich der Zuwegung auf der 511-m-Sohle mit der Möglichkeit zur Notbergung des SMF durch ein zweites SMF und der Möglichkeit zu manuellen Arbeiten an der Hubvorrichtung für die Abschirmkulisse,
- Belade- und Verdeckelposition 490-m-Sohle mit einer Notentriegelung des Dreiba-ckengreifers und der Möglichkeit zum Rückstellen des MAW - Gebindes in die Abschirmkulisse nach dem Entladen aus dem ATB.

Bei notwendig werdenden Interventionen am ATB wird dieser in die Stellung Verdecken zurückgeführt und nach dem Rücksetzen des MAW – Gebindes gegen einen anderen ATB getauscht. Danach beginnt der Vorgang Beladung und Verdeckelung erneut.

Ausfälle und Auswirkungen auf die Ausrüstungen bzw. Gebinde, die durch einen Brand am SMF ausgelöst werden, sind durch entsprechende Brandunterdrückungs- und Feuerlöschanlagen (fire protection) ausgeschlossen. Diese Anlagen sind durch ihre Instrumentierung und Auslegung geeignet mögliche Brände unverzüglich zu detektieren und innerhalb von Zeiträumen kleiner einer Minute zu unterbinden, bevor ein massives Feuer ausgebrochen ist und Schädigungen eintreten können. Das SMF wird das Löschesystem (Stand-Alone-System) ständig mit sich führen. Zusätzlich können die geeigneten Brandschutzausrüstungen redundant bzw. diversitär ausgeführt sein. Nach Eintritt eines solchen Ereignisses kann der Rückholprozess der MAW-Gebinde damit geordnet unterbrochen werden.

Die notwendige Fehlerbehebung am Fahrzeug beginnt nach dem Herausfahren aus der MAW-Kammer 8a in einen radiologisch gesicherten Bereich.

#### **1.4.6 Raumbereiche**

##### **1.4.6.1 Raumbereiche Variante 1**

Folgende Bereiche sind vorgesehen:

- ein Kontrollbereich der den Abbau 8a, die Beschickungskammer und die jetzige Kfz – Werkstatt mit verbindenden Zufahrten, Abfertigungs- und Pufferflächen für die ATB umfasst,
- ein Überwachungsbereich mit örtlichem, zentralen Leitstand im westlichen Teil der jetzigen Kfz-Werkstatt, der außerdem die Personenschleuse enthält,
- ein Funktions- und Interventionsbereich im Neuaufschluss auf der 500 m-Sohle, der Bestandteil des Kontrollbereiches ist.

Es ist vorgesehen die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle für die Bereitstellung und Beladung der ATB zu nutzen. Dort wird das Öffnen und Schließen des ATB vorgenommen und der ATB auf ein motorbetriebenes Flurförderfahrzeug oder eine Transportplatte zum Abtransport verladen. Die mögliche Aufstellung der Ausrüstungen zeigt die Anlage 3. Für die Sicherstellung der nachfolgenden qualifizierten Dichtheitsprüfung muss der Raumbereich der Verpackung in ATB auf der 490 m - Sohle ertüchtigt werden. Zu diesen Ertüchtigungsmaßnahmen gehören eine komplette Grundreinigung von Stäuben und Gesteinsbruch und die anschließende geeignete dekontaminationsfähige Beschichtung der Gesteinsoberflächen um eine Neubildung von Aerosolen zu minimieren.

Im Bereich östlich der MAW - Kammer erfolgt die Einrichtung eines Funktions- und Interventionsbereiches auf der 500 m - Sohle für die Ausrüstungen zum Greifen der MAW - Gebinde in ihrer Lagerposition. Der notwendige Freiraum muss dafür entsprechend Anlage 4 gewährleistet sein.

##### **1.4.6.2 Raumbereiche Variante 2**

Folgende Bereiche sind vorgesehen:

- ein Kontrollbereich, der den Abbau 8a, den östlichen Zwickel und die jetzige Kfz – Werkstatt mit verbindenden Zufahrten, Abfertigungs- und Pufferflächen für die ATB umfasst,
- ein Überwachungsbereich mit örtlichem, zentralen Leitstand im westlichen Teil der jetzigen Kfz-Werkstatt, der außerdem die Personenschleuse enthält,
- ein Funktions- und Interventionsbereich in der neu zu schaffenden Zufahrt des Abbaues 8a auf der 511-m-Sohle, der Bestandteil des Kontrollbereiches ist.

Der östliche Zwickel auf der 490-m-Sohle wird für die Bereitstellung und Beladung der ATB genutzt. In dieser Position wird das Öffnen und Schließen der ATB vorgenommen und der ATB auf ein Flurförderfahrzeug oder eine Transportplatte zum Ab-

transport verladen. Die mögliche Aufstellung der Ausrüstungen zeigt die Anlage 5. Für die Sicherstellung der nachfolgenden qualifizierten Dichtheitsprüfung muss der Raumbereich der Verpackung in ATB auf der 490-m-Sohle ertüchtigt werden. Zu diesen Ertüchtigungsmaßnahmen gehören eine komplette Grundreinigung von Stäuben und Gesteinsbruch und die anschließende geeignete dekontaminationsfähige Beschichtung der Gesteinsoberflächen um eine Neubildung von Aerosolen zu minimieren.

Im Bereich des Abbaus 8a der 511-m-Sohle erfolgt die Einrichtung eines Funktions- und Interventionsbereiches für die Ausrüstungen zum Greifen der MAW – Gebinde in ihrer Lagerposition. Der notwendige Freiraum muss dafür entsprechend Anlage 6 gewährleistet sein. Dieser Funktions- und Interventionsbereich muss mit einer neuen Zuwegung von der 490-m-Sohle auf die 511-m-Sohle vorbereitet werden. Im Bereich der Verbindung der Zuwegung mit dem Abbau 8a werden Strahlenschutzmaßnahmen realisiert. Weiterhin ist ein senkrechter Durchbruch zwischen den beiden Sohlen zu realisieren, in dem die Hubvorrichtung für beladene ATB montiert wird.

## **2. Auswahl der Abschirm- und Transportbehälter / Endlagerbehälter**

Die ATB müssen den folgenden technischen und transporttechnologischen Anforderungen entsprechen:

- Abmaße und Massenbeschränkung der Hauptförderanlage:

Tiefe	< 2,20 m
Breite	< 1,18 m
Höhe	< 6,25 m
Masse	< 9,8 Mg,
- einsatzerprobter Behälter, keine Neuentwicklung,
- Einhaltung der verkehrsrechtlichen Bestimmungen bei Beladung mit den MAW – Gebinden.

Damit können folgende Behälterarten eingesetzt werden:

- Gussbehälter Typ II (MOSAİK – Behälter)
- Fasscontainer (FC)
- Betonbehälter Typ I und II.

Die Endlagerbehälter müssen den „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995 – Schachanlage Konrad“ /13/ entsprechen.

Damit stehen für die Endlagerung der MAW – Abfälle folgende Behälterarten zur Verfügung:

- Gussbehälter Typ II,
- Betonbehälter Typ I und Typ II,
- Stahlblechcontainer (SC) Typ IV in der Ausführung als Stahlblechcontainer mit Beton-Inliner,
- Betoncontainer (BC) Typ IV,
- Gusscontainer Typ I bis VI.

Die Eignung der Behälter für das Endlager Konrad wird im Folgenden, falls nicht schon vorhanden als einholbar vorausgesetzt.

Die ATB und die Endlagerbehälter müssen außerdem den radiologischen Anforderungen des Transportrechts und der Endlagerungsbedingungen Konrad entsprechen.

## 2.1 MOSAIK – Behälter

MOSAIK – Behälter sind zylinderförmige Behälter aus Gusseisen mit Kugelgraphit. Der Behälterkörper, der Behälterdeckel mit Verschraubung und die innere Elastomerdichtung bilden die dichte Umschließung. Zur Abschirmung kann eine Bleiauskleidung in verschiedenen Stärken zum Einsatz kommen.

Das zulässige Inventar eines MOSAIK – Behälters mit Typ A – Eignungsbescheinigung ist nicht ausreichend, um die überwiegende Anzahl der MAW – Gebinde transportieren und/oder lagern zu können. Damit ergibt sich bei einem Einsatz von MOSAIK – Behältern als ATB und als Endlagerbehälter die Forderung des Einsatzes von Behältern mit Typ B(U) - Zulassung. Diese ist ggf. anzupassen. Die Behälter müssen mit Stoßdämpfern transportiert werden.

Das zulässige Inventar von MOSAIK- Behältern wird in der verkehrsrechtlichen Zulassung als Typ B(U) – Behälter u.a. durch die maximal zulässigen Einzelnuklidaktivitäten in Abhängigkeit von der Dicke der Bleiabschirmung begrenzt. Beispielsweise ergibt sich für die Behälter MOSAIK II-15 EI bei einer Masse des Inhaltes von bis zu 1000 kg eine maximal mögliche Stärke der Bleiabschirmung von 50 mm. Aus dem Außendurchmesser der MAW- Gebinde von 630 mm und dem Innendurchmesser der MOSAIK – Behälter in Abhängigkeit von der Stärke der Bleiabschirmung ergibt sich eine maximal mögliche Stärke der Bleiabschirmung von 20 mm, wenn vorausgesetzt wird, dass ein freier Innendurchmesser der MOSAIK – Behälter von 700 mm ausreichend ist, um Handhabungsschwierigkeiten beim Einladen von verformten MAW - Gebinden auszuschließen.

Die durch die Hauptförderanlage vorgegebene maximale Bruttomasse des Behälters von 9800 kg wird eingehalten.

Bei der Beladung des Behälters ist zu beachten, dass nach der Handhabungsanweisung HA-001 für MOSAIK – Behälter der Bauart MOSAIK II-15 für die Verwendung als zulassungspflichtiges Versandstück bei der Beladung mit Fässern sicherzustellen ist, dass der Abstand zwischen Beladegut und Behälterdeckel bzw. dem Halteblech für das Deckelblei weniger als 100 mm betragen muss.

Das Dichtheitskriterium beträgt  $10^{-4}$  hPa<sup>x</sup> l/s.

Die MOSAIK – Behälter können sowohl als Shuttlebehälter zu einer Konditionierungseinrichtung, als auch zur direkten Endlagerung der MAW genutzt werden.

## 2.2 Fasscontainer

Fasscontainer (FC) wurden zum Transport von radioaktiven, festen oder verfestigten Abfällen in Fässern in das Endlager für radioaktive Abfälle in Morsleben eingesetzt.

Sie bestehen aus einem zylindrischen Behälterkörper aus Stahlblech mit Bleifüllung, einem oberen Deckel mit zentraler Bohrung, auf den eine Schutzhaube aufgesetzt wird und einem unteren Deckel. Sie besitzen 4 Tragzapfen.

Zwei Typen der FC können zum Einsatz kommen. FC 70/16 st (FC mit 70 mm Bleiauskleidung und einer Taramasse von 3,9 Mg) und FC 100/16 st (FC mit 100 mm Bleiauskleidung und einer Taramasse von 5,0 Mg).

Die FC besitzen keine verkehrsrechtliche Zulassung bzw. Eignung und werden zu jeweils 5 Stück in 20' – Containern transportiert. Die dafür einzusetzenden 20' – Container müssen die Eignung nach Typ IP-2 besitzen.

Das zulässige Inventar der FC wird wie folgt angegeben:

<b>A in Bq</b>	<b>Typ FC 70/16 st</b>	<b>Typ FC 100/16 st</b>
zul. Gesamtaktivität bei 0,05 mSv/h in 2 m		
100% Co-60	2,91 E11	1,89 E12
50% Co-60, 50% Cs-137	5,80 E11	3,78 E12
100% Cs-137	9,87 E13	3,53 E15

Tabelle E 2.2-1: Zulässiges Inventar der FC

Die FC können sowohl von oben, als auch von unten beladen werden. Bei der Beladung von oben wird nach dem Lösen der Deckelverschraubung das zum Transport vorgesehene Fass mit einem Fassgreifer in den FC geladen. Die zentrale Bohrung im oberen Deckel ist in diesem Fall mit einem Stopfen ausgefüllt.

Alternativ ist auch eine Beladung der FC von unten, mit einem Fassgreifer, der durch den oberen Deckel geführt wird, möglich. Der Fassgreifer wird durch eine Gabel im oberen Deckel abgefangen und der beladene FC wird auf den unteren Deckel umgesetzt und mit diesem verbunden.

Die FC besitzen keine spezifizierte Dichtheit.

Die FC können nur als Transportbehälter zum Transport der MAW – Abfälle zu einer Konditionierungseinrichtung genutzt werden.

Da sich gegenüber dem Einsatz von MOSAIK – Behältern als Shuttlebehälter keine Vorteile ergeben, wird der Einsatz der FC ausgeschlossen.

### **2.3 Betonbehälter Typ I und Typ II**

Betonbehälter Typ I und Typ II, auch bezeichnet als Verlorene Betonabschirmungen (VBA) sind zylindrische Betonbehälter und vorrangig zur Aufnahme von 200 I - und 400 I - Fässern vorgesehen. Sie werden zusammen mit den Fässern mit radioaktivem Abfall eingelagert und deshalb als "verloren" bezeichnet.

Die VBA können vergossen als Verpackung vom Typ II (IP-2) transportiert werden. Zur Optimierung können 20' – Container mit speziellen Einbauten zur Aufnahme der VBA zum Einsatz kommen.

Betonbehälter Typ I bzw. VBA für 200 I – Fässer haben einen Durchmesser von 1060 mm und eine Höhe von 1370 mm bzw. 1460 mm über die Aufhängelaschen. Ihr Innendurchmesser beträgt am Boden 650 mm und am oberen Rand 670 mm.

In der Ausführung als SBA (VBA aus Schwerbeton) haben sie eine zulässige Bruttomasse von 4000 kg.

Betonbehälter Typ II bzw. VBA für 400 I – Fässer haben einen Durchmesser von 1060 mm und eine Höhe von 1510 mm bzw. 1600 mm über die Aufhängelaschen. Ihr Innendurchmesser beträgt am Boden 790 mm und am oberen Rand 820 mm.

In der Ausführung als SBA haben sie eine zulässige Bruttomasse von 3900 kg.

Sowohl Betonbehälter Typ I als auch Betonbehälter Typ II haben ein zulässiges Füllgewicht von bis zu 1000 kg.

Damit können weder zusätzliche Innenbehälter noch Bleiabschirmungen verwendet werden, da das zulässige Füllgewicht der möglichen Masse der MAW – Gebinde entspricht. Aus dem Außendurchmesser der MAW- Gebinde von 630 mm und dem Innendurchmesser am Boden der Betonbehälter Typ I von 650 mm ergibt sich, dass beim Einladen von verformten MAW - Gebinden Handhabungsschwierigkeiten nicht ausgeschlossen werden können.

Bei der Verwendung von Betonbehältern Typ II verbleibt ein ausreichender freier Querschnitt für die Beladung mit den MAW – Gebinden.

Betonbehälter Typ II in der Ausführung als Ummantelte Verlorene Betonabschirmung (UVBA) haben eine zulässige Abfallmasse von 1500 kg. Damit kann ein Blei-Inliner von 10 mm zum Einsatz kommen.

Werden im folgenden UVBA genannt, wird vom Einsatz von Betonbehältern Typ II in der Ausführung als UVBA mit einem Blei-Inliner von 10 mm ausgegangen.

Sie haben den Vorteil, dass sie sowohl als störfallfeste, als auch als nicht störfallfeste Verpackung nach Abfallbehälterklasse (ABK) I nicht vergossen werden müssen.

UVBA können für die Endlagerung der MAW – Abfälle vorgesehen werden.

## **2.4 Stahlblechcontainer Typ IV mit Beton-Inliner/ Betoncontainer Typ IV**

Die quaderförmigen Abfallbehälter haben eine Länge von 3000 mm, eine Breite von 1700 mm und einer Höhe von 1400 mm entsprechend den Endlagerungsbedingungen Konrad. Die Wanddicke des Betons beträgt umlaufend 200 mm. Das Eigengewicht des SC IV mit Beton-Inliner beträgt 9800 bis 10200 kg. Das zulässige Gesamtgewicht beträgt 20 Mg.

Er kann mit bis zu 8 Stück 200 l - Fässern beladen werden.

Der BC IV hat in der Ausführung als Schwerbetoncontainer ein Eigengewicht von 14230 bis 14650 kg. Sein zulässiges Gesamtgewicht beträgt ebenfalls 20 Mg und er kann ebenfalls mit bis zu 8 Stück 200 l – Fässern beladen werden.

SC IV und BC IV können aufgrund ihrer Abmessungen und ihrer Masse nicht in derASSE eingesetzt werden.

Sie können nur dann als Endlagerbehälter eingesetzt werden, wenn die MAW- Gebinde in einer Konditionierungseinrichtung aus MOSAIK- Behältern in die Konrad-Container umgeladen werden.

## **2.5 Gusscontainer Typ I bis Typ VI**

Die quaderförmigen Abfallbehälter haben eine Länge von 1600, 3000 oder 3200 mm, eine Breite von 1700 oder 2000 mm und einer Höhe von 1400 oder 1700 mm entsprechend den Endlagerungsbedingungen Konrad.

Bei einer mindestens erforderlichen Wandstärke von 140 mm können aufgrund der Masse nur Gusscontainer Typ I, Gusscontainer Typ II und Gusscontainer Typ VI eingesetzt werden, da sonst die Eigenmasse der Container schon die maximal zulässige Gebindemasse im Endlager Konrad übersteigt.

Die Gusscontainer Typ I und Typ II können aufgrund der Innenmaße der Container mit bis zu 4 MAW – Gebinden beladen werden, der Gusscontainer Typ VI kann aufgrund der Gesamtmasse mit bis zu 3 Gebinden beladen werden.

Gusscontainer Typ I haben ein Bruttovolumen von 3,9 m<sup>3</sup> und damit das dreifache des Bruttovolumens der Gussbehälter Typ II. Der Kostenvorteil infolge des geringeren Endlagervolumens bei Beladung mit der gleichen Anzahl an MAW – Gebinden wird durch die notwendige Konditionierung verringert. Behälterkosten sind nicht spezifizierbar.

Da kein betriebsbewährter Behälter bekannt ist, wird der Einsatz von Gusscontainern Typ I nicht betrachtet.

Bei Gusscontainern Typ II ergibt sich durch ihre größere Höhe im Vergleich mit den Gussbehältern Typ II ein ungünstigeres Verhältnis der Bruttovolumina. Damit wäre der Kostenvorteil geringer. Da im Übrigen die gleichen Aussagen wie zum Gusscontainer Typ I gelten, wird auch der Einsatz von Gusscontainern Typ II nicht weiter betrachtet.

Gusscontainern Typ VI besitzen mit einem Bruttovolumen von 5,4 m<sup>3</sup> das mehr als vierfache des Bruttovolumens der Gussbehälter Typ II. Sie können durch ihre größere Eigenmasse aber nur mit bis zu 3 MAW – Gebinden beladen werden, um die maximal mögliche Bruttomasse von 20 Mg für Behälter zur Einlagerung im Endlager Konrad nicht zu überschreiten. Auch für die Gusscontainern Typ VI sind die Behälterkosten nicht spezifizierbar und da kein betriebsbewährter Behälter bekannt ist, wird ihr Einsatz nicht betrachtet.

## 2.6 Auswahl der Behälter

Die zur Verfügung stehenden Behälter haben folgende Abmessungen und Massen:

Behälterbeschreibung								
Typ <small>Maße ohne Laschen</small>	Ausführung	Form	Außenmaße in mm			Innenmaße in mm		
			L/ D	B	H	L/ D	B	H
Betonbehälter Typ I	SBA 200	rund	1060		1370	650/670		1120
Betonbehälter Typ II	SBA 400	rund	1060		1510	790/820		1280
Betonbehälter Typ II	UVBA (SB)	rund	1060		1510	815		1205
Gussbehälter Typ II	MOSAIK II-15, 20 Pb	rund	1060		1500	700		1100
Stahlblechcontainer Typ IV	SC IV m. Beton-Inliner	quaderförmig	3000	1700	1400	ca. 2520	ca. 1.260	ca. 1000
Betoncontainer Typ IV	SBC 210	quaderförmig	3000	1700	1450	2.600	1.300	950
Gusscontainer Typ I	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	1600	1700	1450	1.320	1.420	1.170
Gusscontainer Typ II	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	1600	1700	1700	1.320	1.420	1.420
Gusscontainer Typ III	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	3000	1700	1700	2782	1482	1482
Gusscontainer Typ IV	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	3000	1700	1450	2756	1456	1206
Gusscontainer Typ V	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	3200	2000	1700	3018	1818	1518
Gusscontainer Typ VI	<i>entsprechend /13/</i>	quaderförmig	1600	2000	1700	1320	1720	1420

Tabelle E 2.6-1: Abmessungen und Massenangaben der Behälter

<b>Behälterbeschreibung</b>					
Typ <small>Maße ohne Laschen</small>	Masse in kg			V brutto in m <sup>3</sup>	Bemerkung
	leer	Abfallmasse	zul. brutto		
Betonbehälter Typ I	ca. 2.700	1.000	4.000	1,3	Deckel 140 mm + Betonüberdeckung Vergießen von Innenhöhe abziehen
Betonbehälter Typ II	2.380	1.000	3.900	1,2	Deckel 145mm + Betonüberdeckung Vergießen von Innenhöhe abziehen
Betonbehälter Typ II	ca. 2.800	1.500	4.280	1,2	
Gussbehälter Typ II	5.730- 9.230	1.140	9.890	1,3	Massen abhängig von Bleiabschir- mung
Stahlblechcontainer Typ IV	9.800- 10.200	9.800- 10.200	20.000	7,2	
Betoncontainer Typ IV	14.230- 14.650	5.350- 5.770	20.000	7,4	
Gusscontainer Typ I	13.657	6.343	20.000	3,9	berechnet mit Wandstärke 140 mm
Gusscontainer Typ II	15.306	4.694	20.000	4,6	berechnet mit Wandstärke 140 mm
Gusscontainer Typ III	19.967		20.000	8,7	Wandstärke für < 20 Mg 109 mm
Gusscontainer Typ IV	19.934		20.000	7,4	Wandstärke für < 20 Mg 122 mm
Gusscontainer Typ V	19.899		20.000	10,9	Wandstärke für < 20 Mg 91 mm
Gusscontainer Typ VI	17.285	2.715	20.000	5,4	berechnet mit Wandstärke 140 mm

Fortsetzung Tabelle E 2.6-1: Abmessungen und Massenangaben der Behälter

Ausgehend von den radiologischen Anforderungen an die ATB bzw. Endlagerbehälter und unter Zugrundelegung der radiologischen Werte aus /2/ zum Bezugszeitpunkt 01.01.2003 wurden die Behälter MOSAIK II- 15, UVBA und BC IV bzw. SC IV mit Beton-Inliner hinsichtlich ihrer Eignung weiter geprüft.

Durch den möglichen Verguss der MAW – Gebinde mit Bitumen entsprechend /1/ muss die Einstufung der MAW – Abfälle in die Abfallproduktgruppe (APG) 01 erfolgen.

Die Aktivitätsgrenzwerte für Leitnuklide und nicht spezifizierte sonstige  $\alpha$ - und  $\beta$ -, $\gamma$ -Strahler für die Abfallgebinde nach Tabelle 3 in /13/ sind im Vergleich mit den durchschnittlichen Aktivitätswerten der MAW – Gebinde sehr niedrig. Deshalb müssen nach 4.4 in /13/ störfallfeste Verpackungen der ABK I gewählt werden, damit die Aktivitätsgrenzwerte der APG 06 ausgeschöpft werden können oder es müssen Verpackungen der ABK II verwendet werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Berechnungen für die einzelnen Behälter hinsichtlich der Annahmebedingungen des Endlagers Konrad:



	MOSAIK 20 mm Pb		UVBA mit 10 mm Pb	Konrad-container Typ IV
	Aktivität gleichmäßig verteilt x 30 berechnet zu heute (Juni 2008) Ausgangsdaten 2003*)	Aktivität gleichmäßig verteilt x 10 berechnet zu heute (Juni 2008) Ausgangsdaten 2003*)	Aktivität gleichmäßig verteilt x 0,35 berechnet zu heute (Juni 2008) Ausgangsdaten 2003*)	Aktivität gleichmäßig verteilt berechnet zu heute (Juni 2008) Ausgangsdaten 2003*)
<b>Grenzwert</b>				
<b>Abfallbehälterklasse</b>	II	II	I	I bzw. II
<b>Abfallproduktgruppe</b>	keine Einstufung notwendig	keine Einstufung notwendig	6	6 bzw. keine Einstufung notwendig
<b>Gesamtaktivität β/γ [Bq/Gebinde]</b>	2,4E+13	8,1E+12	2,8E+11	2,4E+12
<b>Gesamtaktivität α [Bq/Gebinde]</b>	2,7E+11	9,1 E10	3,2E+09	2,7E+10
<b>ODL 0,1m</b> <small>2 E+00 mSv/h</small>	4,9E-01	1,6E-01	4,1E-01	7,2E-01
<b>ODL 1m</b> (zylindrischer Behälter) <small>1E-01 mSv/h</small>	9,5E-02	3,2E-02	9,2E-02	2,5E-01
<b>ODL 2m</b> (quaderförmiger Behälter) <small>1E-01 mSv/h</small>				< 1E-01 geschätzt
<b>Kernbrennstoff (KBS)-Gehalt [g/Gebinde]</b> <small>(50g je 0,1 m³) 100g je 0,2m³</small>	80	27	1	8
<b>1%-Überschreitungen Störfall</b> (für einzelne Nuklide)	ja	ja	ja	ja
<b>1%-Überschreitungen Wirtsgestein</b>	ja	ja	nein	ja
<b>1%-Überschreitungen Kritikalität</b>	ja	ja	nein	nein
<b>Überschreitung Summenkriterium Störfall</b>	nein	nein	nein	nein
<b>Überschreitung Summenkriterium Wirtsgestein (&gt; 1% zulässig)</b>	ja	ja	nein	nein
<b>Überschreitung Summenkriterium Kritikalität (&gt; 1% zulässig)</b>	nein	nein	nein	nein

\*) berechnet mit Bezugsaktivität Co-60 und Summe der α- Aktivität  
Gesamtaktivität in der MAW - Kammer 1,05E+15Bq berechnet zu Juni 2008  
Masse des MAW - Gebindes mit 600 kg angesetzt

Tabelle E 2.6-2: Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse für die Annahmebedingungen des Endlagers Konrad

Damit verbleiben folgende Möglichkeiten des Einsatzes von Behältern:

MOSAIK II - 15 können als Verpackung der ABK II sowohl als Shuttle- als auch als Endlagerbehälter verwendet werden, solange sie mit MAW- Gebinden beladen werden, die nicht mehr als das 30fache der durchschnittlich in einem Gebinde in der MAW- Kammer befindlichen Gesamtaktivität beinhalten. Zur Verdeutlichung der Größenordnung kann eine Rückrechnung auf die Gesamtaktivität eines solchen Gebindes zum Zeitpunkt 1980 dienen. Das Gebinde hätte danach 1980 eine Gesamtaktivität von ca. 2400 Ci besessen. Der Entscheidungswert für die Verwendungsmöglich-

keit der MOSAIK- Behälter ist eine Dosisleistung am MAW-Gebinde von ca. 1 Sv/h in 0,1 m Entfernung oder ca. 100 mSv/h in einem Meter Entfernung.

Die Daten der Einzelnuclide und die ermittelte Masse müssen bei der Verwendung des Typs der Behälter MOSAIK II -15 beachtet werden.

Die in /1/ aufgeführten maximalen Inhalte eines Gebindes an spaltbarem Material können dabei nicht gelten. Es gilt die Randbedingung unter 2. im Kapitel C, dass die Gebinde in der MAW – Kammer als Charge berücksichtigt werden und die Nuklidzusammensetzung in der MAW – Kammer als gleichverteilt über alle Gebinde angenommen wird.

Ist dies nicht möglich, können ggf. umfangreichere Stichprobenprüfungen und Einzelfallbetrachtungen im Hinblick auf die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen Konrad notwendig werden.

Die zum Zeitpunkt der Bestellung der Behälter aktuelle verkehrsrechtliche Zulassung ist auf ggf. notwendige werdende Erweiterungen zu prüfen.

UVBA können mit einer Aktivität, die ca. 1/3 der durchschnittlichen Aktivität der MAW – Gebinde beträgt, beladen werden. Der Dosisleistungsgrenzwert an der Oberfläche des MAW – Gebindes beträgt dann ca. 12 mSv/h.

Konradcontainer Typ IV können mit bis zu 3 MAW - Gebinden durchschnittlicher Aktivität beladen werden, sofern die Container eine Einstufung in die ABK I, störfallfest oder in die ABK II besitzen und vergossen werden. Der Dosisleistungsgrenzwert an der Oberfläche des MAW – Gebindes beträgt dann ca. 34 mSv/h.

### **3. Beladung und Abfertigung der Behälter**

#### **3.1 Beladung und Abfertigung der MOSAIK - Behälter**

Die Beladung der Behälter erfolgt entsprechend Punkt 1.4.

Die Abfertigung der MOSAIK – Behälter umfasst die Reinigung und Dekontamination der Behälter und die Dichtheitsprüfung. Außerdem werden Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen durchgeführt.

Die Abfertigung eines Behälters dauert ca. 8 Stunden.

Der Abfertigungsbereich enthält:

- jeweils 12 Stellplätze für leere und befüllte MOSAIK – Behälter,
- die Ausrüstungen zur Dichtheitsprüfung:
  - Vakuumpumpe mit Enddruck  $\leq 1 \times E^{-2}$  hPa abs.,
  - Druck-, Temperaturlaufnehmer und -anzeigeeinheit,
  - Referenzvolumen ca. 500 cm<sup>3</sup>,
  - Registriereinheit y/t - Schreiber/ PC,
  - Stickstoffversorgung (Flasche),
- 2 Abfertigungsplätze mit ausreichendem Freiraum zur Handhabung.

Bei einer Nichteinhaltung der Dichtheitsanforderungen am MOSAIK – Behälter wird ein Dichtungswechsel durchgeführt. Führt dies nicht zum Erfolg und die Dichtheitsprüfung ergibt erneut die Nichteinhaltung der Dichtheitsanforderungen, wird der Behälter in den Beladebereich und dort in die Stellung Verdeckeln zurückgeführt und nachdem das Fass herausgehoben wurde, gegen einen anderen MOSAIK - Behälter getauscht.

Lage und Ausdehnung des Abfertigungsbereiches ist den Anlagen 3 und 5 zu entnehmen.

#### **3.2 Beladung und Abfertigung der Betonbehälter**

Die Beladung der UVBA unterscheidet sich nur unwesentlich von der Beladung der MOSAIK - Behälter und erfolgt ebenfalls wie unter Punkt 1.4 beschrieben.

Da die UVBA nicht mit Beton vergossen werden müssen, beschränkt sich die Abfertigung auf die Reinigung und Dekontamination sowie die Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen.

Die UVBA werden in einem Bereich neben dem der MOSAIK – Behälter abgefertigt (siehe Anlagen 3 und 5).

#### **4. Konditionierung der MAW- Abfälle**

Der Aufbau und die Einrichtung einer Konditionierungseinrichtung am Standort bzw. auf dem Gelände der Asse werden ausgeschlossen.

Dies geschieht vor allem in Hinsicht auf den zur Rückholung der MAW – Gebinde zur Verfügung stehenden Zeitrahmen. Erfahrungswerte zeigen, daß allein die Planungs- und Genehmigungsphase mehrere Jahre in Anspruch nehmen würde. Zusammen mit dem Bau, der Ausrüstung, der Abnahme und Inbetriebsetzung würde ein Zeitumfang benötigt, der dazu führt, dass die Konditionierungseinrichtung nicht frühzeitig genug zur Verfügung stehen würde. Darüber hinaus würde die Konditionierungseinrichtung nur für eine geringe Zeit benötigt und würde damit die erheblichen Mittel, die für die Errichtung notwendig wären, nicht rechtfertigen.

Für die Konditionierung von mittelaktiven Abfällen steht damit ausschließlich die HDB zur Verfügung. Dort können in der MAW – Verschrottungsanlage mittelradioaktive Abfälle sortiert, zerteilt, kompaktiert, charakterisiert und vergossen werden.

Die MAW – Abfälle können nach der Konditionierung in der Be- und Entladezelle in MOSAIK – Behälter, in VBA oder in Konradcontainer verpackt werden (siehe E 2.6).

Eine Konditionierung der Gebinde ist für die Verpackung in MOSAIK – Behälter nicht notwendig.

Die Konditionierung der MAW – Abfälle und eine Verpackung in VBA ergibt nur dann Kostenvorteile gegenüber der Endlagerung ohne Konditionierung in MOSAIK – Behältern, wenn aus einem konditionierten MAW – Gebinde nicht mehr als zwei VBA entstehen. MAW – Gebinde deren Aktivitätsinventar gerade das 2fache des für eine VBA zulässigen Inventars besitzen, werden voraussichtlich nicht in größerer Anzahl vorhanden sein.

Die Konditionierung der MAW – Abfälle für die Verpackung in Konradcontainer Typ IV umfasst das Umpacken der Gebinde vom MOSAIK – Behälter in den Container und das Vergießen des Containers mit Beton. Das Umpacken von 8 MAW- Gebinden aus den MOSAIK – Behältern in Konradcontainer Typ IV und das Vergießen der Container dauert in der HDB ca. 2 Wochen, wenn in der MAW- Verschrottung noch andere Abfälle verarbeitet werden. Für den Fall, dass dies in Abstimmung mit der HDB ausgeschlossen werden kann, wird hier und im Folgenden von der Konditionierung von 12 MAW- Gebinden innerhalb von 2 Wochen ausgegangen. Zusammen mit dem Transport zur HDB und dem Rücktransport der leeren MOSAIK – Behälter zur Asse ergibt sich damit für einen Umlauf der MOSAIK- Behälter ein Zeitbedarf von ca. 30 bis 40 Tagen. 4 Transportlose mit jeweils 12 MOSAIK- Behältern sind für eine unterbrechungsfreie Konditionierung in der HDB mindestens erforderlich. Damit können auch dann, wenn eine größere Anzahl an MAW- Gebinden die radiologischen Bedingungen für eine Endlagerung in Konradcontainer Typ IV erfüllt, nur maximal 150 Stück MOSAIK- Behältern ersetzt werden. Es ergibt sich lediglich die Möglichkeit weitere MOSAIK- Behälter über einen längeren Zeitraum in einer Transportbereitstellungshalle (TBH) am Standort der Asse oder in einem externen Zwischenlager aufzubewahren und nach der Konditionierung der MAW- Gebinde zu veräußern.

Da die nach den Annahmebedingungen der HDB /14/ im Begleitschein aufzuführenden Daten für die MAW- Gebinde zum großen Teil nicht vorliegen, ist in Abstimmung mit der HDB und den zuständigen Behörden vorab eine Ausnahmeregelung zu vereinbaren.

Gebinde an denen eine Probenahme erfolgt, können entsprechend ihres Aktivitätsinventars in MOSAIK – Behälter, in VBA oder in Konradcontainer Typ IV verpackt werden.

## **5. Transport der Behälter**

### **5.1 Transporte mit der Hauptförderanlage**

MOSAIK – Behälter und UVBA können ohne Einschränkungen mit der Hauptförderanlage transportiert werden. Das Aufnehmen und Absetzen der Behälter im Förderkorb muss durch die geringe Breite des Korbes mit einem Flurförderfahrzeug mit Ausleger erfolgen. Der Ausleger muss die MOSAIK - Behälter mittels Ringösen und einem Dreistranggehänge und die UVBA an den Aufhängelaschen angeschlagen transportieren können oder am unteren Bund so greifen können, dass das Lösen des Greifers im Rahmen der Breite der Hauptförderanlage möglich ist.

Zum Transport der Ausrüstungen in die Schachanlage bzw. nach Abschluss der Arbeiten aus der Schachanlage und zum Transport der Behälter kann eine Portalkrananlage mit einer Traglast von > 10 Mg direkt vor der Hauptförderanlage vorgesehen werden, sofern die vorhandene Krananlage die Transporte nicht gewährleisten kann.

### **5.2 Transporte auf der 490m- Sohle**

Für das Aufnehmen und Absetzen der MOSAIK - Behälter und der UVBA ist wiederum ein Flurförderfahrzeug mit Anschlagsmöglichkeit für ein Gehänge notwendig. Für den weiteren Transport wird ein Flurförderfahrzeug genutzt, das die Behälter am unteren Bund greift. Alternativ hierzu bzw. zusätzlich können Plattenwagen mit Zugmaschine zum Einsatz kommen.

### **5.3 Transporte über Tage auf dem Betriebsgelände der Asse**

Von der Hauptförderanlage aus werden die Transporte von MOSAIK – Behältern und UVBA auf Plattenwagen bis zum Gleisanschluss oder zur Transportbereitstellungshalle durchgeführt. 20' – Container und Konradcontainer Typ IV können auf Straße und/oder Gleis transportiert werden. Ein- und Auslagerungen in der TBH können mit der Krananlage und mit Flurförderfahrzeugen erfolgen.

### **5.4 Transporte zum Endlager Konrad**

Transporte zum Endlager Konrad werden durch die Kapazität zur Pufferlagerung im Endlager, den Zeitbedarf für die Einlagerung, die Kapazität zur Abfertigung der Transportwaggons in der Asse und die Möglichkeit zur Transportbereitstellung der Waggons begrenzt. Ausgehend von der abdeckenden Variante der Transportbereitstellung und der minimalen Anzahl von MAW-Gebinden für einen Transport ergeben sich der maximale Aufwand und die maximale Dauer der Transporte. Dafür wird angenommen, dass sich alle Behälter am Standort der Asse befinden und dass alle MAW- Gebinde in MOSAIK – Behältern in Konrad eingelagert werden.

Für den Transport von MOSAIK – Behältern mit Typ B(U) – Zulassung werden 2 Stück MOSAIK je 20' open all – Container, 2 Stück 20' – Container je Transportwaggon und 5 Waggons für einen Transport angesetzt. Damit können mit einem Transport 20 MOSAIK – Behälter transportiert werden. Zwei Transporte können umlaufend be- und entladen werden. Bei der Dauer eines Transportes mit Beladung der Waggons in der Asse, Transport zum Endlager Konrad, Entladung, Kontrolle und Annahme der Behälter im Endlager Konrad sowie der Kontrollen nach Entladung und dem Rücktransport der Waggons von 4 Wochen können in diesem Zeitraum 40 Behälter in das Endlager verbracht werden.

UVBA werden zu jeweils 6 Stück in einem 20' open all – Container transportiert. Damit ist der Aufwand und die Anzahl der Transporte geringer als bei Transporten von MOSAIK – Behältern. Konradcontainer würden bis zu 3 MAW – Gebinde beinhalten, womit der Aufwand und die Anzahl der Transporte ebenfalls geringer als bei Transporten von MOSAIK – Behältern würden. Damit ist eine Abschätzung zu dem Transport von 1301 MOSAIK- Behältern abdeckend.

Mit dem o.g. Ansatz zum Transport der MOSAIK – Behälter und einer An- und Auslaufphase ergeben sich damit ca. 36 Monate Transportzeit. Hinzu kommen die Vorbereitungszeit vor dem ersten Transport in das Endlager und der erforderliche Vorlauf bei der Wiederkehrenden Prüfung (WKP) der Behälter.

Die Annahmemöglichkeit im Endlager Konrad wird im Bericht "Produktkontrolle radioaktiver Abfälle – Schachanlage Konrad – Stand: Dezember 1995" /15/ für die Einlagerung mit maximal 3400 Transporteinheiten pro Jahr und für gleichzeitige Einlagerung und Pufferung mit 40 Transporteinheiten pro Tag, jeweils bei einschichtigem Betrieb, angegeben. Die Transportzeit wird mit maximal 2 Tagen genannt. Die o.g. Transportplanung setzt die Annahme von bis zu 4 Transporteinheiten pro Tag voraus und berücksichtigt damit sowohl die Annahmemöglichkeit Konrad, als auch die Interessen anderer Ablieferer.

## **5.5 Transporte zu einer externen Konditionierungseinrichtung/ Zwischenlagerung**

Transporte zur externen Konditionierung werden ausschließlich mit MOSAIK – Behältern durchgeführt. Wie für die Transporte zum Endlager, werden 2 Stück MOSAIK in je einem 20' open all – Container transportiert. Die Transportlogistik wird mit der Konditionierungseinrichtung vereinbart und richtet sich außerdem nach der Anzahl der zum Umpacken vorgesehenen MAW – Gebinde.

Transporte zur externen Zwischenlagerung können für MOSAIK- Behälter, UVBA und ggf. für die Konradcontainer notwendig werden.

MOSAIK- Behälter und UVBA werden dann in Transportlosen entsprechend der Abstimmung mit dem externen Zwischenlager in 20' open all – Containern auf Straße oder Schiene transportiert. Die Konradcontainer können entsprechend ihrer verkehrsrechtlichen Eignung oder in 20' – Containern transportiert werden.

## **6. Transportbereitstellung der Behälter**

Die Transportbereitstellung der Gebinde auf der Schachanlage ist aus logistischen Gründen für die Transportvorbereitungen zur Verbringung in das Endlager Konrad notwendig. Die Einrichtungen können außerdem zur Aufbewahrung von leeren Behältern genutzt werden.

### **6.1 Transportbereitstellung unter Tage**

Für eine Transportbereitstellung unter Tage würde eine Fläche von ca. 1200 m<sup>2</sup> benötigt, wenn MOSAIK – Behälter 2fach und UVBA 3fach gestapelt würden. Die Ausrüstung mit ausreichender Be- und Entlüftung und Beleuchtung würde sich sehr einfach gestalten. Stünde für die Rückholung der MAW - Gebinde ein größerer Zeitraum zu Verfügung, wäre eine Transportbereitstellung unter Tage in Hinsicht auf einen zügigen Ablauf und die entstehenden Kosten zu empfehlen, bei dem zu beachtenden Zeitbereich der Rückholung bis 2013 und damit vor Öffnung des Endlagers Konrad wird eine Transportbereitstellung über Tage notwendig.

### **6.2 Transportbereitstellung über Tage**

Für eine Transportbereitstellung über Tage wird eine Halle benötigt, die folgenden Mindestanforderungen genügen muss.

- Bodenplatte für Flächenlasten zur Lagerung der MOSAIK- Behälter in 2facher Stapelung, UVBA in 3facher Stapelung und ggf. Konrad-IV – Containern in 5facher Stapelung einschließlich der entsprechenden Verkehrslasten, dabei variabel geplant, da sich die genaue Anzahl der jeweiligen Behälterart erst im Zuge der Rückholung der MAW – Gebinde ergibt, mit einer Stärke von ca. 0,6 m,
- Wandaufbau mit einer wirksamen Abschirmstärke des Betons von ca. 0,6 m,
- Dachaufbau mit einer wirksamen Abschirmstärke des Betons von ca. 0,2 m,
- Gleis- und Straßenanschluss,
- Krananlage.

Die Halle muss bei der Lagerung von MOSAIK– Behältern und UVBA nicht zwingend mit einer Krananlage ausgerüstet werden. Der Transport kann dann mittels eines Flurförderfahrzeuges erfolgen.

Werden Konradcontainer Typ IV eingelagert, müssen diese zur Minimierung der benötigten Fläche gestapelt werden. Damit wird eine Krananlage notwendig, die die maximale Masse der Container zuzüglich der Containertraverse und damit ca. 25 Mg Traglast besitzt.

Weiterhin sind Tor und Türen, Beleuchtung und elektrische Anschlüsse, eine Beheizung der Halle, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Regenentwässerung, Brandschutz- und Feuerlöscheinrichtungen und im Eingangsbereich eine Schleuse, zumindest aber ein radiologischer Kontrollplatz mit Strahlenschutzmessgeräten (Hand/Fußmonitor und Kontamaten) vorzusehen.

Es ist von einer Transportbereitstellung zumindest eines Teiles der MOSAIK- Behälter von mehr als 3 Jahren auszugehen. Damit ist an diesen Behältern vor dem Ab-



transport in das Endlager eine WKP durchzuführen. Nach dem aktuellen Zulassungsschein D/2060/B(U)-85, Rev. 11 für den MOSAIK II-15 ist dann die WKP 01 oder entsprechend der Einstufung der TBH die WKP 03 durchzuführen. Der WKP Plan WKP 600.0000-01, aktuell in der Rev. 6 ist der "Plan für wiederkehrende Prüfungen an einem zulassungspflichtigen MOSAIK – Behälter gemäß TRV 006 nach 15 Transporten oder spätestens nach 3 Jahren", der WKP- Plan WKP 600.0000-03, Rev.9 ist der "Plan für wiederkehrende Prüfungen an einem zulassungspflichtigen MOSAIK – Behälter gemäß TRV 006 vor Transport aus einer kerntechnischen Anlage, aber frühestens 3 Jahre nach der letzten WKP bzw. der Prüfung vor Inbetriebnahme".

Von besonderer Bedeutung für die Planung und vor allem für den Genehmigungsaufwand der TBH ist dabei, dass in jedem Fall eine Dichtheitsprüfung der Behälter durchzuführen ist. Da hierfür der Behälter zu öffnen und der Dichtungszwischenraum zu evakuieren ist, wird für einen Teil der Halle eine bauliche Abgrenzung und ein wesentlich größerer anlagentechnischer Aufwand notwendig. Dieser umfasst zumindest gesonderte Hebezeuge, Lüftungstechnische Anlagen, die Raum- und Emissionsüberwachung sowie Ersatz- und Notstromversorgung.

Eine Alternative hierzu ist der Abschluss einer Sondervereinbarung zum Entfall der WKP an den MOSAIK- Behältern vor Beginn der Planungen zur Transportbereitstellung.

Eine zweite Alternative ist die Durchführung der WKP an den MOSAIK – Behältern an einem für diese Arbeiten ausgerüsteten Standort.

Als dritte Alternative kann die Transportbereitstellung aller Gebinde auf wenige Tage begrenzt auf dem Gleis der Anlage bzw. auf LKW im Betriebsgelände erfolgen, wenn anschließend eine Zwischenlagerung der Behälter an einem externen Standort vorgesehen wird. Hierfür kommen z.B. die HDB, das Abfalllager Gorleben (ALG) und das Zwischenlager Nord (ZLN) in Frage.

Auch Mischvarianten der Transportbereitstellung, UVBA am Standort der Asse, MOSAIK – Behälter an einem externen Standort, Konradcontainer sowohl am Standort der Asse, als auch an einem externen Standort, sind vorstellbar.

In Hinsicht auf die Ermittlung der abdeckenden Kosten wird für die weiteren Betrachtungen eine Halle mit ca. 1200 m<sup>2</sup> bis 1400 m<sup>2</sup> in Ständerbauweise entsprechend der o.g. Anforderungen berücksichtigt.

Abhängig von der Lage der Halle, der Bodenbeschaffenheit, der Bauausführung und -optimierung sowie weiterer Randbedingungen können die zu wählende Bauform und der Aufbau abweichen.

## 7. Endlagerung

Für die Endlagerung der MAW- Gebinde in den ausgewählten Behältern ergeben sich nach den Endlagerungsbedingungen Konrad folgende Randbedingungen:

### MOSAIK – Behälter:

Die Dosisleistungsgrenzwerte werden bei Einhaltung der Bedingungen zur Verwendung der MOSAIK- Behälter unter 2.6 eingehalten.

Der KBS- Gehalt wird eingehalten, wenn die Randbedingung unter 2. im Kapitel C) gilt, dass die Gebinde in der MAW – Kammer als Charge berücksichtigt werden und die Nuklidzusammensetzung in der MAW – Kammer als gleichverteilt über alle Gebinde angenommen wird.

Aus dem Aktivitätsinventar ergeben sich für die Einhaltung der Garantiewerte nach /13/ dass,

- der 1%-Wert des Störfallgrenzwertes von einigen Nukliden überschritten wird,
- der 1%-Wert des Grenzwertes der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins ebenfalls von einigen Nukliden überschritten wird, eine radiale Verdünnung der Stapelreihe ist notwendig,
- der 1%-Wert des Kritikalitätsgrenzwertes von einigen Nukliden überschritten wird, eine radiale Verdünnung der Stapelreihe ist notwendig.

### UVBA:

Die Dosisleistungsgrenzwerte werden bei Einhaltung der Bedingungen zur Verwendung der UVBA unter 2.6 eingehalten.

Der KBS- Gehalt wird unter den vorgenannten Bedingungen (siehe zu MOSAIK – Behälter) eingehalten.

Für die Einhaltung der Garantiewerte ergibt sich, dass

- der 1%-Wert des Störfallgrenzwertes von einigen Nukliden überschritten wird.

### Konradcontainer Typ IV:

Die Dosisleistungsgrenzwerte werden bei Einhaltung der Bedingungen zur Verwendung der UVBA unter 2.6 eingehalten.

Der KBS- Gehalt wird unter den vorgenannten Bedingungen (siehe zu MOSAIK – Behälter) eingehalten.

Für die Einhaltung der Garantiewerte ergibt sich, dass

- der 1%-Wert des Störfallgrenzwertes von einigen Nukliden überschritten wird,
- der 1%-Wert des Kritikalitätsgrenzwertes von einigen Nukliden überschritten wird, eine radiale Verdünnung der Stapelreihe ist notwendig.

## **8. Entsorgung der Sekundärreststoffe**

Die Ausrüstungen und das Zubehör zur Rückholung der MAW – Abfälle werden nach Abschluss der Arbeiten soweit notwendig dekontaminiert, den Abmessungen und der Traglast der Hauptförderanlage entsprechend demontiert bzw. zerlegt und Übertage verbracht.

Mit folgenden sekundären Reststoffen wird gerechnet:

- technische Einrichtungen und verfahrenssicherstellende Anlagen,
- Filter aus Lüftungsanlagen und Hydraulikanlagen,
- Strahlenschutzverbrauchsmittel,
- Betriebs- und Verbrauchsmittel (z. B. Öle, Schmierstoffe, Schneidwerkzeuge, Reinigungsmittel, Arbeitsschutzmittel),
- Kleinteile, die in Paletten und Boxen transportiert werden.

In der Variante 1 werden ca. 360 Mg und in der Variante 2 ca. 330 Mg Sekundärreststoffe anfallen.

Der überwiegende Teil der Sekundärreststoffe besteht aus C-Stahl und austenitischen Stählen.

In unmittelbarer Nähe der Hauptförderanlage werden die Ausrüstungen und das Zubehör in 20' - Container verladen und der Freimessung z.B. bei der HDB zugeführt.

Hierzu wird von der Hauptförderanlage bis zu diesem Bereich und um den Bereich herum ein temporärer Kontrollbereich eingerichtet.

Es wird dabei nur ein vernachlässigbarer Anteil an radioaktivem Abfall anfallen.

## **9. Dokumentation und Nachweisführung**

Alle aufgenommenen Daten zu den MAW – Gebinden und den Sekundärreststoffen sowie alle Entsorgungsschritte werden erfasst und dokumentiert. Hierfür wird ein Reststoff-Verfolgungs- und Kontrollsystem (ReVK) genutzt.

Aus den Daten wird die Begleit- und die Endlagerdokumentation der verpackten MAW – Gebinde erstellt und es wird die Konditionierung, die Freimessung, die Freigabe und die Verwertung bzw. die Entsorgung der Sekundärreststoffe dokumentiert.

Damit erfolgt der kontinuierliche Nachweis über den Verbleib der erzeugten Reststoff- oder Abfallgebände.

Alle Transportbewegungen der Gebinde werden erfasst und jederzeit abrufbar gespeichert. Die transportrelevanten Daten werden verwaltet und die Gebinde für den Transport freigegeben.

Die Lagerverwaltung der Gebinde erfolgt ebenfalls über das ReVK. Dabei kann über die Konfigurationsroutine des ReVK jedes beliebige Lagervolumen als eigenständiges Lager definiert werden.

Das Programm verwaltet außerdem die vorhandenen Ressourcen der leeren Behälter und Abschirmungen.

Die Auswertung aller im ReVK erfassten Daten kann in Form von Berichten oder Tabellen erfolgen. Über das Selektionsmodul können Art und Umfang der gesuchten Daten zusammengestellt werden.

## F) Zeit- und Aufwandschätzung

### Normaler Verfahrensablauf

Der Aufwandschätzung liegt der Ansatz der Abläufe nach Anlage 7 zugrunde. Das Genehmigungsverfahren mit der Erstellung der Antragsunterlagen insbesondere dem variantenfreien Realisierungskonzept, dem Sicherheitsbericht und den erläuternden technischen Berichten sowie der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die Prüfung durch die Gutachter und die Erteilung der Genehmigung wird mit ca. 31 Monaten veranschlagt.

Mit dem Vorliegen eines vorläufigen positiven Gesamturteils nach ca. 11 der 18 Monate währenden Begutachtung können die Arbeiten an den Aufgabenstellungen (AST) zur Konstruktion und Fertigung der Ausrüstungen begonnen werden. Hierfür werden ca. 7 Monate veranschlagt. Hinweise der Gutachter und Behörden im Genehmigungsverfahren werden laufend eingearbeitet. Damit kann sofort nach Abschluss der Prüfung der Antragsunterlagen mit der Ausschreibung der Leistungen begonnen werden. Die Ausschreibung erfolgt in verschiedenen Losen, z.B.

- Los 1 Schwere Manipulatorfahrzeuge,
- Los 2 Hubvorrichtung von 511m auf 490m mit Lastaufnahmeeinrichtung und Abschirmkulisse, Deckelhubvorrichtung für ATB, Hubeinrichtung mit Dreibackengreifer,
- Los 3 Flurförderfahrzeuge,
- Los 4 Anlagen der Leit- und Elektrotechnik und Kontrollbereichseinrichtungen,
- Los 5 Bewetterungsanlage für Abbau 8a und Kontrollbereich mit Nebenanlagen.

Für die Ausschreibung, die Vergabe der Leistungen, die Erarbeitung der Vorprüfunterlagen (VPU), deren Prüfung durch Auftraggeber (AG) und Gutachter, die Fertigung und Montage ist mit einer Dauer von ca. 31 Monaten zu rechnen.

Die Dauer der Arbeiten zur Anpassung des Grubengebäudes wurde durch HGMU abgeschätzt. Die Arbeiten ordnen sich in den Ablauf ein.

Bestimmend für den Gesamtaufwand ist der Personalaufwand für die Handhabung der MAW – Abfälle bis zur Abfertigung der MOSAIK – Behälter bzw. UVBA. Dabei wird ein ununterbrochenes 4 – Schichtsystem mit 2 Schichtbesetzungen zu 6 Arbeitskräften (AK) pro Schicht vorausgesetzt und es wird eingeschätzt, dass sich durchschnittlich 5 MAW- Gebinde pro Tag verpacken lassen, womit einschließlich der Interventionszeiten mindestens 265 Tage für die Rückholung und Verpackung der MAW – Gebinde benötigt würden. Damit ergeben sich ca. 36 Mannjahre im ununterbrochenen Dreischichtsystem. Die Gesamtdauer der direkten Arbeiten zur Rückholung der MAW – Gebinde wird aufgrund sonstiger bergmännischer Tätigkeiten sowie Mess- und Prüfaufwendungen mit ca. 300 Tagen veranschlagt.

Hierzu kommen die Aufwendungen, die in der Genehmigungs- und Bauphase der TBH anfallen. Der Betrieb der TBH, die WKP der MOSAIK- Behälter, die Abfertigung und die Transportzusammenstellung für das Endlager werden ebenfalls berücksichtigt.

Aufgabenumfang	Dauer in Monaten	Anzahl der AK	Aufwand in Mannjahren
Planung, Erstellung AST, Ausschreibung, Vergabe Ausrüstungen, Prüfung der VPU und Fertigungsbegleitung	27	2 - 4	7,5
Genehmigungseinholung zur Rückholung	31	2 - 4	7,5
Planung, Genehmigungseinholung, Koordinierung der Errichtung der TBH	33	1 - 3	4
Montage/ Demontage der Einrichtungen, Vorbereitung der Rückholung der MAW - Gebinde	7	5 - 10	5
Handhabung der MAW - Gebinde, Verpackung, Abfertigung der Behälter, interner Transport, Interventionen, Wartung, Prüfung, Dokumentation	9	48	36
Einlagerung in der TBH, Lagerung, Auslagerung aus der TBH	30	0,1 - 2	4
WKP der MOSAIK – Behälter	abhängig von Anzahl	2.. x	26 <i>theor. Maximum</i>
Transportabfertigung zur Konditionierung	zyklisch	2	1,5
Transportabfertigung zur Endlagerung	zyklisch	2	1,5

Tabelle F-1: Aufwand der Aufgabenumfänge

Damit ergibt sich ein Aufwand zwischen 60 und 80 Mannjahren für die Rückholung der MAW – Abfälle in Abhängigkeit von der Art und der Anzahl der zu beladenden und zu handhabenden Behälter, der Anzahl der zur Konditionierung zu verbringenden Gebinde und der Anzahl der WKP der MOSAIK – Behälter. Die Transportbereitstellung am Standort wurde berücksichtigt.

### Sofortmaßnahme

Der Ablauf verkürzt sich um ca. 16 Monate (siehe Anlage 8) und der Aufwand verringert sich um ca. 6 Mannjahre. Statt der vollständigen Antragsunterlagen wird eine technische Beschreibung und Qualitätssicherungsspezifikation für die Ausrüstungen erstellt und von den Gutachtern geprüft. Nach der Aufsichtlichen Anordnung kann sofort mit der Erarbeitung der Aufgabenstellungen begonnen werden.

Die weiteren Abläufe unterscheiden sich nicht von denen der Variante mit Genehmigung.

Das Genehmigungsverfahren für die TBH kann bei wesentlichen Verzügen den Gesamtablauf verzögern. Ein Verzicht auf das Genehmigungsverfahren für die TBH und die Aufnahme der Transportbereitstellung in die Aufsichtliche Anordnung wäre zu prüfen.

Auch bei einer Rückholung der MAW – Gebinde als Sofortmaßnahme kann infolge der nicht vorhandenen Informationen über den Zustand der MAW- Gebinde und der hier nicht berücksichtigten bergtechnischen Aspekte nicht ausgeschlossen werden, dass die Rückholung der MAW- Gebinde über 2014 hinaus andauern kann.

Der Aufwand für die Produktkontrolle der MAW- Abfälle wurde aufgrund des noch zu klärenden Umfangs nicht berücksichtigt.

## **G) Radiologische Konsequenzen einer Rückholung**

### **1. Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung**

#### **1.1 Ableitungen mit den Abwettern im bestimmungsgemäßen Betrieb**

Durch die Handhabung der Fässer bei der Rückholung aus der MAW-Kammer können an Partikel gebundene radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Der bestimmungsgemäße Betrieb der Rückholung umfasst auch Störungen. Die im Hinblick auf die Freisetzung radioaktiver Stoffe maßgebliche Störung ist der Absturz eines Fasses vom Dreibackengreifer (Variante 1) oder dem Greifer des Manipulatorfahrzeugs (Variante 2). Es ist nicht auszuschließen, dass das auf den Fasskegel stürzende Fass weitere Fässer ins Rollen bringt. Diese Fässer können dabei zerstört und radioaktive Partikel freigesetzt werden. Die in die MAW-Kammer freigesetzten radioaktiven Partikel werden von der zusätzlichen Abwetteranlage (ZAWA) erfasst und passieren die Filtereinheit. Die Filtereinheit besteht aus zwei hintereinander geschalteten Filtern mit einem Abscheidegrad von jeweils 99,95%. Somit gelangt ein Anteil von  $2,5E-7$  der freigesetzten radioaktiven Partikel in die Schachtabwetter und wird über den Diffusor der Schachanlage Asse 2 in die Umgebung abgegeben.

Der Ermittlung der Freisetzung radioaktiver Partikel in die MAW-Kammer liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Die Wahrscheinlichkeit für den Absturz eines Fasses liegt bei 0,1 bis 1% pro Jahr. Angesetzt wird der Absturz von 13 Fässern entsprechend 1% aller Fässer.
- Beim Aufprallen eines abgestürzten Fasses werden jeweils 10 weitere Fässer ins Rollen gebracht.
- Das Fass stürzt aus einer Höhe von 21 m entsprechend der max. möglichen Höhe bei der Variante 1 ab.
- Die rollenden Fässer erreichen eine Aufprallgeschwindigkeit von bis zu 35 km/h.

Zur Bestimmung der Freisetzungsteile wird die Transportstudie Konrad /6/ herangezogen. Darin wurde das Freisetzungverhalten von Feststoffen aus Abfallgebinden untersucht. Es wurden 8 Abfallgebindegruppen (AGG) unterschieden. Die Abfallgebindegruppen mit Stahlblechcontainern liefern höhere Freisetzungsteile als bei Beton- oder Gussbehältern. Von den AGG mit Stahlblechcontainern kommen prinzipiell die AGG 1 „Bituminierte Abfälle“, AGG 3 „Metallische Abfälle“ und AGG 5 „Zementfixierte Abfälle“ in Frage. Die Freisetzungsteile (s. Tabelle G 1.1-2) der AGG 3 liegen ein bis zwei Größenordnungen niedriger als die der AGG 1 und der AGG 5. Die Freisetzungsteile der AGG 1 liegen bei rein mechanischer Beaufschlagung geringfügig bis etwa eine Größenordnung höher als die der AGG 5. Es werden daher konservativ für unsere Berechnungen die Freisetzungsteile der AGG 1 herangezogen. Die Freisetzungsteile werden für verschiedene Belastungsklassen angegeben. Die Belastungsklassen bei rein mechanischer Beanspruchung werden nach folgenden Geschwindigkeitsbereichen unterschieden:

Belastungsklasse	Geschwindigkeitsbereich km/h
BK 1	0 bis 35
BK 4	36 bis 80
BK 7	> 80

Tabelle G 1.1-1: Belastungsklassen nach der Transportstudie Konrad /6/

In der Transportstudie Konrad bezieht sich die Geschwindigkeit auf die Fahr- geschwindigkeit des Transportfahrzeugs. Im vorliegenden Fall wird die Aufprallge- schwindigkeit des Fasses herangezogen um die Belastungsklasse festzulegen. Ein im freien Fall abstürzendes Fass würde ohne Berücksichtigung des Luftwiderstands bei einer Fallhöhe von knapp 5 m eine Geschwindigkeit von 35 km/h erreichen. Bei einer Fallhöhe von 21 m, die im vorliegenden Fall die maximale Fallhöhe darstellt, beträgt die Aufprallgeschwindigkeit 73 km/h. Das vom Greifer abstürzende Fass ist damit der BK 4 zuzuordnen.

Die ins Rollen gebrachten Fässer haben eine deutlich geringere Geschwindigkeit, da sie sich nicht im freien Fall bewegen. Sie werden der BK 1 zugeordnet.

In der Transportstudie Konrad werden Freisetzungsteile für Partikel mit einem ae- rodynamisch äquivalentem Durchmesser (AED) von < 10 µm (lungengängig) und 10 bis 70 µm angegeben. Partikel mit einem AED > 70 µm sind nicht relevant, da sie sich sehr schnell an Boden, Wänden und Strukturen ablagern.

Die Freisetzungsteile sind in Tabelle G 1.1-2 dargestellt.

AED*	BK 1		BK 4	
	0-10 µm	10-70 µm	0-10 µm	10-70 µm
AGG1	8,90E-05	1,80E-04	1,80E-03	3,50E-03
AGG3	8,90E-07	1,80E-06	1,80E-05	3,50E-05
AGG5	6,50E-05	1,90E-04	1,10E-04	2,40E-03

\* aerodynamisch äquivalenter Durchmesser

Tabelle G 1.1-2: Freisetzungsteile nach der Transportstudie Konrad /6/

Die Randbedingungen zur Ermittlung der Freisetzungsteile in der Transportstudie Konrad /6/ sind nicht identisch mit der hier untersuchten Situation. Insbesondere be- findet sich im Modell der Transportstudie Konrad der Abfall in einem zugelassenen Transportbehälter. Dennoch haben Vergleiche mit einer weiteren Untersuchung zu Freisetzungen aus Abfallgebinden /16/ gezeigt, dass die hier zu Grunde gelegten Freisetzungsteile aus der Transportstudie Konrad /6/ höhere Werte ergaben, ob- gleich in /16/ keine freisetzungsmindernde Wirkung der Abfallbehälter berücksichtigt wird. Die Ergebnisse aus /6/ können daher konservativ für unsere Berechnungen herangezogen werden.

Zur Bestimmung des Nuklidinventars der eingelagerten Fässer wird der Bericht „Be- stimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse“ /2/

zugrunde gelegt. In /2/ ist ein konservatives Gesamtinventar für die in der MAW-Kammer eingelagerten Fässer aufgeführt (Tab. 5.1 und 5.2 aus /2/). Die Aktivitäten der Nuklide Co-60, Ni-63, Sr-90, Cs-137 und Pu-241 betragen 99,2% ( $3,88E+15$  Bq) der gesamten  $\beta$  und  $\gamma$  Aktivitäten von  $3,91E+15$  Bq. Aus dem Gesamtinventar kann ein mittleres Aktivitätsinventar pro Gebinde berechnet werden. Die Anzahl der Gebinde wurde konservativ mit 1293 angenommen. Dies entspricht der Anzahl der MAW Gebinde. Da über die 8 LAW Gebinde nichts bekannt ist, wurden sie bei der Mittelwertbildung konservativ nicht berücksichtigt.

Das nuklidspezifische Gesamtinventar der MAW-Kammer zu den Stichtagen 1.1.1980 und 1.1.2009 sowie das daraus errechnete mittlere nuklidspezifische Inventar eines Fasses zum Stichtag 1.1.2009 sind in Tabelle G 1.1-3 dargestellt.

Nuklid	Stichtag 01.01.1980 Gesamtinventar		Stichtag 01.01.2009 Gesamtinventar		Stichtag 01.01.2009 Mittelwert pro Fass
	[Bq]	[%]	[Bq]	[%]	[Bq]
Co-60	$2,37E+15$	61	$5,23E+13$	5	$4,05E+10$
Ni-63	$7,88E+14$	20	$6,45E+14$	63	$4,98E+11$
Sr-90	$2,43E+14$	6	$1,20E+14$	12	$9,28E+10$
Cs-137	$3,45E+14$	9	$1,77E+14$	17	$1,37E+11$
Pu-241	$1,29E+14$	3	$3,19E+13$	3	$2,47E+10$
Summe	$3,88E+15$	100	$1,03E+15$	100	$7,94E+11$

Tabelle G 1.1-3: Mittleres Inventar ( $\beta$  und  $\gamma$  Aktivitäten) eines Gebindes unter Verwendung der Bestimmung des Gesamtinventars der MAW aus /2/

Für die  $\alpha$ -Aktivität wurde eine eigene Betrachtung durchgeführt. Die  $\alpha$ -Gesamtaktivität wurde für den Zeitpunkt 01.01.2009 aus dem vorgegebenen Nuklidvektor /2/ berechnet (s. Tabelle G 1.1-4). Unter Berücksichtigung der Anzahl der Fässer kann daraus ein mittleres Inventar berechnet werden, das dann zur Vereinfachung der Rechnung insgesamt als Pu-239 angesetzt wird. Für ein Gebinde ergibt sich damit ein mittleres Inventar von  $9E+09$  Bq Pu-239. Diese Vorgehensweise ist konservativ, da sich innerhalb des Nuklidvektors der  $\alpha$ -Aktivität die höchsten Dosiswerte für Pu-239 ergeben.



Nuklid	Stichtag	Halbwertszeit	Stichtag
	01.01.1980		01.01.2009
	[Bq]	[a]	[Bq]
Ra-226	1,81E+02	1600	1,79E+02
Th-232	1,18E+07	1,41E+10	1,18E+07
Pa-231	1,10E+05	3,28E+04	1,10E+05
U-232	5,20E+07	70	3,90E+07
U-233	2,36E+09	1,59E+05	2,36E+09
U-234	4,75E+09	2,45E+05	4,75E+09
U-235	1,88E+08	7,04E+08	1,88E+08
U-236	7,72E+08	2,34E+07	7,72E+08
U-238	1,85E+09	4,47E+09	1,85E+09
Np-237	1,04E+09	2,14E+06	1,04E+09
Pu-238	1,53E+12	87,74	1,22E+12
Pu-239	1,05E+12	2,41E+04	1,05E+12
Pu-240	1,02E+12	6550	1,02E+12
Pu-242	1,76E+09	3,76E+05	1,76E+09
Pu-244	1,20E+02	8,26E+07	1,20E+02
Am-241	4,60E+12	432,6	7,53E+12
Am-243	3,98E+10	28,5	1,97E+10
Cm-243	2,85E+10	28,5	1,41E+10
Cm-244	2,50E+12	18,11	8,24E+11
Cm-245	2,18E+08	8500	2,17E+08
Cm-246	2,49E+08	4730	2,48E+08
Cf-249	2,31E+03	350,6	2,18E+03
Summe	1,08E+13		1,17E+13

Tabelle G 1.1-4: Bestimmung der  $\alpha$ -Aktivität eines Gebindes aus den Angaben in /2/

Es ergeben sich die in der Tabelle G 1.1-5 dargestellten Freisetzungen in die MAW-Kammer.

	AGG1			
	BK4		BK1	
AED	0-10 µm	10-70 µm	0-10 µm	10-70 µm
Nuklid	Bq/a	Bq/a	Bq/a	Bq/a
Co-60	9,47E+08	1,84E+09	4,68E+08	9,47E+08
Ni-63	1,17E+10	2,27E+10	5,77E+09	1,17E+10
Sr-90	2,17E+09	4,22E+09	1,07E+09	2,17E+09
Cs-137	3,21E+09	6,24E+09	1,59E+09	3,21E+09
Pu-241	5,78E+08	1,12E+09	2,86E+08	5,78E+08
<b>Summe β/γ</b>	<b>1,86E+10</b>	<b>3,61E+10</b>	<b>9,18E+09</b>	<b>1,86E+10</b>
Pu-239	2,11E+08	4,10E+08	1,04E+08	2,11E+08

\* aerodynamisch äquivalenter Durchmesser

Tabelle G 1.1-5: Freisetzungen in die MAW-Kammer

Unter Berücksichtigung des Filterabscheidegrades ergeben sich die in Tabelle G 1.1-6 zusammengestellten Freisetzungen in die Abwetter der Schachanlage, die den Ableitungen in die Umgebung entsprechen. Für die Ausbreitungs- und Dosisberechnung wird konservativ angenommen, dass die abgeleiteten Partikel einen AED von < 10 µm haben.

	Ableitungen mit den Abwettern
Nuklid	Bq/a
Co-60	1,05E+03
Ni-63	1,29E+04
Sr-90	2,41E+03
Cs-137	3,56E+03
Pu-241	6,41E+02
<b>Summe β/γ</b>	<b>2,06E+04</b>
Pu-239	2,34E+02

Tabelle G 1.1-6: Ableitungen radioaktiver Partikel mit den Abwettern aus Schacht 2

Die Ableitung in die Umgebung erfolgt über den Diffusor neben der Schachthalle. Der Diffusor hat nach Angaben in der Studie /9/ eine Höhe von 11 m über Grund. Die Ausbreitung wird von den umliegenden Gebäuden - insbesondere der Schachthalle - und der Orografie beeinflusst. Die kürzeste Entfernung zwischen Diffusor und dem Zaun des Betriebsgeländes beträgt rund 50 m in nordöstlicher Richtung.

Zusätzlich zu den Ableitungen im Rückholbetrieb sind die tatsächlichen Ableitungen des derzeitigen Betriebs der Schachanlage Asse zu berücksichtigen.

Die Strahlenexposition in der Umgebung durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus der Schachanlage Asse wurden in der Studie /9/ auf Basis der Ableitungen des Jahres 2000 berechnet. Die tatsächlichen Ableitungen einiger Jahre sind in der Tabelle G 1.1-7 dargestellt. Sie wurden für das Jahr 2000 der Studie /9/ und für die Jahre 2003 bis 2006 den Jahresberichten Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachanlage Asse /8/ entnommen.

Jahr	2000	2003	2004	2005	2006	Mittelwert
Nuklid	Bq/a	Bq/a	Bq/a	Bq/a	Bq/a	Bq/a
H-3	5,5E+10	4,1E+10	4,0E+10	4,7E+10	4,1E+10	4,48E+10
C-14	8,0E+08	1,3E+09	1,0E+09	1,0E+09	7,0E+08	9,60E+08
Pb-210	1,6E+06	9,6E+05	7,0E+05	1,0E+06	9,0E+05	1,03E+06
Rn-222	8,4E+10	8,7E+10	8,8E+10	9,4E+10	9,2E+10	8,90E+10
Rn-222-Fp	4,2E+10	4,3E+10	4,4E+10	4,7E+10	4,6E+10	4,50E+10*

\* ohne das Jahr 2000

Rn-222-FP: Rn-222 im Gleichgewicht mit seinen kurzlebigen Folgeprodukten

Tabelle G 1.1-7: Bisherige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht 2 einiger Jahre

Die Tabelle G 1.1-7 zeigt, dass die Ableitungen der einzelnen Radionuklide in den dargestellten Jahren wenig schwanken.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnung an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (am Zaun des Betriebsgeländes 50 m nordöstlich des Diffusors) für alle Altersgruppen - jeweils effektive Dosis und die höchste Organdosis (absolut und relativ im Hinblick auf die Ausschöpfung der Organdosisgrenzwerte des § 47 StrlSchV) - dargestellt.

Dosis	effektiv	höchste Organdosis (relativ* zum Organ- dosisgrenzwert)	höchste Organdosis (absolut)
Altersgruppe	µSv/a	µSv/a	µSv/a
≤ 1a	13	31 rotes Knochenmark	83 Knochenoberfläche
> 1 bis ≤ 2 a	10	22 rotes Knochenmark	56 Knochenoberfläche
> 2 bis ≤ 7 a	9,8	19 rotes Knochenmark	72 Knochenoberfläche
> 7 bis ≤ 12 a	9,6	110 Knochenoberfläche	110 Knochenoberfläche
> 12 bis ≤ 17 a	9,4	180 Knochenoberfläche	180 Knochenoberfläche
> 17 a	6,1	56 Knochenoberfläche	56 Knochenoberfläche

\* im Hinblick auf die Ausschöpfung der Organdosisgrenzwerte des § 47 StrlSchV

Tabelle G 1.1-8: Strahlenexposition durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht 2 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle

Die höchste effektive Dosis beträgt 13 µSv/a für die Altersgruppe der Kinder unter einem Jahr. Die höchste Organdosis beträgt 180 µSv/a für die Knochenoberfläche der Kinder zwischen 12 und 17 Jahren.

Zur Ermittlung der durch die Ableitungen mögliche Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage werden die Programme EXPO47 /17/ und BSAVVL /18/ eingesetzt. Der Gebäude- und Geländeeinfluss wird pauschal berücksichtigt durch ein Herabsetzen der Emissionshöhe auf 2 m über Grund. Eine mögliche Überhöhung der Abluffahne wird konservativ außer Acht gelassen. Die Freisetzung der radioaktiven Partikel erfolgt nicht gleichmäßig sondern stark diskontinuierlich innerhalb der für den Zeitraum von maximal einem Jahr geplanten Rückholung. In diesem Fall sind nach dem Entwurf der AVV /7/ zu § 47 StrlSchV Kurzzeitausbreitungsfaktoren anzuwenden. Es wird konservativ unterstellt, dass die gesamte Freisetzung innerhalb einer Stunde erfolgt und die Ausbreitungsbedingungen sich in dieser Zeit nicht ändern. Es werden keine Restriktionen bezüglich der Aufenthaltsdauer und der Ingestion unterstellt. Die ungünstigste Einwirkungsstelle befindet sich in diesem Fall am Zaun des Betriebsgeländes 50 m nordöstlich des Diffusors (kürzeste Entfernung). Zwar ist das den Berechnungen zugrundeliegende Ausbreitungsmodell (Gauß-Fahnenmodell) für Entfernungen unter 100 m nicht validiert, es wird jedoch zur Abschätzung der Strahlenexposition in 50 m Entfernung herangezogen, da auch die Strahlenexposition durch die tatsächlichen Ableitungen im derzeitigen Betrieb der Asse für diese Einwirkungsstelle berechnet wurden (s. Studie /9/). Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass eine effektive Dosis an der ungünstigsten Einwirkungsstelle für alle Altersgruppen von weniger als 1 µSv/a zu erwarten ist. Die höchsten Organdosen sind für die Knochenoberfläche und das rote Knochenmark im Bereich von wenigen µSv/a zu erwarten.

In Summe beträgt die ermittelte Strahlenexposition durch den bisherigen Betrieb der Schachanlage und die Rückholung der Abfälle aus der MAW-Kammer weniger als 14  $\mu\text{Sv/a}$  (effektive Dosis). Die höchste Organdosis beträgt weniger als 190  $\mu\text{Sv/a}$ . Die Grenzwerte des § 47 (1) StrlSchV von 0,3 mSv/a für die effektive Dosis und von 1,8 mSv/a für die Knochenoberfläche sowie alle weiteren Organdosisgrenzwerte werden unterschritten. Die durch die Rückholung der MAW-Abfälle konservativ zu erwartende Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Partikel mit den Abwettern wird die Strahlenexposition durch den normalen Schachtbetrieb über diesen Pfad nicht signifikant erhöhen.

## 1.2 Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle

Es ist geplant, die Transportgebände bis zur Verbringung ins Endlager Konrad in einer Transportbereitstellungshalle vor Ort zu puffern. Die Lage der Halle auf oder in der Nähe des Betriebsgeländes steht noch nicht fest. Für die Unterbringung der Gebände sind Bereiche für die einzelnen Behältertypen vorgesehen:

- Konradcontainer Typ IV, 5fach gestapelt
- UVBA, 3fach gestapelt
- MOSAIK-Behälter, 2fach gestapelt.

Die Halle hat eine Länge von ca. 37 m und eine Breite von ca. 30 m.

Die Dosisleistung eines Gebäudes ist auf 100  $\mu\text{Sv/h}$  in 1 m Abstand begrenzt.

Wir haben die mögliche Strahlenexposition durch die Direktstrahlung der in der Transportbereitstellungshalle gepufferten Gebäude mit Hilfe des Programms MicroShield /19/ berechnet. Den Berechnungen haben wir die für die Direktstrahlung abdeckende Konstellation der Aufstellung der Gebäude zu Grunde gelegt. Dies ist die Aufstellung von Betonbehältern Typ II - mit einem Durchmesser von 1,06 m und einer Höhe von rund 1,5 m - 3fach gestapelt entlang der Hallenwand. Den Abstand der Gebäudereihe zur Hallenwand haben wir mit 0,3 m angesetzt. Die Außenwände der Halle sind aus Beton und 0,7 m dick. Die Abschirmwirkung der einzelnen Fassreihen haben wir konservativ vernachlässigt. Die berechnete Dosisleistung in einem Meter Abstand von der Außenwand der Halle beträgt ca. 0,1  $\mu\text{Sv/h}$ . Bei unterstelltem Daueraufenthalt (8760 Stunden im Jahr) einer Einzelperson der Bevölkerung in einem Meter Abstand zur Transportbereitstellungshalle würde die Dosis durch die Direktstrahlung weniger als 0,88 mSv/a betragen.

### **1.3 Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung**

Abschließend ist zu untersuchen, ob der in § 46 (1) StrlSchV für Einzelpersonen der Bevölkerung vorgegebene Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv pro Jahr eingehalten wird. Gemäß § 46 (3) StrlSchV gilt dieser Grenzwert außerhalb des Betriebsgeländes für die Summe der Strahlenexpositionen aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Die für die Strahlenexposition aus der Direktstrahlung maßgebenden Aufenthaltszeiten richten sich nach den räumlichen Gegebenheiten des Standortes; liegen keine begründeten Angaben für die Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen.

Der Standort für die Transportbereitstellungshalle steht noch nicht fest. Wir unterstellen konservativ, dass die Strahlenexpositionen aus der Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle (s. Abschnitt G 1.2) und den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern (s. Abschnitt G 1.1) sich vollständig addieren. Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Wasser erfolgen im bisherigen Betrieb nicht und sind für den Rückholbetrieb nicht geplant. Die Summe der ermittelten effektiven Dosis beträgt demnach weniger als 0,9 mSv/a. Der Grenzwert des § 46 (1) StrlSchV von 1 mSv/a für die effektive Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung wird unterschritten.

Bei unterstellter Ausschöpfung der in § 47 (1) StrlSchV auf jeweils 0,3 mSv/a begrenzten effektiven Dosis durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft oder dem Wasser dürfte die Strahlenexposition durch die Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle weniger als 0,4 mSv/a betragen, damit der Dosisgrenzwert des § 46 (1) StrlSchV unterschritten wird. Dies wäre dann durch eine Vergrößerung des frei zugänglichen Bereichs um die Transportbereitstellungshalle (z.B. Einzäunung der Halle) und/oder zusätzliche Abschirmungen innerhalb der Transportbereitstellungshalle zu erreichen. Bei einem Zaunabstand von etwa 10 m zu den Hallenwänden würde bei Daueraufenthalt unter den konservativen Randbedingungen unserer Dosisberechnungen die Dosis durch die Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle weniger als 0,4 mSv/a betragen. Durch einen noch größeren Abstand, aber auch durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen und ein geeignetes Einlagerungsmanagement lässt sich diese Dosis noch weiter deutlich reduzieren.

## **2. Betrachtung der Individual- und Kollektivdosis des Personals**

### **2.1 Einleitung**

Für die Rückholung der Abfälle mittlerer Aktivität (MAW) aus der Schachanlage Asse soll eine Abschätzung der Strahlenexposition über die gesamte Kette der anfallenden Arbeiten<sup>1</sup> erfolgen. Dies entspricht den Anforderungen der IWRs II /12/. Außerdem lässt sich so ermitteln, ob dem § 6 StrlSchV /3/ (Erfordernisprüfung der Dosis für das Personal) entsprochen werden kann. Des Weiteren muss untersucht werden, ob bei der Rückholung die Individualdosen unterhalb der in der in § 55 StrlSchV vorgeschriebenen Grenze von 20 mSv/a bleiben. Ob eine Individualdosis, die diesen

---

<sup>1</sup> Entgegen den Definitionen in der Strahlenschutzverordnung soll in diesem Kapitel nicht nach „Tätigkeiten“ und „Arbeiten“ unterschieden werden.

Grenzwert überschreitet, gerechtfertigt wäre, erfolgt über die abschließende Betrachtung zur Rechtfertigung der Rückholung (s. Kap. J).

In unserer Studie haben wir unterstellt, dass die Rückholung innerhalb eines Kalenderjahres abgeschlossen werden kann. Dies ist insbesondere für die Betrachtung der Individualdosen, die bei den Arbeiten unter Tage anfallen, von Bedeutung. Aufgrund des für die Rückholung zur Verfügung stehenden kurzen Zeitraums ist diese Annahme notwendig und wahrscheinlich. Eine Ausnahme davon bildet die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen (WKP) an den MOSAIK-Behältern. Diese sind aus organisatorischen Gründen (s. G 2.4.2) nicht innerhalb eines Kalenderjahres durchführbar.

Für eine detaillierte Analyse der individuellen Dosisbelastung des Personals ist es notwendig, die Tätigkeiten bei der Rückholung möglichst genau zu benennen und die jeweils auftretende Strahlenexposition über die Ortsdosisleistung (ODL) am Ort der Tätigkeit zu bestimmen.

Eine Abschätzung des Personaleinsatzes, der Arbeitszeiten, der zu erwartenden Ortsdosisleistungen und eines Teils der Kollektivdosen hat die EWN in den Kapiteln E und F dargestellt. Wir haben mit Hilfe dieser Daten eine Abschätzung der weiteren Kollektivdosen vorgenommen. Weiterhin stellen wir abdeckende Betrachtungen zu den Individualdosen, die bei den einzelnen Tätigkeiten auftreten können, dar.

Geplant ist, die Arbeiten zur Rückholung unter Tage in vier Schichten durchzuführen. In jeder Schicht sind sechs Personen tätig. Die Tätigkeiten sollen ohne Wochenend- bzw. Feiertagsunterbrechung durchgeführt werden. Dabei ist jede Schicht doppelt besetzt. Jeder Mitarbeiter ist somit an durchschnittlich 3,5 Tagen pro Woche für 6 h unter Tage beschäftigt.

Pro Tag sollen 5 Gebinde abgefertigt werden. Im Schnitt fallen daher pro Schicht 1,25 Gebinde an. Daraus ergibt sich für die Rückholung der Fässer aus der MAW-Kammer bei einer Anzahl von 1301 Fässern eine Dauer der Rückholung von 260 Tagen, somit wird jeder Mitarbeiter ca. 130 Schichten unter Tage sein. Dabei wird unterstellt, dass kein Schichtbetrieb für die Tätigkeiten über Tage erforderlich ist. Für Arbeiten über Tage wird eine Fünf-Tage-Woche bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von 40 h unterstellt. Der Personaleinsatz wird mit zwei Personen angenommen. Für die Betrachtung der Strahlenexposition wurde unterstellt, dass keine Urlaubs- und Krankheitstage anfallen.

Das in den MAW-Fässern eingelagerte radioaktive Inventar ist bekannt. Diese Daten gehen aus der Dokumentation hervor, können jedoch dem jeweiligen Fass nicht sicher zugeordnet werden, da von der Lesbarkeit der individuellen Kennzeichnungen der Fässer kein Kredit mehr genommen werden kann. Dies bedingt, dass das aktuelle Fassinventar (sowohl in radiologischer und chemischer Hinsicht als auch die Form der Verfestigung der Abfälle) nur schwerlich abgeschätzt werden kann und hat zur Folge, dass aus den vorliegenden Daten zum Inventar kein Rückschluss auf den zu verwendenden Abschirm- und Transportbehälter (ATB) gezogen werden kann. Um jedoch eine abdeckende Betrachtung der zu erwartenden Individual- bzw. Kollektivdosen durchführen zu können, müssen zwei Extremwerte für die zu erwartende Dosis gefunden werden. Dabei ist der Einsatz von ATB durch die Abmessungen und die Tragfähigkeit des Förderkorbes limitiert. Unter den zur Verfügung stehenden ATB, die die-

se Bedingungen erfüllen, wurde aus Sicht des Strahlenschutzes der MOSAIK-Behälter als bestmögliche Alternative erkannt. Als Vergleichsmaßstab wurde die Verwendung von ummantelten verlorenen Betonabschirmungen Typ II (UVBA) herangezogen. Diese stellen eine weitere nutzbare Verpackung für die MAW-Fässer dar. Andere potenziell geeignete ATB wurden nicht weiter betrachtet, da sie aufgrund ihrer Abmessungen oder der Anforderungen an die Handhabung für einen Einsatz in der Praxis nicht geeignet waren. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass mit den zur Verfügung stehenden ATB möglicherweise nicht alle eingelagerten Fässer geborgen werden können, da auch Fässer vorhanden sein können, die so starke Beschädigungen aufweisen, dass sie nicht mehr geborgen werden können. Diese Fässer müssten dann unter Tage in der Kammer 8a verbleiben.

In unseren Betrachtungen zur Dosis des Personals sind wir konservativ davon ausgegangen, dass alle MAW-Fässer geborgen und über Tage gebracht werden können.

Für die Dosisbetrachtungen haben wir unterstellt, dass

a) alle MAW-Fässer in UVBA verpackt werden. Diese Betrachtung ist eher theoretischer Natur, da die MAW-Fässer aufgrund ihres Aktivitätsinventars überwiegend in MOSAIK – Behälter und in Konrad-Containern Typ IV endgelagert werden müssen. Für die Berechnung der Dosisbelastung des Personals kann eine Verpackung in UVBA jedoch abdeckend verwendet werden, da die Dosisbelastung je MAW-Fass aufgrund der ähnlichen Abschirmwirkung von Konrad-Container Typ IV und UVBA vergleichbar ist. Daher wird in diesem Kapitel unterstellt, dass die Verpackung der MAW-Fässer ausschließlich in UVBA erfolgt und alternativ

b) die Verpackung der Fässer vollständig in MOSAIK-Behältern erfolgt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Rückholung der MAW-Fässer und deren anschließende Endlagerung ausschließlich in MOSAIK-Behältern auch von theoretischer Natur ist, da vor allem die kurzfristige Verfügbarkeit einer so großen Anzahl von Behältern unsicher ist. Insofern ist eine Mischlösung aus den beiden Behältertypen ein realistischer Ansatz.

Aus den maximalen Individual- bzw. Kollektivdosen für die verwendeten Behälter kann die Spannbreite, in dem sich die später auftretende Dosisbelastung bewegen wird, abgeschätzt werden. Bei der Rückholung wird der Einsatz der ATB anforderungsgerecht wirtschaftlich erfolgen. Aufgrund der jeweiligen Dosisleistung des aus dem Fasskegel geborgenen Gebindes wird entschieden, welcher ATB verwendet wird. Daher ist der Ansatz, die Bestimmung der Individual- und Kollektivdosen auf dem oben beschriebenen Weg vorzunehmen, abdeckend.

Im folgenden Teil soll die Dosisbelastung für die einzelnen Arbeitsschritte dargestellt werden. Die Rückholung unterteilt sich in fünf verschiedene Arbeitsbereiche:

### **2.1.1 Vor- und nachbereitende Arbeiten**

Für die Bergung der Fässer müssen zuerst die Zugänge zu der Kammer 8a geschaffen werden. Hier sind vor allem bergmännische Tätigkeiten erforderlich. Nach Abschluss dieser Arbeiten kann mit dem Aufbau und der Inbetriebsetzung der technischen Einrichtungen wie Hebezeuge, Leitstand usw. begonnen werden. Aus Sicht



des Strahlenschutzes muss auch der Rückbau der Anlagen bewertet werden. Hierbei kann es zu einer Strahlenexposition kommen, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass es trotz aller Vorsorge- und Gegenmaßnahmen zu Kontaminationen im Arbeitsbereich gekommen ist. Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige Fässer in der Kammer 8a verbleiben müssen. Dies erscheint vor dem Hintergrund, dass sie aufgrund von starken Beschädigungen nicht geborgen werden können, realistisch. Die Kollektivdosis wird sich in diesem Fall im Vergleich zur Rückholung aller Fässer jedoch nicht verändern, da die Dosis, die beim Rückbau der Anlagen durch die in der Kammer 8a verbleibenden Fässer anfällt, durch die verringerte Anzahl der transportierten Fässer nach über Tage kompensiert wird.

Die weiteren Tätigkeiten müssen getrennt nach den verwendeten Behältern bewertet werden. Dazu ist es notwendig, die einzelnen Arbeitsschritte möglichst exakt abzubilden. Nach der in Kap. E beschriebenen Vorgehensweise werden die Tätigkeiten folgendermaßen verteilt:

### **2.1.2 Tätigkeiten unter Tage**

Die Tätigkeiten unter Tage sind durch stark unterschiedliche Strahlenexpositionen gekennzeichnet. Daher erfolgt eine individuelle Betrachtung des jeweiligen Tätigkeitsfeldes. So erfolgt die Handhabung der MAW-Gebinde in der MAW-Kammer inkl. Verbringen auf die 490m-Sohle fernbedient. Hierbei fällt für die zwei tätigen Personen keine Dosis an. Es ist dabei nicht relevant, ob für die Handhabung der Gebinde nach Variante 1 oder Variante 2 erfolgt.

Nicht aufgenommen wurden in diese Untersuchung möglicherweise notwendige Interventionen an den Einrichtungen zur Rückholung. Im Falle der Intervention, bei der dann wahrscheinlich auch Tätigkeiten in der Kammer 8a stattfinden würden, müssten gesonderte Betrachtungen vorgenommen werden, da für diesen Eingriff ein auf die Situation abgestimmtes Vorgehen vonnöten sein wird.

#### **Dekontamination, Verpacken, Verschließen der ATB und Interventionen am beladenen ATB**

Nach der Messung der ODL des zurückgeholtten MAW-Fasses wird dieses entsprechend den Erfordernissen in den vorgegebenen ATB verbracht. Der Behälter muss dann entsprechend verdeckelt werden, und die Außenseite des ATB wird mittels Wischtests auf Kontaminationen überprüft. Im Anschluss daran muss ggf. eine Dekontamination des ATB erfolgen. Diese Tätigkeiten sind mit einer hohen Dosisbelastung des Personals verbunden, da die Arbeiten direkt an der Oberfläche des ATB stattfinden und eine Abschirmung nicht erfolgen kann. Weiterhin ist bei diesen Tätigkeiten die Gefahr der Inkorporation radioaktiver Stoffe gegeben. An der Oberfläche der MAW-Fässer können nicht festhaftende Kontaminationen vorhanden sein, die beim Umladen des MAW-Fasses aus der Abschirmkulissee in den ATB als Schwebstoffe in die Umgebung gelangen können. Luftgetragene Schwebstoffe werden über die zentrale Abwetteranlage (ZAWA) abgesaugt werden, eine Kontamination der Böden und Wände in der Umgebung um den Bereich der Umladeeinrichtung kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Um eine Inkorporation radioaktiver Stoffe durch das Personal zu vermeiden, ist es notwendig, dass insbesondere bei Arbeiten in möglicherweise kontaminierten Bereichen das Tragen einer ausreichenden Strahlen-

schutzausrüstung obligatorisch ist. Hierzu zählen Overall, Überschuhe, geeignete Kopfbedeckung und eine Staubschutzmaske, durch die die Inkorporation von kontaminierten Schwebstoffen verhindert werden kann.

In Ausnahmefällen kann eine Intervention am beladenen ATB erforderlich sein. Dies ist der Fall, wenn es zum Ausfall von Handhabungseinrichtungen kommt und das Aufsetzen des Deckels nicht ordnungsgemäß erfolgen kann. Anzunehmen ist auch der Fall, dass die Dichtheit der ATB nicht gewährleistet ist und ein Tausch der Dichtung u. ä. erforderlich wird. Für diese Interventionen wurde unterstellt, dass sie bei 1% der zu beladenden ATB auftreten. Dies entspricht einer Anzahl von 13 ATB. Im Schnitt ist dabei eine Arbeitszeit von je einer Stunde der beiden eingesetzten Mitarbeiter auszugehen. Da diese Tätigkeiten direkt am z. T. nicht geschirmten MAW-Fass stattfinden müssen, ist dementsprechend eine hohe mittlere ODL am ATB zu unterstellen.

### **Transport in die TBH**

Der beladene ATB muss auf der 490m-Sohle zum Schacht befördert werden. Dafür steht ein Flurförderfahrzeug oder eine Transportplatte zur Verfügung. Die größte Dosisbelastung bei diesem Vorgang ist vor allem in dem An- und Abschlagen der Gehänge vom Behälter zu sehen, der Transport als solcher ist durch die guten Möglichkeiten der Abschirmung zwischen Fahrer und ATB verhältnismäßig gering.

### **Weitere Tätigkeiten**

Eine Person wird für weitere Tätigkeiten unter Tage anwesend sein. Sie wird für Tätigkeiten wie Reserve/ Begleitung/ Einweisung benötigt. Die Dosis für diese Person ist vernachlässigbar, da diese Person aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen (Abschirmung, Einhaltung von Sicherheitsabständen) und Wartezeiten außerhalb des Kontrollbereiches keiner nennenswerten Exposition unterliegt.

### **2.1.3 Tätigkeiten über Tage**

Die Tätigkeiten über Tage lassen sich in fünf verschiedene Abschnitte unterteilen. Der Personaleinsatz lässt sich mit mindestens zwei Personen beziffern. Die meisten Tätigkeiten können von einer Person alleine durchgeführt werden, für die effektive Abwicklung der Tätigkeiten ist jedoch die Anwesenheit einer zweiten Person für die Durchführung von Parallelarbeiten vonnöten. Alle Betrachtungen in diesem Abschnitt wurden unter dieser Vorgabe durchgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Durchführung der WKP an den MOSAIK-Behältern (s. Kap. G 2.4.2) bei dem unterstellten Personaleinsatz allein sechs Jahre in Anspruch nehmen würde.

### **Ein- und Auslagerung der ATB**

Nach Anlieferung der unbeladenen ATB müssen diese an ihre Lagerposition bzw. direkt in den Schacht verbracht werden. Weiterhin müssen die beladenen ATB aus dem Schacht in die TBH bzw. an ihren Lagerort verbracht werden. Für diese Transporte ist es ausreichend, wenn eine Person anwesend ist. Dementsprechend würde die Dosis bei einem Mitarbeiter anfallen. Dieser Fall ist für die Praxis jedoch nicht relevant und soll daher nur als theoretische Möglichkeit zur Abschätzung der maximalen Individualdosis betrachtet werden.

## **WKP an MOSAIK-Behältern**

Die als ATB verwendeten MOSAIK-Behälter müssen entsprechend ihrer Zulassung nach 15 Transporten oder alle 3 Jahre einer WKP unterzogen werden. Diese erfordert, je nach Erfahrung des Personals und dem technischen Fortgang der Prüfung, einen Zeitaufwand von ungefähr acht Stunden am beladenen Behälter und bedarf des Einsatzes von zwei Personen. Erfahrungsgemäß muss dabei die prüfende Person nicht ständig neben dem beladenen Behälter stehen, da auch längere Wartezeiten auftreten. Daher können die angenommenen Werte für die ODL des jeweiligen Behälters als abdeckend und konservativ betrachtet werden.

## **Beladung der Container/Verladen auf Waggon**

Die beladenen ATB sollen für den weiteren Transport auf 20'-*open-all*-Container verladen werden. Hierbei ist vor allem die Befestigung der Transportsicherung, die einen kurzzeitigen Aufenthalt direkt am Behälter erfordert, für die Strahlenexposition ausschlaggebend. Für die Arbeiten wird ein Personalaufwand von einer Person unterstellt.

### **2.1.4 Konditionierung/ Umladung der MAW-Fässer**

Aus wirtschaftlichen und logistischen Erwägungen ist es günstig, die Anzahl der verwendeten MOSAIK-Behälter zu minimieren. Durch eine Behandlung der MAW-Fässer in einer Konditionierungsanlage wäre es unter günstigen Umständen möglich, die Abfälle in UVBA anstelle von MOSAIK-Behältern einzulagern. Dies wäre der Fall, wenn das MAW-Fass z.B. durch Zerschneiden auf max. zwei UVBA aufgeteilt werden kann. Eine weitere Möglichkeit zur Kostenoptimierung der Umverpackung ergibt sich durch die Umladung der Fässer aus den MOSAIK-Behältern in Konrad-Containern Typ IV. Hier können maximal drei MAW-Fässer je Container eingelagert werden (s. a. Kap. E.4). Daher soll für diese Alternative auch eine Dosisbetrachtung vorgelegt werden. Dabei ist anzunehmen, dass nur MAW-Fässer, die in MOSAIK-Behältern verpackt sind, zur Konditionierung gegeben werden. Die Dosisbelastung bei der Handhabung und der Dekontamination wäre dabei vergleichbar zu der, die bei der Verpackung in UVBA auftreten würde. Daher ist die Betrachtung, alle Fässer in UVBA zu verpacken aus strahlenschutztechnischer Sicht abdeckend. Dieser Ansatz soll in den folgenden Betrachtungen verfolgt werden.

### **2.1.5 Endlagerung**

Die beladenen ATB sollen zur Endlagerung in den Schacht Konrad verbracht werden. Um die maximalen Individualdosen und die zu erwartende Kollektivdosis ermitteln zu können, müssen detaillierte Betrachtungen zur Einlagerung der beiden verwendeten ATB durchgeführt werden. Da beide Behälter sich in der benötigten Zeitdauer der Einlagerung und ihrer ODL unterscheiden, muss für beide ATB eine separate Betrachtung der Individual- und Kollektivdosen, die während der Einlagerung anfallen, betrachtet werden.

## **2.2 Darstellung der Dosisbelastung für die vor- und nachbereitenden Arbeiten**

Die vor- und nachbereitenden Arbeiten sind unabhängig von der Art der verwendeten Behälter. Bei einer Anzahl von 6 Personen und einer Dauer von 630 h ist für die vorbereitenden Arbeiten bei einer durchschnittlichen ODL von 10  $\mu\text{Sv/h}$  eine durchschnittliche Individualdosis von 6,3 mSv und eine Kollektivdosis von 37,8 mSv für diese Arbeiten zu erwarten. Für die Demontage der Einrichtungen wird ein Arbeitskräfteeinsatz von ebenfalls sechs Personen unterstellt. Die nachbereitenden Arbeiten sind mit einer Gesamtdauer von 360 h angesetzt. Die mittlere ODL wird mit 1  $\mu\text{Sv/h}$  angenommen. Damit ergeben sich für diese Arbeiten eine durchschnittliche Individualdosis von 0,36 mSv und eine Kollektivdosis von 2,2 mSv. Für die Bewertung der Strahlenexposition ist davon auszugehen, dass diese Tätigkeiten von Personal ausgeführt werden, welches mit der eigentlichen Rückholung nicht mehr befasst sein wird. Daher ist nicht zu besorgen, dass das bei diesen Arbeiten beteiligte Personal durch die Tätigkeit bei der Handhabung der MAW-Fässer einer unzulässig hohen Dosisbelastung ausgesetzt wird.

Die zu erwartende Kollektivdosis für diese Tätigkeiten wird abdeckend mit 40 mSv angenommen. Bei dieser Tätigkeit kann die Dosisbegrenzung nach § 55 StrlSchV eingehalten werden.

## **2.3 Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von UVBA**

Aus strahlenschutztechnischer Sicht stellt sich bei der ausschließlichen Verwendung von UVBA als ATB aufgrund der im Vergleich zum MOSAIK-Behälter geringeren Abschirmwirkung des Behälters die höchste Dosisbelastung des abfertigenden Personals dar. In diesem Szenario wird untersucht, wie sich die maximale individuelle Dosisbelastung der Mitarbeiter darstellt, und mit welchen Individualdosen zu rechnen ist. Dabei ist zu beachten, dass die ausschließliche Verwendung von UVBA nicht möglich ist, da ein Teil der MAW-Fässer aufgrund der hohen ODL in den UVBA nicht transportiert und gelagert werden kann. Als Szenario für die theoretisch zu erwartende maximalen Individual- und Kollektivdosen ist diese Darstellung jedoch geeignet. In der Tabelle G 2.3-1 sind die maximal zu erwartende Individualdosis und die Kollektivdosis für die Rückholung der MAW-Abfälle in UVBA dargestellt.

Tätigkeit	UVBA	
	Max. Individualdosis/ mSv	Kollektivdosis/ mSv
Vor- und nachbereitende Tätigkeiten	6,67	40
Arbeiten unter Tage	30,4	353
Arbeiten über Tage	16,3	43
Endlagerung	n/a	17,7
Summe	n/a	453,7

Tabelle G 2.3-1: Darstellung der maximalen Individualdosis und der Kollektivdosis bei der Rückholung von MAW-Abfällen in UVBA

In den weiteren Unterabschnitten erfolgt die Darstellung der Dosisbelastung aus den einzelnen Arbeitsschritten im Detail.

### 2.3.1 Betrieb unter Tage

#### **Dekontamination, Verpacken, Verschließen der UVBA und Interventionen an der beladenen UVBA**

Nach der fernbedienten Rückholung der MAW-Fässer werden diese mittels eines Greifers in die UVBA überführt. Das Aufsetzen des Deckels erfolgt fernbedient. Für die Durchführung der Kontaminationsmessungen, dem Verschrauben des Deckels und der eventuellen Dekontamination der Außenflächen der UVBA ist jedoch ein manuelles Arbeiten in direkter Nähe zum Behälter erforderlich. Diese Schritte werden hier als ein Arbeitsgang angesehen. Abdeckend wird davon ausgegangen, dass die Messung der Kontamination und die daran anschließende Dekontamination nur von einer Person durchgeführt werden. Für diese Person fällt je abgefertigten Behälter durch die Messung der Kontamination und der anschließende Dekontamination eine Dosis von 140  $\mu$ Sv an. Das Anziehen der Deckelschrauben erfolgt manuell durch zwei Personen. Dabei fällt pro Person und Behälter eine Dosis von 40  $\mu$ Sv an. Daher erhält die Person, die die Dekontamination durchführt, eine Gesamtdosis von 180  $\mu$ Sv pro Behälter. Die zweite Person erhält eine Dosis von 40  $\mu$ Sv. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 1,25 abgefertigten Gebinden pro Schicht tritt eine mittlere Dosisbelastung von 225  $\mu$ Sv für die erste Person bzw. von 50  $\mu$ Sv für die zweite Person je Schicht auf.

Hinzugerechnet werden muss in diesem Arbeitsschritt noch die Möglichkeit, dass eine Intervention am Behälter notwendig ist (Undichtigkeit des Deckels etc.). Die Intervention wird in den meisten Fällen direkt beim bzw. direkt im Anschluss an das Verschließen auftreten. Unterstellt wird, dass bei 1% der abgefertigten Behälter eine Intervention notwendig ist. Der Interventionsfall tritt somit bei 13 Behältern auf. Bei

einer individuellen Abdeckung der Gesamtzeit der Rückholung von 3,5 von 28 Schichten pro Woche und Mitarbeiter muss der Interventionsfall für den Mitarbeiter in der Schicht für die gesamte Rückholung realistisch zweimal berücksichtigt werden. Die zusätzliche Dosisbelastung für den Interventionsfall beträgt 0,56 mSv pro Person und somit für die zwei angenommenen Interventionen 1,12 mSv je Mitarbeiter. Pro Intervention fällt eine Kollektivdosis von 1,12 mSv an.

Für die Berechnung der maximalen Individualdosis werden zunächst für die verschiedenen Aufgabengebiete abdeckende Annahmen getroffen. Wird unterstellt, dass immer die gleiche Person die Dekontamination durchführt, erhält man mit den oben genannten Annahmen eine max. Individualdosis von

$$0,225\text{mSv/Schicht} \cdot 130 \text{ Schichten} = 29,25 \text{ mSv}$$

für das Verschließen und die Dekontamination der UVBA. Hinzugerechnet werden muss noch die Dosis für die Intervention mit 1,12 mSv. Somit würde eine maximale Individualdosis von 30,4 mSv anfallen, welche eine Überschreitung des Grenzwertes nach § 55 StrlSchV darstellt.

Die zweite an der Abfertigung beteiligte Person erhält eine max. Individualdosis von  $0,05 \text{ mSv} \cdot 130 = 6,5 \text{ mSv}$ . Unter Hinzurechnung der bei der Intervention anfallenden Dosis erhält man eine Individualdosis von

$$6,5 \text{ mSv} + 1,12 \text{ mSv} = 7,6 \text{ mSv}.$$

Wird eine Gleichverteilung der Arbeiten unterstellt, erhält man aus den beiden Individualdosen somit eine mittlere Individualdosis von 19 mSv. Der Grenzwert nach § 55 StrlSchV kann demnach knapp eingehalten werden. Dabei ist jedoch strikt darauf zu achten, dass alle Arbeiten, die mit einer hohen Dosisbelastung verbunden sind, auf beide Mitarbeiter gleichmäßig verteilt werden. Im Sinne des § 6 StrlSchV wären hier noch weitere Optimierungsmaßnahmen zum Strahlenschutz zu treffen.

Die Kollektivdosis für diesen Tätigkeitsbereich beträgt

$$1040 \text{ Schichten} \cdot (225\mu\text{Sv} + 50\mu\text{Sv})/\text{Schicht} + 13 \cdot 1,12 \text{ mSv} = 301 \text{ mSv}.$$

### **Transport der Gebinde unter Tage**

Für den Transport unter Tage wird eine Dauer von 1h je Gebinde bei einer ODL von  $40 \mu\text{Sv/h}$  angenommen. Bei durchschnittlich 1,25 transportierten Gebinden ergibt sich eine Dosis von  $50 \mu\text{Sv}$  pro Schicht. Mit diesem Wert erhält man unter den oben beschriebenen Voraussetzungen eine maximale Individualdosis von 6,5 mSv. Die Kollektivdosis für diese Tätigkeit beträgt 52 mSv.

### **Reserve/ Begleitung/ Einweiser**

Die Dosis für diese Person ist vernachlässigbar, da sie aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen (Abschirmung, Abstand, Minimierung der Aufenthaltsdauer im Strahlenfeld) und Wartezeiten außerhalb des Kontrollbereiches nur einer geringfügigen Exposition unterliegt. Diese wird als vernachlässigbar angenommen.

### **Bewertung**

Aus der Strahlenschutzverordnung ergibt sich, dass die maximale Individualdosis den Wert von 20 mSv/a nicht überschreiten darf. Dieser Wert wird in dem oben dargestellten Szenario aufgrund der konservativen Annahmen überschritten; durch ei-

nen angepassten Personaleinsatz können die Dosisgrenzwerte jedoch eingehalten werden. Dazu muss in jeder Schicht ein strenges Rotationsprinzip unter den vier eingesetzten Mitarbeitern eingehalten werden, damit die individuelle Strahlenbelastung nicht signifikant über dem durchschnittlichen Wert liegt. Da sich dann rechnerisch eine Reduktion der Dosis um den Faktor drei ergibt, erhält man für jede Schicht aus diesem Schritt eine Individualdosis von 11,1 mSv (Unter der Annahme, dass die Aufgaben aus Gründen der Reduzierung der Individualdosen innerhalb der Schichten gleichmäßig getauscht werden, ergibt sich maximal eine durchschnittliche Dosisbelastung von

$$(30,4 \text{ mSv} + 7,6 \text{ mSv} + 6,5 \text{ mSv} + 0 \text{ mSv}) / 4 = 11,1 \text{ mSv je Mitarbeiter.}$$

Hierfür ist es jedoch notwendig, dass der einzelne Mitarbeiter für jedes anfallende Aufgabengebiet ausgebildet ist und jede Tätigkeit ausüben kann und darf. Die Heranziehung der beiden Mitarbeiter, die die fernbediente Rückholung der MAW-Fässer aus der Kammer 8a durchführen, für andere Tätigkeiten ist nicht möglich. Die Fernbedienung der Rückholeinrichtungen erfordert spezielle Kenntnisse und Fähigkeiten, die nicht alle Mitarbeiter der Schicht unter Tage aufweisen.

### **Zusammenfassung der Abfertigung der UVBA unter Tage**

Während der Abfertigung der Gebinde unter Tage fällt eine durchschnittliche Individualdosis von max. 11 mSv an. Die jeweilige Individualdosis kann jedoch signifikant höher sein (bis 30,4 mSv), wenn die Arbeitsverteilung nicht konsequent geführt wird. Die Individualdosis kann jedoch durch weitere Optimierungen vor Ort ggf. weiter reduziert werden.

Die Kollektivdosis für die genannten Arbeiten unter Tage beträgt 353 mSv.

### **2.3.2 Betrieb über Tage**

Über Tage erfolgt der Betrieb einschichtig tagsüber. Wochenenden und Feiertage sind dabei grundsätzlich arbeitsfrei. Ohne die Berücksichtigung von Ausfällen durch Krankheit und Urlaub werden zwei Arbeitskräfte benötigt.

Die über Tage anfallenden Tätigkeiten sind

- das Ein- und Ausladen der UVBA aus dem Förderkorb,
- der Transport der UVBA in die TBH,
- der Betrieb des Förderkorbes sowie
- die Vorbereitung des Abtransportes

und werden im Folgenden näher beschrieben.

### **Ein- und Auslagerung der UVBA**

Für die Einlagerung in die TBH und die Auslagerung der UVBA aus der TBH werden eine Dauer von jeweils 0,25 h und eine Dosisleistung von 50 µSv/h angenommen. Unter der Vorgabe, dass der Betrieb über Tage nur in einer Schicht erfolgt, müssen in jeder Schicht 7 Behälter eingelagert werden. Diese Anzahl ergibt sich aus der Maßgabe, dass die während der Nacht-, Spät- und Wochenendschichten unter Tage abgefertigten Behälter erst mit Arbeitsbeginn am Morgen über Tage eingelagert wer-

den. Abdeckend wurde gleichzeitig auch eine mögliche Auslagerung der Behälter aus der TBH für einen Weitertransport betrachtet. Dementsprechend werden pro Schicht je 7 Behälter ein- und ausgelagert, abdeckend werden in jeder Schicht 14 Behälter bewegt.

Für diese Tätigkeiten tritt unter den genannten Randbedingungen eine Kollektivdosis von 175 µSv pro Arbeitstag auf. Daraus ergibt sich unter der Annahme, dass an 186 Tagen gearbeitet wird, eine mittlere Individualdosis von 16,3 mSv, wobei die anfallenden Tätigkeiten auf beide anwesenden Personen gleichmäßig verteilt worden sind. Für die Ein- und Auslagerung fällt eine Kollektivdosis von 32,6 mSv an.

Für die Verladung der UVBA in den Container auf den Waggon wird eine Dauer von 0,16 h pro Behälter unterstellt. Die ODL beträgt 50 µSv/h, und der Personaleinsatz wird mit einer Person angenommen. Daraus ergibt sich für die Verladung der Behälter eine maximale Individualdosis von 10,4 mSv, die auch der Kollektivdosis entspricht. Unter der Voraussetzung, dass auch bei der Verladung der UVBA auf den Container beide über Tage tätigen Personen der Strahlenbelastung gleichmäßig ausgesetzt sind, ergibt sich hier eine durchschnittliche Individualdosis von 5,4 mSv. Sollten die UVBA nur kurz (wenige Tage bis Wochen) über Tage an der Schachttanlage gelagert werden, um dann direkt in ein externes Zwischenlager (z.B. ZLN) verbracht zu werden, kann es aufgrund der individuellen Strahlenbelastung aus der Ein- und Auslagerung sowie der Verladung zu einer nicht hinnehmbaren Individualdosis nach § 55 StrlSchV kommen. Sie beträgt im Durchschnitt

$$5,4 \text{ mSv} + 16,3 \text{ mSv} = 21,7 \text{ mSv}$$

und kann nicht durch eine weitere Optimierung des Einsatzes des vorhandenen Personals verringert werden. Es muss geprüft werden, ob eine weitere Reduzierung der Strahlenbelastung, z.B. durch den Einsatz von zusätzlichen Abschirmungen und abstandsgebender Mittel, möglich ist.

Die Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung können mit dem geplanten Personaleinsatz nur mit erheblichem Aufwand eingehalten werden. Unter der Annahme, dass sich die UVBA noch längere Zeit in der TBH befinden (bis zur Annahmefähigkeit des Endlagers Konrad), würden die Auslagerung und die Verladung auf die Container sehr viel später (frühestens in dem nach Abschluss der der Rückholung folgenden Kalenderjahr) als die Einlagerung erfolgen. Bei Gleichverteilung der Arbeiten auf die beiden über Tage tätigen Mitarbeiter würde sich dann für Auslagerung und Verladung eine durchschnittliche Individualdosis von

$$8,15 \text{ mSv} + 5,4 \text{ mSv} = 13,6 \text{ mSv}$$

ergeben. Hierbei fällt die nur die Dosisbelastung für den Auslagerungsvorgang an, die Individualdosis für die Einlagerung von 8,15 mSv fiel bereits im Jahr der Rückholung an. Damit werden die Dosisgrenzwerte aus der Strahlenschutzverordnung unterschritten. Die Kollektivdosis bleibt in den betrachteten Personaleinsatzvarianten gleich, sie beträgt 43 mSv.



### **2.3.3 Einlagerung im Endlager**

Die bei der Einlagerung im Endlager Konrad auftretende Dosisbelastung kann aufgrund der vorliegenden Unterlage „Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung“ /20/ abgeschätzt werden.

Die in /20/ genannten Überschätzungsfaktoren wurden bei den folgenden Betrachtungen vernachlässigt, da sie sehr konservativ sind.

Aus der Dosisleistung pro Gebinde und der daraus resultierenden Dosisbelastung erhält man bei einem unterstellten Einlagerungsvolumen von 1691m<sup>3</sup> für die MAW-Fässer (hierbei wird unterstellt, dass die Einlagerung ausschließlich in Rundgebinden erfolgt) eine Dosisbelastung von 13,6 µSv je eingelagertem MAW-Fass. Dies entspricht einer Kollektivdosis bei 1301 eingelagerten Behältern von 17,7 mSv.

Für die Daten aus /20/ ist noch zu berücksichtigen, dass bei den Dosisbetrachtungen der einzelnen Tätigkeiten in einigen Fällen die Möglichkeit einer Abschirmung noch nicht berücksichtigt wurde.

Die in diesem Abschnitt berechnete Kollektivdosis von 17,7 mSv für die Endlagerung ist dementsprechend als sehr konservativ anzusehen.

### **2.3.4 Zusammenfassung**

Bei der alleinigen Verwendung von UVBA und einer Durchführung aller Tätigkeiten in einem Kalenderjahr sowie keiner weiteren Optimierungsmaßnahmen können die Dosisgrenzwerte nach § 55 StrlSchV bzgl. der Strahlenexposition des Personals verletzt werden. Insbesondere bei den Tätigkeiten unter Tage, aber auch bei der Ein- und Auslagerung der Behälter besteht noch Optimierungsbedarf.

Aufgrund der modellierten ausschließlichen Verwendung von UVBA kann diese Option auf jeden Fall als abdeckend für die Strahlenexposition gesehen werden. Durch die zwangsläufige Verwendung von MOSAIK-Behältern (diese ist aufgrund des MAW-Fass-Inventars in vielen Fällen notwendig und strahlenschutztechnisch günstiger) wird die Dosisbelastung des Personals geringer als hier dargestellt ausfallen.

## **2.4 Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von MOSAIK-Behälter**

Aus strahlenschutztechnischer Sicht ist die ausschließliche Verwendung von MOSAIK-Behältern als ATB das Optimum. Einer Umsetzung dieser Planung stehen vor allem die mangelnde Verfügbarkeit einer ausreichenden Zahl von MOSAIK-Behältern sowie wirtschaftliche Gründe entgegen. Dieses Szenario wird untersucht, um die minimale Strahlenexposition der Rückholung abschätzen zu können. In der Tabelle G 2.4-1 sind die maximal zu erwartende Individualdosis und die Kollektivdosis für die Rückholung der MAW-Abfälle in MOSAIK-Behältern dargestellt.

Tätigkeit	Max. Individualdosis/ mSv	Kollektivdosis/ mSv
Vor- und nachbereitende Tätigkeiten	6,67	40
Arbeiten unter Tage	3,4	58,8
Arbeiten über Tage	2,6	2,6
WKP	14,7 p.a.	166,5
Endlagerung	n/a	9,0
Summe	n/a	276,9

Tabelle G 2.4-1: Darstellung der maximalen Individualdosis und der Kollektivdosis bei der Rückholung von MAW-Abfällen in MOSAIK-Behältern.

In den folgenden Abschnitten sollen die Berechnungen der Strahlenexposition für die verschiedenen Tätigkeitsbereiche im Einzelnen aufgeführt werden.

### 2.4.1 Betrieb unter Tage

#### **Dekontamination, Verpacken, Verschließen der MOSAIK-Behälter und Interventionen an den beladenen MOSAIK-Behältern**

Die Dekontamination, das Verschließen und die Dichtheitsprüfung der ATB werden in einem Schritt erledigt. Daher fällt pro Schicht hier eine Individualdosis von 14  $\mu$ Sv, (4  $\mu$ Sv für das Verschließen, 8  $\mu$ Sv für die Dekontamination und 2  $\mu$ Sv die Handhabung des Behälters) für die Person an, die alle drei Schritte durchführt. Die für das Verschließen und die Dichtheitsprüfung zuständige Person erhält eine Dosis von 12  $\mu$ Sv (4  $\mu$ Sv für das Verschließen, 8  $\mu$ Sv für die Dekontamination) pro MOSAIK-Behälter. Die Abfertigung von durchschnittlich 1,25 Gebinden pro Schicht führt zu einer individuellen durchschnittlichen Tagesdosis von 17,5  $\mu$ Sv bzw. 15  $\mu$ Sv für das abfertigende Personal. Hinzugerechnet werden muss in diesem Arbeitsschritt noch die Möglichkeit, dass eine Intervention am Behälter notwendig ist (Undichtigkeit des Deckels etc.). Dieser Fall kann möglicherweise bei 1% aller Behälter auftreten. Folglich ist die Intervention an 13 Behältern zu unterstellen. Bei einer individuellen Abdeckung der Arbeitszeit von 3,5 bei 28 Schichten pro Woche und Mitarbeiter muss der Interventionsfall für den Mitarbeiter in der Schicht konservativ mit zwei Fällen während der gesamten Rückholung berücksichtigt werden. Da die Intervention beim Verschließen notwendig wird, muss auch diese zusätzliche Dosisbelastung von 0,56 mSv je Intervention in diesem Arbeitsschritt berücksichtigt werden. Die hohe Dosisbelastung ergibt sich aus der Notwendigkeit, am teilweise nicht abgeschirmten MAW-Fass zu arbeiten. Somit fällt eine Individualdosis von 1,12 mSv für den Zeitraum der Rückholung an.

Konservativ abdeckend fällt für die Person, die immer die Dekontamination vornimmt, eine maximale Individualdosis von

$$0,0175 \text{ mSv/Schicht} \cdot 130 \text{ Schichten} + 1,12 \text{ mSv} = 3,4 \text{ mSv}$$

an.

Die zweite an der Abfertigung beteiligte Person erhält eine max. Individualdosis von  $0,015 \text{ mSv/Schicht} \cdot 130 \text{ Schichten} = 2,0 \text{ mSv}$ . Unter Hinzurechnung der bei der Intervention anfallenden Dosis erhält man eine Individualdosis von

$$2,0 \text{ mSv} + 1,1 \text{ mSv} = 3,1 \text{ mSv}.$$

Die zu erwartende Kollektivdosis für diesen Arbeitsschritt beträgt nach folgender Rechnung

$$1301 \text{ Behälter} \cdot (14 \mu\text{Sv} + 12 \mu\text{Sv}) / \text{Behälter} = 33,8 \text{ mSv}$$

zuzüglich der für die Interventionen anfallende Kollektivdosis von

$$13 \cdot 1,12 \text{ mSv} = 14,56 \text{ mSv}$$

in der Summe 48,4 mSv.

### **Transport der Gebinde unter Tage**

Für den Transport unter Tage wird eine Dauer von 1h je Gebinde bei einer ODL von  $8 \mu\text{Sv/h}$  angenommen. Hieraus ergibt sich bei unterstellten 1,25 Gebinden je Schicht eine Dosis von  $10 \mu\text{Sv}$ . Mit diesem Wert erhält man unter den oben beschriebenen Voraussetzungen eine Individualdosis von  $1,3 \text{ mSv}$ . Die Kollektivdosis für diese Tätigkeit beträgt  $10,4 \text{ mSv}$ .

### **Reserve/ Begleitung/ Einweiser**

Die Dosis für diese Person ist vernachlässigbar, da sie aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen (Abschirmung, Einhaltung von Sicherheitsabständen) und Wartezeiten außerhalb des Kontrollbereiches nur einer geringfügigen Exposition ausgesetzt ist. Diese wird als vernachlässigbar angenommen.

### **Zusammenfassung der Handhabung von MOSAIK-Behältern unter Tage**

Während der Abfertigung der Gebinde unter Tage fällt eine durchschnittliche Individualdosis von  $2,0 \text{ mSv}$  an. Die jeweilige Individualdosis kann mit max.  $3,4 \text{ mSv}$  jedoch signifikant höher sein. Ein Überschreiten der in § 55 StrlSchV vorgegebenen Grenzwerte für die Individualdosen ist jedoch nicht zu besorgen. Unter der Annahme, dass die Aufgaben aus Gründen der Minimierung der Individualdosen gleichmäßig getauscht werden, ergibt sich maximal eine durchschnittliche Dosisbelastung von

$$(3,4 \text{ mSv} + 3,1 \text{ mSv} + 1,3 \text{ mSv} + 0 \text{ mSv}) / 4 = 2,0 \text{ mSv}.$$

Die Kollektivdosis für die genannten Arbeiten unter Tage beträgt  $58,8 \text{ mSv}$ .

## **2.4.2 Betrieb über Tage**

Über Tage erfolgt der Betrieb einschichtig tagsüber. Es werden zwei Arbeitskräfte benötigt. Diese beiden Personen führen keine Arbeiten unter Tage durch und werden nur über Tage eingesetzt. Anfallende Tätigkeiten sind dabei:

- das Ein- und Ausladen der MOSAIK-Behälter aus dem Förderkorb,
- der Transport der MOSAIK-Behälter in die TBH,
- der Betrieb des Förderkorbes,
- die WKP an MOSAIK-Behältern und
- die Vorbereitung des Abtransportes.

Diese Punkte werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

## **2.4.3 Ein- und Auslagerung der MOSAIK-Behälter**

Für die Einlagerung und Auslagerung der MOSAIK-Behälter werden eine Dauer von jeweils 0,25 h und eine Dosisleistung von 8  $\mu\text{Sv/h}$  angenommen. Pro Schicht werden je 7 Behälter ein- und ausgelagert. Es werden pro Schicht 14 Behälter bewegt. Unter der Vorgabe, dass der Betrieb über Tage nur in einer Schicht erfolgt, müssen in jeder Schicht 7 Behälter eingelagert werden. Diese Anzahl ergibt sich aus der Vorgabe, dass die während der Nacht-, Spät- und Wochenendschichten unter Tage abgefertigten Behälter erst mit Arbeitsbeginn über Tage eingelagert werden. Abdeckend wurde auch eine mögliche zeitgleiche Auslagerung von Behältern aus der TBH für einen Weitertransport betrachtet.

Für diese Tätigkeiten tritt in der Summe eine Individualdosis von 28  $\mu\text{Sv}$  pro Schicht auf. Bei 186 Schichten ergibt sich daraus konservativ betrachtet eine maximale Individualdosis von 5,2 mSv. Unter der Annahme, dass die Arbeiten auf beide anwesenden Personen gleich verteilt werden, ergibt sich für die Ein- und Auslagerung der ATB eine durchschnittliche Individualdosis von 2,6 mSv. Die Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung können eingehalten werden. Die Kollektivdosis für die Ein- und Auslagerung der MOSAIK-Behälter beträgt 5,2 mSv.

## **2.4.4 WKP /Abtransport ins Endlager**

Zum Abtransport ins Endlager müssen die MOSAIK-Behälter vor der Verladung einer WKP unterzogen werden, sollten u. a. seit der letzten Prüfung mehr als drei Jahre vergangen sein. Erfolgt die Rückholung im vorgegebenen Zeitraum, wird die Zeitspanne zwischen der Beladung des ersten MOSAIK-Behälters und dessen Transport in das Endlager den Zeitraum von drei Jahren überschreiten. Konservativ betrachtet wird für jeden MOSAIK-Behälter die Notwendigkeit einer WKP unterstellt. Bei einer Dauer von 8 h pro WKP und einer mittleren ODL von 8  $\mu\text{Sv/h}$  ergibt sich bei einer unterstellten Abfertigung von einem Behälter pro Schicht eine Individualdosis von 64  $\mu\text{Sv}$  pro MOSAIK-Behälter. Bei 230 Arbeitstagen im Jahr (hier muss, entsprechend dem Hinweis in der Einleitung, von einem längeren Zeitraum ausgegangen werden, da Parallelarbeiten an anderen Behältern aufgrund der begrenzt zur Verfügung stehenden Abfertigungsplätze nur in einem gewissen Umfang möglich sind und

die Abtransportkapazitäten für die geprüften Behälter auch limitiert sind) ergibt sich eine Individualdosis von 14,7 mSv/a. Bei 1301 Behältern ergibt sich durch den notwendigen Einsatz von zwei Personen bei der WKP eine Kollektivdosis von 166,5 mSv.

Für die Verladung der MOSAIK-Behälter in den Container auf dem Waggon wird eine Dauer von 0,25 h pro Behälter unterstellt. Die ODL beträgt 8  $\mu$ Sv/h. Der Personaleinsatz wird mit einer Person angenommen. Somit ergibt sich für die Verladung der Behälter eine maximale Individualdosis von 2,6 mSv, die auch der Kollektivdosis entspricht.

#### **2.4.5 Einlagerung im Endlager**

Die bei der Einlagerung im Endlager Konrad auftretende Dosisbelastung kann aufgrund der vorliegenden Unterlage „Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung“ /20/ abgeschätzt werden. Bei einer mittleren ODL von 200  $\mu$ Sv/h in 10 cm Abstand von der Oberfläche der MOSAIK-Behälter ergibt sich in 2 m Abstand eine ODL von 20  $\mu$ Sv/h.

Mit Hilfe dieses Wertes kann aus den in /20/ unterstellten Dosisleistungen der einzulagernden Gebinde die bei der Einlagerung der MOSAIK-Behälter auftretende Dosisbelastung bestimmt werden. Die in /20/ genannten Überschätzungsfaktoren haben wir hier nicht berücksichtigt, da diese zu einer äußerst konservativen Annahme der Strahlenbelastung führen.

Mit den beschriebenen Randbedingungen erhält man bei einem unterstelltem Einlagerungsvolumen von 1691 m<sup>3</sup> eine Dosisbelastung von 7  $\mu$ Sv je eingelagertem MOSAIK-Behälter. Dies entspricht einer Kollektivdosis bei 1301 eingelagerten Behältern von 9 mSv.

Für die Daten aus /20/ ist noch zu berücksichtigen, dass bei den Dosisbetrachtungen der einzelnen Tätigkeiten in einigen Fällen die Möglichkeit einer Abschirmung noch nicht berücksichtigt wurde.

Die in diesem Abschnitt berechnete Kollektivdosis von 9 mSv für die Endlagerung ist dementsprechend als sehr konservativ anzusehen.

#### **2.5 Zusammenfassung der Betrachtung der Behälter**

Die untere Grenze für die zu erwartende Kollektivdosis bildet die Betrachtung der Auslagerung aller MAW-Fässer in MOSAIK-Behältern ab. MOSAIK-Behälter weisen die für diesen Einsatzzweck besten Werte für die Abschirmung auf. Der Dosisgrenzwert für die max. Individualdosis des Personals (§ 55 StrlSchV) kann in allen Phasen der Rückholung eingehalten werden. Die höchste Dosisbelastung wird durch die Notwendigkeit der WKP an den beladenen MOSAIK-Behältern verursacht. Da die Auslagerung der MAW-Fässer kurzfristig abgeschlossen sein muss, die Annahmefähigkeit des Endlagers Schacht Konrad für radioaktive Abfälle generell jedoch erst im Jahr 2014 gegeben ist, ist es auszuschließen, dass die MOSAIK-Behälter innerhalb der Drei-Jahres-Frist mit den MAW-Gebinden beladen und vollständig in das

Endlager eingelagert werden können. Daher ist eine Betrachtung der WKP in Bezug auf die Dosisbelastung zwingend notwendig.

Bei der Verwendung von UVBA ist die Dosisbelastung des Personals in vielen Arbeitsschritten höher. Einen besonders hohen Beitrag liefert hierbei die möglicherweise notwendig werdende Dekontamination der Außenflächen der UVBA. Da diese in allen Fällen zu unterstellen ist, gibt es in diesem Fall nur wenig Optimierungspotenzial. Hier ist darauf zu achten, dass das Personal keinen Spitzen in den Dosisbelastungen ausgesetzt wird. Andernfalls können die Dosisgrenzwerte nach § 55 StrlSchV nicht eingehalten werden.

Die Kollektivdosis für die gesamte Kette der Rückholung wird in einem Bereich von 276,9 mSv (ausschließliche Verwendung von MOSAIK-Behältern) bis 453,7 mSv (ausschließliche Verwendung von UVBA) liegen.

Ein realistisches Szenario wird allerdings sein, dass die MAW-Fässer mit hoher ODL in MOSAIK-Behältern abtransportiert werden, und nur 60-70% aller MAW-Fässer in UVBA abtransportiert und Konrad-Containern Typ IV endgelagert werden. Die UVBA werden dann eine geringere ODL aufweisen als in dem obigen Szenario angenommen.

Unter der Annahme, dass die MOSAIK-Behälter 1/3 der Anzahl der verwendeten Behälter stellen, jedoch 2/3 des radioaktiven Inventars beinhalten, ergibt sich, dass die mittlere ODL der MOSAIK-Behälter sich verdoppelt, die durchschnittliche ODL der UVBA jedoch auf die Hälfte reduziert wird. Mit den Daten kann die max. mittlere Individualdosis abgeschätzt werden. Nach den oben durchgeführten Berechnungen fällt die maximale mittlere Individualdosis beim Verschließen und der Dekontamination der ATB an. Unter den o. g. Annahmen zur Verteilung des radioaktiven Inventars auf die beiden Behältertypen errechnet sich aus den vorliegenden Daten eine mittlere Individualdosis von 10 mSv für die Tätigkeit des Verschließens. Somit werden die Grenzwerte nach § 55 StrlSchV, die bei einigen Tätigkeiten unter konservativen Annahmen überschritten werden können, ohne zusätzliche Maßnahmen eingehalten werden. In der folgenden Tabelle wird die Dosisbelastung unter den oben genannten Annahmen dargestellt. Zu beachten ist noch, dass bei dieser Betrachtung davon ausgegangen wird, dass eine Konditionierung der Abfallfässer nicht erfolgt, da die Anzahl der zu konditionierenden Fässer wahrscheinlich gering sein wird und die Dosis damit ebenfalls.

Tätigkeit	429 MOSAIK-Behälter, 872 UVBA	
	Max. Individualdosis/ mSv	Kollektivdosis/ mSv
Vor- und nachbereitende Tätigkeiten	6,67	40
Arbeiten unter Tage	12,4	161
Arbeiten über Tage	7,2	12,6
WKP	29,44 p.a.	110,7
Endlagerung	n/a	14,9
Summe	n/a	339,2

Tabelle G 2.5-1: Maximale Individualdosis und Kollektivdosis bei einer Verteilung der MAW-Fässer auf beide ATB

Eine Grenzwertüberschreitung der Individualdosis ist nur für die Durchführung der WKP an den MOSAIK-Behältern möglich. Diese tritt auf, wenn alle Prüfungen an den Behältern binnen eines Kalenderjahres durchgeführt werden (s. a. Kap. G 2.4.2). In der Praxis würde die WKP an den Behältern zeitnah zur Einlagerung erfolgen, und kann daher nicht innerhalb eines Kalenderjahres abgeschlossen werden. Weiterhin kann durch eine Optimierung des Personaleinsatzes die maximale Individualdosis auf ein zulässiges Maß verringert werden.

Eine weitere Verringerung der Strahlenexposition kann durch eine Optimierung der Arbeitsabläufe und Verbesserungen der Strahlenschutzmaßnahmen erreicht werden. Diese Verbesserungspotenziale können beispielsweise im Rahmen der Kalterprobung der verwendeten Geräte gehoben werden. Weitere Maßnahmen, die eine Reduktion der Strahlenexposition ermöglichen, können sich im Laufe der Rückholung aus den Betriebserfahrungen ergeben.

## **H Störfälle mit radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung der Asse**

### **1. Einleitung**

Um die potentiellen Dosen für die Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse infolge von Störfällen berechnen zu können, müssen die Randbedingungen für die Störfallbetrachtungen festgelegt werden. Für alle Störfälle gilt es Festlegungen für das Inventar der Gebinde zu treffen. Dabei ist die Kritikalität als Schutzziel nicht zu betrachten, da es sich einerseits nicht um hochaktive Abfälle handelt, andererseits die Masse an Kernbrennstoff im Gebinde hinreichend gering ist. Dieses wird vom Sachverständigen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde bestätigt. Für die Inventarermittlungen wird der Bericht „Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse“ /2/ als Grundlage verwendet. Als Summe über alle Nuklide der  $\beta$ - und  $\gamma$ - Aktivitäten ergeben sich zum Stichtag 01.01.1980 für die mittelaktiven Abfälle (MAW) in der Kammer 8a  $3,91\text{E}+15$  Bq. Werden die Nuklide Co-60, Ni-63, Sr-90, Cs-137 und Pu-241 zugrunde gelegt, so sind 99,2% der  $\beta$ - und  $\gamma$ - Gesamtaktivität erfasst, das entspricht  $3,88\text{E}+15$  Bq. Aus dem nuklidspezifischen Gesamtinventar kann ein mittleres Aktivitätsinventar pro Gebinde berechnet werden. Die Anzahl der Gebinde wurde konservativ mit 1293 angenommen. Die 8 schwachaktiven Abfälle (LAW) Gebinde, die zusätzlich in der Kammer 8a eingelagert wurden, wurden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt, da über deren Aktivitätsinventar nichts bekannt ist. Dies führt zu einem höheren mittleren Inventar pro Gebinde.

Für die  $\alpha$ -Aktivität wurde eine eigene Betrachtung durchgeführt. Die  $\alpha$ -Gesamtaktivität wurde für den Zeitpunkt 01.01.2009 aus dem vorgegebenen Nuklidvektor in dem Bericht /2/ berechnet. Unter Berücksichtigung der Anzahl der Fässer kann daraus ein mittleres Inventar ermittelt werden, das dann konservativ vereinfachend als Pu-239 angesetzt wird. Diese Vorgehensweise ist konservativ, weil sich für Pu-239 die höchsten Dosiskoeffizienten ergeben. Für ein Gebinde ergibt sich damit ein mittleres Inventar von  $9\text{E}+09$  Bq Pu-239.

Das nuklidspezifische Gesamtinventar der MAW-Kammer zu den Stichtagen 01.01.1980 und 01.01.2009 sowie das daraus errechnete mittlere nuklidspezifische Inventar eines Fasses zum Stichtag 01.01.2009 sind in Tabelle G 1.1-3 dargestellt. In der Tabelle G 1.1-4 ist die Ermittlung der  $\alpha$ -Gesamtaktivität dargestellt.

Um die Ausbreitung der Aktivitätsabgaben in der Umgebung der Asse berechnen zu können, ist es erforderlich, die Lage der Quelle im Verhältnis zu den umgebenden Gebäuden sowie deren Einbettung in die Landschaft zu modellieren.

Die Oberkante des Diffusors, über den die Abwetter abgegeben werden, liegt 11 m über Grund. Für den Gebäudeeinfluss muss die Schachthalle direkt neben dem Diffusor berücksichtigt werden. Die Abmessungen der Schachthalle werden mit 9 m Höhe, 75 m Länge und 20 m Breite angesetzt. Die Abmessungen wurden den Zeichnungen /21/ und /22/ entnommen.

Der Einfluss des Landschaftsprofils wurde berücksichtigt, indem ein Höhenprofil ermittelt wurde. Ausgangspunkt der Quelle (0 m) ist der Diffusor. Die Richtung des Profilschnittes geht nach Nord-Nord-West über den höchsten Punkt, der am nächsten



zum Diffusor liegt. In dieser Richtung beträgt der Abstand des Diffusors zum Zaun ca. 100 m. Die nächste Wohnbebauung liegt in südlicher Richtung unterhalb der Asse in ca. 1,35 km Entfernung. In Abbildung H 1-1 ist das Landschaftsprofil in Richtung Nord-Nord-West dargestellt.

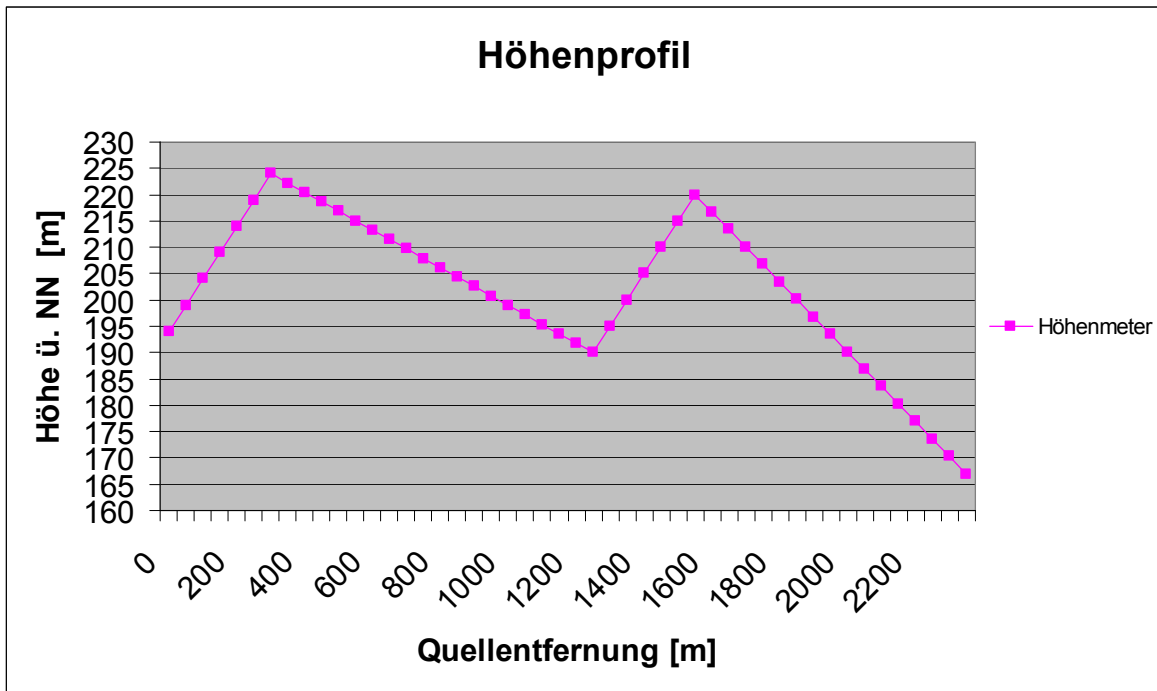


Abbildung H 1-1: Landschaftsprofil vom Diffusor der Asse Richtung Nord-Nord-West

Bei der Berechnung der Strahlenexposition wird berücksichtigt, dass das eingesetzte Ausbreitungsmodell (Gauß-Fahnenmodell) erst ab einer Entfernung von 100 m validiert ist. Die ungünstigste Einwirkungsstelle liegt damit 100 m nord-nord-westlich des Diffusors.

Für die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen wurde von uns das Programm STRESS /23/ eingesetzt. Dieses Programm verwendet die Vorgaben der Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen /11/, die Parameter der StrlSchV 2001 /3/ und die derzeit gültigen Dosisfaktoren /24/.

## 2. Festlegung der Störfälle

Im Folgenden wird eine Liste von Störfällen zusammengestellt, die während der Rückholung der Fässer möglich wären:

1. Brand des Schweren Manipulator Fahrzeugs (SMF) und Überspringen des Brandes auf bitumengebundene Abfälle (entsprechend der Planungsstudie Variante 2 der EWN)
2. Störungen in der zusätzlichen Abwetteranlage (ZAWA):
  - a) Filterbrand
  - b) Filterdurchbruch
3. Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage
4. Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage

5. Transportunfall über Tage
6. Auswirkungen eines Erdbebens auf die Transportbereitstellungshalle.

Der unter Punkt 1 genannte Störfall Brand des Schweren Manipulator Fahrzeugs kann als radiologisch relevanter Störfall ausgeschlossen werden, da im Rahmen des Brandschutzes Vorsorgemaßnahmen getroffen sind, die geeignet sind, ein nennenswertes Entweichen radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu verhindern (siehe E 1.4.5.3). Dies liegt insbesondere darin begründet, dass immer zwei SMF betriebsbereit sind und jedes Fahrzeug über eine Branderkennung und Löscheinrichtung verfügt. Im Bedarfsfall kann somit das andere SMF den Brand des havarierten SMF löschen und das Fahrzeug bergen. Aufgrund der Isolierung der Gebinde und der Schnelligkeit der Branderkennung und -bekämpfung wird nicht unterstellt, dass die Gebinde selber am Brand beteiligt sind.

Die unter Punkt 2 genannten Störfälle der ZAWA können für radiologische Betrachtungen ausgeschlossen werden, da konstruktive Maßnahmen ein Versagen der Filter ausschließen. Die Filter können nicht in Brand geraten, da sie aus nicht brennbaren Materialien bestehen. Ein Filterdurchbruch wird keine signifikanten radiologischen Auswirkungen haben, da die Filtereinheit aus zwei hintereinander geschalteten Filtern mit einem Abscheidegrad von jeweils 99,95% besteht. Außerdem sind die Filterstränge einschließlich des Ventilators parallel in zweimal hundert Prozent Leistung ausgeführt.

Die Transportfahrzeuge auf dem Gelände der Asse fahren mit einer Geschwindigkeit von weniger als 35 km/h. Transportiert werden Gebinde, die bereits in sichere Transportbehälter umgeladen wurden. Transportiert werden demnach also entweder Betonbehälter vom Typ II (UVBA) oder Gussbehälter vom Typ II (MOSAİK).

Um die Freisetzunganteile zu bestimmen, beziehen wir uns auf die Transportstudie Konrad /6/ und hier auf die Gebindegruppen AGG6 (Bituminierte Abfälle in Betonbehältern), AGG7 (Zementfixierte Abfälle in Betonbehältern) oder AGG8 (Abfälle in Gussbehältern). Nach der Transportstudie Konrad /6/ gilt für den Fall ohne Brand die Belastungsklasse 1 (BK 1) bei der keine Freisetzungen erfolgen. Deshalb wird bei einem Transportunfall auf der 490 m Sohle wie auch bei einem Transportunfall über Tage auf dem Gelände der Asse ohne einen Brand des Fahrzeugs keine Aktivität freigesetzt.

Nur bei einem Fahrzeugbrand BK 2 (bei 30 min thermischer Einwirkung mit 800 °C) oder BK 3 (bei 60 min thermischer Einwirkung mit 800 °C) ist eine Freisetzung aus den Behältern der AGG 8 anzusetzen. Die Aktivitätsfreisetzungen der Transportunfälle über Tage (s. Punkt 5 der Störfallliste) und unter Tage (s. Punkt 3 der Störfallliste) unterscheiden sich nicht, da eine Filterung in beiden Fällen nicht erfolgt.

Für Transportunfälle des Strassen- oder Schienentransports gilt § 49, Abs. 1 /3/ der StrlSchV nicht: Dies ergibt sich aus Absatz 3 des § 49 StrlSchV.

Eine Aktivitätsfreisetzung beim Einwirken eines Erdbebens (s. Punkt 6 der Störfallliste) auf die Transportbereitstellungshalle wird ausgeschlossen. Die Halle wird erdbebensicher ausgelegt, so dass keine Gebäudeteile auf die Gebinde stürzen können. Die Hebezeuge werden ebenfalls erdbebensicher ausgelegt. Es bleibt das Risiko, dass einige Gebinde, die in Dreifachstapeln stehen, abstürzen. Die Fallhöhe beträgt

ca. 4 m. Damit bleibt die Geschwindigkeit, mit der Gebinde auf den Boden auftreffen, unter 35 km/h. Eine Freisetzung ist aufgrund der geringen mechanischen Belastung nicht anzunehmen.

Als radiologisch bedeutsame Störfälle verbleiben damit:

- a) Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs (s. Punkte 3 und 5 der Störfallliste),
- b) Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage (s. Punkt 4 der Störfallliste).

### 3. Radiologisch bedeutsame Störfälle

#### 3.1 Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs

Die größten Auswirkungen hat ein Transportunfall mit Fahrzeugbrand unter Tage, wenn ein Gussbehälter Typ II (MOSAIK) mit dem maximalen Aktivitätsinventar (vgl. Tab. E 2.6-2) transportiert wird. Entsprechend der Transportstudie Konrad /6/ handelt es sich um ein Abfallgebilde der Gruppe AGG8. Die Belastungsklassen sind BK2 (bei 30 min thermischer Einwirkung, 800 °C) oder BK3 (bei 60 min thermischer Einwirkung, 800 °C) mit einer Aufprallgeschwindigkeit kleiner 35 km/h. Für die Belastungsklasse BK2 ergibt sich ein Freisetzungsanteil des Aktivitätsinventars des Gebindes von 1,1E-07 und für die BK3 von 2E-5, jeweils für Teilchen von 0-10 µm AED. Die freigesetzten Aktivitäten werden innerhalb von 1 Stunde über den 11 m hohen Diffusor an die Umgebung abgegeben. In der Tabelle H 3.1-1 sind die an die Umgebung abgegebenen Aktivitäten angegeben.

Nuklid	max. Aktivitätsinhalt im MOSAIK-Behälter [Bq]	BK 2	BK3
		Freisetzung 0-10 µm AED [Bq]	Freisetzung 0-10 µm AED [Bq]
Co-60	1,29E+12	1,42E+05	2,58E+07
Ni-63	1,50E+13	1,65E+06	3,00E+08
Sr-90	2,81E+12	3,09E+05	5,62E+07
Cs-137	4,15E+12	4,90E+05	8,30E+07
Pu-241	7,58E+11	8,34E+04	1,52E+07
Pu-239	2,74E+11	3,01E+04	5,48E+06

Tabelle H 3.1-1: Aktivitätsabgaben über den Diffusor für den Störfall „Brand eines Fahrzeugs beim Transport eines Gussbehälters unter Tage“

Bei der Berechnung der potentiellen Strahlenexposition mit dem maximalen Aktivitätsinventar pro Gebinde und der BK3 ergibt sich, dass die Gruppe der Kinder von 7 bis 12 Jahren die höchstbelastete Personengruppe ist. Die effektive Dosis beträgt für diese Personengruppe 2,7 mSv. Das kritische Organ ist das rote Knochenmark der Kinder von 7 bis 12 Jahren. Die berechnete Dosis für dieses Organ beträgt 9,8 mSv. Planungswerte für die effektive Dosis und Dosis des roten Knochenmarks sind nach § 49, Abs. 1 StrlSchV /3/ jeweils 50 mSv.

In der Tabelle H 3.1-2 ist dargestellt, wie sich die effektive Dosis aus den Einzelbeiträgen zusammensetzt. Außerdem wird für jeden Einzelbeitrag die Aufpunktentfernung zur Quelle angegeben.

<b>Exposition</b>	<b>Dosis [mSv]</b>	<b>Entfernung [m]</b>
Inhalation	0,14	100
Gamma-Submersion	4,0E-07	100
Gamma-Boden	0,91	100
<b>Ingestion</b>		
Blattgemüse	0,05	100
Sonst. Pflanzen	1,22	100
Milch	0,26	100
Fleisch	0,10	100
<b>Summe Ingestion</b>	1,63	100
<b>Summe Exposition</b>	2,68	

Tabelle H 3.1-2: Maximale effektive Dosis für die Referenzperson: Kind 7-12 a Diffusionskategorie D, für den Störfall: „Brand eines Fahrzeugs beim Transport eines Gussbehälters unter Tage“ mit dem maximalen Aktivitätsinventar pro Gebinde und der BK 3 entsprechend /6/

Werden die Rechnungen mit der BK2 durchgeführt, so ergibt sich gegenüber der BK3 eine um den Faktor 5,5E-03 geringere Dosis.

Die Werte liegen für den unterstellten Störfall unterhalb der bei der Planung von Schutzmaßnahmen gegen Störfälle nach § 49 StrlSchV einzuhaltenden Werte.

### 3.2 Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage

Es liegen keine Nachweise vor, dass der Absturz eines Gebindes im Schacht der Hauptförderanlage ausgeschlossen werden kann. Von der Betreiberin wird dieses Szenario ebenfalls als ein zu unterstellendes Ereignis bestätigt.

Im Folgenden wird daher angenommen, dass ein Gebinde im Hauptförderschacht beim Transport von der 490 m Sohle nach Übertage im Schacht der Hauptförderanlage abstürzt. Die Fallhöhe beträgt im ungünstigsten Fall 950 m. Im freien Fall ergibt sich ohne Bremskräfte rechnerisch eine Fallgeschwindigkeit von 492 km/h. Wir gehen davon aus, dass diese Geschwindigkeit vor dem Aufprall nicht erreicht wird, da das Gebinde an die Schachtwände stoßen wird. Die Transportstudie Konrad kann in diesem Fall nicht herangezogen werden, da hier von einer maximalen Aufprallgeschwindigkeit von 110 km/h ausgegangen wurde. Diese Geschwindigkeit wird erheblich überschritten. Es sind zwei Szenarien denkbar:

- Eine UVBA mit einem Drittel des mittleren Aktivitätsinventars stürzt im Schacht ab
- Ein MOSAIK- Behälter mit dem maximalen Aktivitätsinventar (vgl. Tab. E 2.6-2) stürzt im Schacht ab.

Eine UVBA kann entsprechend den Angaben im Kapitel E) nur mit Gebinden beladen werden, die ein Drittel des mittleren Aktivitätsinventars enthalten, sonst muss ein Gussbehälter verwendet werden.

Zur Bestimmung der Freisetzungsteile stehen uns keine Literaturangaben zur Verfügung. Bei der maximalen Aufprallgeschwindigkeit von 110 km/h wird in der Transportstudie Konrad für zementfixierte Abfälle in Betonbehältern ein Freisetzungsteil von rund 0,3% angegeben. Der maximale Freisetzungsteil, der in der Transportstudie Konrad ermittelt wurde, beträgt 10%. Freisetzungsteile von 10% werden jedoch nur bei gleichzeitiger thermischer Einwirkung (Brand) und nur bei einigen Abfallgebindergruppen erreicht. Um die Auswirkungen eines Gebindeabsturzes im Schacht der Hauptförderanlage darstellen zu können, haben wir konservative Annahmen für die Freisetzungsteile getroffen. Zwischen den Freisetzungsteilen und den berechneten Dosiswerten besteht ein linearer Zusammenhang.

Wegen der hohen Aufprallgeschwindigkeit unterstellen wir, dass der UVBA Behälter weitgehend zerstört wird. Dabei werden 50% des Inventars eines UVBA Behälters freigesetzt. Wir unterstellen außerdem, dass die Hälfte dieses freigesetzten Anteils der Aktivität beim Transport durch die Schachtanlage abgelagert wird. Die übrige Aktivität wird über den Diffusor an die Umgebung abgegeben.

Beim MOSAIK- Behälter kann nicht ausgeschlossen werden, dass beim mehrfachen Anschlagen des Behälters an die Schachtwände während des Absturzes der Verschluss so stark beansprucht wird, dass der Deckel abspringt. Der übrige MOSAIK- Behälter übersteht den Aufprall. Wir gehen von dem für die Beladung eines MOSAIK – Behälters maximalen Inventar (vgl. Tab. E 2.6-2) aus, dass zu 0,1% freigesetzt wird. Die Hälfte dieses freigesetzten Inventars wird außerdem beim Transport im Schacht abgelagert. In der Tabelle H 3.2-1 sind die über den Diffusor abgegebenen Aktivitäten angegeben.

Nuklid	UVBA			MOSAIK		
	mittlerer Aktivitätsinhalt pro Fass 2009 [Bq]	1/3 der mittleren Aktivität [Bq]	Abgabe über Diffusor [Bq]	maximaler Aktivitätsinhalt im MOSAIK- Behälter [Bq]	Behälter 0,1% Freisetzung [Bq]	Abgabe über Diffusor [Bq]
Co-60	4,05E+10	1,35E+10	3,37E+09	1,29E+12	1,29E+09	6,45E+08
Ni-63	4,98E+11	1,66E+11	4,15E+10	1,50E+13	1,50E+10	7,50E+09
Sr-90	9,28E+10	3,09E+10	7,74E+09	2,81E+12	2,81E+09	1,41E+09
Cs-137	1,37E+11	4,57E+10	1,14E+10	4,15E+12	4,15E+09	2,08E+09
Pu-241	2,47E+10	8,23E+09	2,06E+09	7,58E+11	7,58E+08	3,79E+08
Summe	7,94E+11	2,65E+11	6,61E+10	2,40E+13	2,40E+10	1,20E+10
Pu-239	9,04E+09	3,01E+09	7,53E+08	2,74E+11	2,74E+08	1,37E+08

Tabelle H 3.2-1: Über den Diffusor abgegebene Aktivität für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“

Die Freisetzungen beim Absturz einer UVBA liegen höher als beim MOSAIK- Behälter. Für die Berechnung der Strahlenexposition wird daher die Freisetzung aus der UVBA zugrunde gelegt.

Bei der Berechnung der potentiellen Strahlenexposition ergibt sich, dass die Gruppe der Kinder von 12 bis 17 Jahren die höchstbelastete Personengruppe ist. Die effektive Dosis beträgt für diese Personengruppe 102 mSv. Das kritische Organ ist das rote Knochenmark der Kinder von 7 bis 12 Jahren. Die berechnete Dosis für dieses Organ beträgt 326 mSv. Planungswerte für die effektive Dosis und Dosis des roten Knochenmarks sind nach § 49 Abs. 1 StrlSchV /3/ jeweils 50 mSv.

In der Tabelle H 3.2-2 ist dargestellt, wie sich die effektive Dosis aus den Einzelbeiträgen zusammensetzt. Außerdem wird für jeden Einzelbeitrag die Aufpunktentfernung zur Quelle angegeben.

Exposition	Dosis	Entfernung
	[mSv]	[m]
Inhalation	32,5	100
Gamma-Submersion	6E-08	100
Gamma-Boden	23,8	100
<b>Ingestion</b>		
Blattgemüse	1,7	100
Sonst. Pflanzen	33,2	100
Milch	7,1	100
Fleisch	3,8	100
<b>Summe Ingestion</b>	45,9	100
<b>Summe Exposition</b>	102	

Tabelle H 3.2-2: Maximale effektive Dosis für die Referenzperson: Kind 12-17 a Diffusionskategorie E, für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“

In der Tabelle H 3.2-3 wird der Vergleich der berechneten potentiellen Strahlenexpositionen mit den Planungswerten nach § 49, Abs. 1 StrlSchV /3/ dargestellt. Der Vergleich erfolgt für die ermittelten maximalen Organdosen.

Organ	Dosis	Planungswert		Referenzperson	Aufpunkt	Diffusionskategorie
	[mSv]	[mSv]	[%]			
Blase	37,9	150	25	2-7	100	E
Brust	38,4	150	26	2-7	100	E
O-Dickdarm	44,9	150	30	2-7	100	E
U-Dickdarm	70,9	150	47	2-7	100	E
Dünndarm	35,9	150	24	2-7	100	E
Gehirn	37,3	150	25	2-7	100	E
Haut	39,7	500	8	2-7	100	E
Hoden	49,8	50	100	12-17	100	E
Kn.-Oberfl.	1730	300	576	12-17	100	E
Leber	318	150	212	Erwachsener	100	F

Lunge	65,8	150	44	12-17	100	E
Magen	36,6	150	24	2-7	100	E
Milz	36,1	150	24	2-7	100	E
N.-Nieren	35,1	150	23	2-7	100	E
Nieren	38,8	150	26	2-7	100	E
Ovarien	49,9	50	100	12-17	100	E
Pankreas	34,7	150	23	2-7	100	E
R.-Kn.Mark.	326	50	652	7-12	100	E
Schilddr.	40,4	150	27	2-7	100	E
Thymus	37,1	150	25	2-7	100	E
Uterus	34,0	50	68	2-7	100	E
effektiv	102	50	205	12-17	100	E

Tabelle H 3.2-3: Vergleich der berechneten Strahlenexposition für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“ mit den Planungswerten nach § 49, Abs. 1 StrlSchV

Die Dosiswerte in den Aufpunkten liegen für die effektive Dosis sowie die Organe Hoden, Knochenoberfläche, rotes Knochenmark, Leber, Ovarien und Uterus über den bei der Planung von Schutzmaßnahmen gegen Störfälle nach § 49, Abs. 1 StrlSchV /3/ einzuhaltenden Werten. Es wird daher empfohlen zu prüfen, ob durch entsprechende Nachrüstmaßnahmen (z.B. durch Einbau von Bremsbändern) die Hauptförderanlage so ausgelegt werden kann, dass ein Behälterabsturz nicht mehr zu unterstellen ist. Die Realisierung einer solchen Nachrüstmaßnahme beeinflusst auch die in Anlage 7 dargestellte Terminplanung.

#### 4 Zusammenfassung

Als radiologisch bedeutsame Störfälle wurden folgende Störfälle betrachtet:

- a) Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs und
- b) Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage.

Für den Störfall „Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs“ werden die Planungswerte gemäß § 49, Abs. 1 StrlSchV eingehalten.

Als Ereignis mit den höchsten berechneten Dosiswerten erweist sich der „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“. Sowohl der Planungswert für die effektive Dosis als auch einige Planungswerte für Organe gemäß § 49, Abs. 1 StrlSchV werden für die jeweilige Referenzperson überschritten. Ausreichende technische Maßnahmen zur Vermeidung eines solchen Störfalles sind für andere Endlager bereits realisiert. Deren Anwendbarkeit sollte auch für die Asse geprüft werden.



## I) Kostenabschätzung

Bei der Schätzung der Kosten für die Rückholung der MAW- Abfälle hat die nicht spezifizierbare Anzahl der Behälter wesentlichen Einfluss. Damit müssen die Kosten für die „Auslagerung ohne Konditionierung“ und die „Auslagerung mit Konditionierung“ unter den verschiedenen Randbedingungen betrachtet werden, um die maximal möglichen Kosten zu ermitteln.

### Normaler Verfahrensablauf

#### Auslagerung ohne Konditionierung

Ifd. Nr.	Variante der Handhabung der MAW - Gebinde	Kosten in €		Kosten in €	
		Variante 1		Variante 2	
		MOSAIK	UVBA	MOSAIK	UVBA
0	Genehmigungsverfahren	2.000.000		2.000.000	
1	Anpassungen am Grubengebäude	1.863.750		1.936.750	
2	Ausrüstungen zur Handhabung der MAW - Gebinde, einschließlich Montage, Wartung, Instandhaltung, Demontage	34.060.800		40.537.300	
3	Behälter und Behälterzubehör	81.835.000	21.776.000	81.835.000	21.776.000
4	Transportbereitstellungshalle	5.400.000	4.900.000	5.400.000	4.900.000
5	Transporte	1.378.000	466.400	1.378.000	466.400
6	Konditionierung				
7	Endlagerung	21.141.250	21.141.250	21.141.250	21.141.250
8	Entsorgung der Sekundärreststoffe	1.260.000		1.150.000	
9	Personalaufwand	8.470.000	6.340.000	8.470.000	6.340.000
10	Bauzeitverlängerung	12.000.000		12.000.000	
	<b>Summen</b>	<b>169.408.800</b>	<b>105.808.200</b>	<b>175.848.300</b>	<b>112.247.700</b>

Tabelle I-1: Kostenabschätzung - Normaler Verfahrensablauf, Auslagerung ohne Konditionierung

#### Auslagerung mit Konditionierung

Ifd. Nr.	Variante der Handhabung der MAW - Gebinde	Kosten in €	
		Variante 1	Variante 2
0	Genehmigungsverfahren	2.000.000	
1	Anpassungen am Grubengebäude	1.863.750	1.936.750
2	Ausrüstungen zur Handhabung der MAW - Gebinde, einschl. Montage, Wartung, Instandhaltung, Demontage	34.060.800	40.537.300
3	Behälter und Behälterzubehör	42.156.780	
4	Transportbereitstellungshalle	5.400.000	
5	Transporte	4.406.400	
6	Konditionierung	17.360.000	
7	Endlagerung	40.145.000	
8	Entsorgung der Sekundärreststoffe	1.260.000	1.150.000
9	Personalaufwand	6.470.000	
10	Bauzeitverlängerung	12.000.000	
	<b>Summen</b>	<b>167.122.730</b>	<b>173.562.230</b>

Tabelle I-2: Kostenabschätzung - Normaler Verfahrensablauf, Auslagerung mit Konditionierung

## Sofortmaßnahme

### Auslagerung ohne Konditionierung

Ifd. Nr.	Variante der Handhabung der MAW - Gebinde	Kosten in €		Kosten in €	
		Variante 1		Variante 2	
		MOSAIK	UVBA	MOSAIK	UVBA
1	Anpassungen am Grubengebäude	1.863.750		1.936.750	
2	Ausrüstungen zur Handhabung der MAW - Gebinde, einschl. Montage, Wartung, Instandhaltung, Demontage (einschließlich QS- Spezifikation)	34.110.800		40.587.300	
3	Behälter und Behälterzubehör	81.835.000	21.776.000	81.835.000	21.776.000
4	Transportbereitstellungshalle	5.400.000	4.900.000	5.400.000	4.900.000
5	Transporte	1.378.000	466.400	1.378.000	466.400
6	Konditionierung				
7	Endlagerung	21.141.250	21.141.250	21.141.250	21.141.250
8	Entsorgung der Sekundärreststoffe	1.260.000		1.150.000	
9	Personalaufwand	7.490.000	5.370.000	7.490.000	5.370.000
10	Bauzeitverlängerung	12.000.000		12.000.000	
	<b>Summen</b>	<b>166.478.800</b>	<b>102.888.200</b>	<b>172.918.300</b>	<b>109.327.700</b>

Tabelle I-3: Kostenabschätzung - Sofortmaßnahme, Auslagerung ohne Konditionierung

### Auslagerung mit Konditionierung

Ifd. Nr.	Variante der Handhabung der MAW - Gebinde	Kosten in €	
		Variante 1	Variante 2
1	Anpassungen am Grubengebäude	1.863.750	1.936.750
2	Ausrüstungen zur Handhabung der MAW - Gebinde, einschl. Montage, Wartung, Instandhaltung, Demontage (einschließlich QS- Spezifikation)	34.110.800	40.587.300
3	Behälter und Behälterzubehör	42.156.780	
4	Transportbereitstellungshalle	5.400.000	
5	Transporte	4.406.400	
6	Konditionierung	17.360.000	
7	Endlagerung	40.145.000	
8	Entsorgung der Sekundärreststoffe	1.260.000	1.150.000
9	Personalaufwand	5.500.000	
10	Bauzeitverlängerung	12.000.000	
	<b>Summen</b>	<b>164.202.730</b>	<b>170.642.230</b>

Tabelle I-4: Kostenabschätzung - Sofortmaßnahme, Auslagerung mit Konditionierung

Das Genehmigungsverfahren unter Ifd. Nr. 0 betrifft die Genehmigung zur Rückholung der MAW- Abfälle. Die Kosten für die Genehmigung der Transportbereitstellung sind sowohl für den normalen Verfahrensablauf, als auch für die Sofortmaßnahme, entsprechend der Terminplanung (Anlagen 7 und 8) unter Ifd. Nr. 4 enthalten.

Die Kostenabschätzung der Anpassungen am Grubengebäude unter lfd. Nr. 1 und der Bauzeitverlängerung unter lfd. Nr. 10 wurde durch die HMGU vorgenommen.

Die lfd. Nr. 2 enthält die Ausrüstungen zur Handhabung der MAW- Gebinde. Alle wesentlichen Ausrüstungen bzw. Ausrüstungsteile werden entsprechend der Verfahrensgrundsätze im Kapitel E unter Punkt 1.1 redundant und/ oder diversitär geplant. Außerdem werden die Wartung, Reparatur und Demontage der Ausrüstungen durch Personal der zuliefernden Firmen, die Hard- und Software für die Reststoffverfolgung und die Probenahme einschließlich der dafür notwendigen Transporte berücksichtigt.

Die Kostenpositionen für Behälter unter lfd. Nr. 3 enthalten die Kosten der maximalen Anzahl an MOSAIK – Behältern und UVBA bzw. bei Auslagerung mit Konditionierung die Anzahl an Konradcontainern Typ IV zur Verpackung aller 1301 Gebinde aus der MAW- Kammer. Die tatsächlichen Kosten für die Behälter würden sich demnach zwischen diesen Werten bewegen. Außerdem werden 20 Stück 20' open all – Container für den Transport der MOSAIK – Behälter und/ oder der UVBA zum Endlager Konrad bzw. 12 Stück 20' open all – Container für den Transport der MOSAIK – Behälter zur HDB geplant. Das Behälterzubehör umfasst die erforderliche Anzahl an Transportgestellen und Stoßdämpfern für MOSAIK – Behälter, Traversen, Anschlagmittel und Adapter, Zubehör zur Abfertigung der MOSAIK – Behälter, Werkzeuge sowie Hilfs- und Verbrauchsmittel für die WKP der MOSAIK – Behälter einschließlich Reserveausrüstungen.

Die unter lfd. Nr. 4 für die Transportbereitstellungslagerung aufgeführten Kosten beinhalten die Kosten für die Genehmigung der Halle, die Erstellung und Prüfung der Antragsunterlagen, Bau und Inbetriebsetzung der Halle ohne Grundstück und den Betrieb der Halle über 6 Jahre.

Die Kosten für Transporte unter lfd. Nr. 5 enthalten entsprechend der Kosten für die maximale Anzahl der Behälter die Kosten für die Transporte der jeweiligen Behältertypen.

Unter der lfd. Nr. 6 sind die maximalen Konditionierungskosten angegeben. Sie beziehen sich auf das Umpacken aller Gebinde der MAW- Kammer in Konradcontainer Typ IV und deren Vergießen.

Die Endlagerkosten unter lfd. Nr. 7 enthalten wie die Behälter- und die Transportkosten die Kosten für die Endlagerung aller Gebinde der MAW- Kammer in der jeweiligen Behälterart.

Die Kosten für die Entsorgung der Sekundärreststoffe unter lfd. Nr. 8 berücksichtigen die Transporte, die Dekontamination, Behandlung, Freimessung und Entsorgung der im Kap. E unter Punkt 8 genannten Massen an Ausrüstungen.

Der Personalkosten unter lfd. Nr. 9 entsprechend der Aufwandschätzung im Kap. F wurden mit branchenüblichen Stundensätzen für Ingenieure und Handwerker mit Aufschlägen für den durchgehenden Dreischichtbetrieb während der Durchführung der Rückholung der MAW- Gebinde ermittelt.

Tabelle I-1 zeigt, dass die Auslagerung ohne Konditionierung bei normalem Verfahrensablauf mit Genehmigung bei Einsatz des SMF und der ausschließlichen Verwendung von MOSAIK – Behältern die höchsten Kosten mit sich bringt.

Dagegen wäre eine Auslagerung ohne Konditionierung als Sofortmaßnahme im Rahmen der Gefahrenprävention bei Einsatz des Faltkrans mit Teleskoparmausleger und Fasszangengreifer und bei ausschließlicher Verwendung von UVBA nach Tabelle I-3 die kostengünstigste Möglichkeit.

Im Gegensatz zur erstgenannten Herangehensweise, die technisch und genehmigungsrechtlich möglich wäre, ist die letztere durch die nicht für alle MAW- Gebinde ausreichende Abschirmwirkung der UVBA und die ebenfalls nicht für alle MAW- Gebinde in UVBA erfüllbaren Annahmebedingungen Konrad nicht möglich und damit nur ein theoretischer unterer Grenzwert.

Die realen Kosten der Rückholung der MAW- Abfälle würden sich zwischen diesen beiden Extremwerten bewegen. Die folgende Tabelle zeigt ein Beispiel für eine mittlere Abschätzung.

Ifd. Nr.	Kosten in €	
	Variante der Handhabung der MAW - Gebinde	Variante 2
1	Anpassungen am Grubengebäude	1.936.750
2	Ausrüstungen zur Handhabung der MAW - Gebinde, einschl. Montage, Wartung, Instandhaltung, Demontage (einschließlich QS- Spezifikation)	40.587.300
3	Behälter und Behälterzubehör	55.883.500
4	Transportbereitstellungshalle	5.900.000
5	Transporte	1.472.400
6	Konditionierung	2.000.000
7	Endlagerung	23.328.750
8	Entsorgung der Sekundärreststoffe	1.150.000
9	Personalaufwand	6.470.000
10	Bauzeitverlängerung	12.000.000
	<b>Summe</b>	<b>150.728.700</b>

Tabelle I-5: Mittelnde Abschätzung der Kosten für die Rückholung der MAW- Gebinde

Hierfür wurden folgende Annahmen getroffen:

- die Rückholung der MAW- Gebinde erfolgt als Sofortmaßnahme,
- es verbleibt kein Gebinde in der MAW- Kammer,
- die Handhabung der MAW- Gebinde erfolgt nach Variante 2 mit SMF,
- 751 MAW- Gebinde erfordern die Verpackung in MOSAIK- Behälter,
- 400 Gebinde aus der MAW- Kammer können in UVBA verpackt werden,
- 150 Gebinde aus der MAW- Kammer können in Konradcontainer Typ IV verpackt werden, womit eine Konditionierung erforderlich wird und
- die Transportbereitstellung erfolgt am Standort der Asse.

Die externe Aufbewahrung als Alternative zur Transportbereitstellung am Standort der Asse wurde hier nicht betrachtet. Bei einer Aufbewahrung der Endlagerbehälter in einem externen Zwischenlager für einen Zeitraum bis zu 6 Jahren, wie sie hier angesetzt wurde, sind die Kosten voraussichtlich deutlich geringer, als die Transportbereitstellung am Standort der Asse.

Für die Endlagerung der Behälter im Endlager Konrad wurden 12.500 €/m<sup>3</sup> angesetzt. Die Abschätzung der sonstigen Kosten basiert auf dem Preisstand 2008.

Die Kosten für die Produktkontrolle der MAW- Abfälle wurden aufgrund des noch zu klärenden Umfangs nicht berücksichtigt.

Eine deutliche Kostenerhöhung kann durch eine längere als die angegebene Zwischenlagerung bzw. durch die Bereitstellung zusätzlicher Zwischenlagerkapazitäten auftreten.

Die Kosten einer Konditionierung von MAW- Gebinden, die zu einer Aufteilung des Gebindes auf mehrere Endlagerbehälter führt sowie die hierfür anfallenden Behälter- und Endlagerkosten bewegen sich im Bereich der Unsicherheiten der Kostenschätzung.

## **J) Zusammenfassende Bewertung**

### **1. Technische Bewertung**

Die Rückholung der MAW- Abfälle aus der Schachtanlage Asse ist technisch möglich. Dabei müssen alle 1301 Gebinde in der MAW – Kammer als Charge betrachtet werden. Inwieweit diese Annahme umgesetzt werden kann, ist noch nicht abschließend geklärt. Im Bedarfsfall sind umfangreichere Stichprobenprüfungen und Einzelfallbetrachtungen im Hinblick auf die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen Konrad erforderlich, die zu einer höheren Dosis für das Personal, zu höheren Kosten und einem größeren Zeitbedarf führen können.

Die technischen Möglichkeiten der Rückholung der MAW- Gebinde sind vorrangig nach

- der Mobilität beim Greifen und Transportieren der Gebinde,
- der Flexibilität bei Interventionen bedingt durch unvorhergesehene Ereignisse,
- der Anpassung von technologischen Abläufen an den Erkenntnisgewinn während der Vorbereitung und Durchführung der Rückholung und vor allem
- der Möglichkeit, bestehendes technisches know how zu nutzen

zu bewerten.

Aus technischer Sicht wäre demnach die Rückholung der MAW- Gebinde mittels des Schweren Manipulatorfahrzeugs (SMF) zu empfehlen. Die Defizite der technologischen Parameter des SMF, insbesondere die noch zu geringe Tragfähigkeit, erscheinen aus technischer Sicht kompensierbar bzw. abstellbar.

Die MAW- Gebinde werden vom SMF, das mit Greifern ausgerüstet ist, aufgenommen und in der Abschirmkulissee auf der Hubvorrichtung abgestellt. Dort werden Dosisleistung und Masse bestimmt. Die Abschirmkulissee wird auf die 490-m-Sohle gehoben. Mit dem Dreibackengreifer wird das Gebinde in der Abschirmkulissee gegriffen und in den Abschirm- und Transportbehälter (ATB) verladen. Danach erfolgt die Abfertigung des ATB. Als ATB können MOSAIK – Behälter und Ummantelte Verlorene Betonabschirmungen verwendet werden.

Die ATB werden in einem am Standort zu errichtenden oder einem externen Zwischenlager bis zum Transport in das Endlager Konrad oder zur Konditionierung in der HDB aufbewahrt.

Die Konditionierung mittels Umpacken in Konradcontainer Typ IV, die aufgrund ihrer Masse nicht in der Asse eingesetzt werden können, sollte aus Sicht der Beschaffung der notwendigen Anzahl an MOSAIK- Behältern im begrenzten Zeitraum und aus Kostengründen für möglichst viele MAW- Gebinde vorgesehen werden.

Eine externe Zwischenlagerung der verpackten MAW- Gebinde wäre zu bevorzugen.

Die Auslegung der Hebezeuge, Lastanschlagmittel (LAM) und Lastanschlagpunkte nach BGV D 6 (VBG 9) wird als ausreichend angesehen, da Schäden an den Winkelringdeckeln der für die Verpackung der MAW- Abfälle verwendeten Rollreifenfässer nicht ausgeschlossen werden können und deshalb durch zusätzliche oder erhöhte Anforderungen an das LAM und das Hebezeug kein Zugewinn im Sinne der Rückhol- oder Absturzsicherheit erreicht werden kann.

Die Arbeiten bis zum Abschluss der Rückholung der MAW- Gebinde würden als Sofortmaßnahme mit Aufsichtlicher Anordnung ca. 4,5 Jahre dauern. Dabei ist zu beachten, dass die Ablaufplanung auf vergleichenden Schätzwerten basiert und nur Orientierungswerte liefern kann.

Von der Ablaufplanung ableitend, wird der personelle Aufwand mit 60 bis 80 Mannjahren abgeschätzt. Der Aufwand für die Produktkontrolle der MAW- Abfälle wurde aufgrund des noch zu klärenden Umfangs nicht berücksichtigt.

Es muss mit Kosten von ca. 150 Mio € gerechnet werden, wobei diese Abschätzung die Kosten für die Produktkontrolle der MAW- Abfälle aufgrund des noch zu klärenden Umfangs nicht berücksichtigt. Darüber hinaus kann eine deutliche Kostenerhöhung durch eine längere als die angegebene ca. 4,5 Jahre dauernde Zwischenlagerung bzw. durch die Bereitstellung zusätzlicher Zwischenlagerkapazitäten auftreten.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Gebinde derart zerstört sind, dass eine Handhabung nicht möglich ist und diese Gebinde in der MAW- Kammer zurückgelassen werden müssen.

Auch bei einer Rückholung der MAW- Gebinde als Sofortmaßnahme kann infolge der nicht vorhandenen Informationen über den Zustand der MAW- Gebinde und der hier nicht berücksichtigten bergtechnischen Aspekte nicht ausgeschlossen werden, dass die Arbeiten über 2014 hinaus andauern.

## **2. Ergebnisse der Erfordernisprüfung zur Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse**

### **2.1 Aufgabenstellung**

Im Sinne der Anforderungen des § 6 StrlSchV, wonach jede unnötige Exposition zu vermeiden ist, wird das Erfordernis einer Rückholung untersucht. Hierzu wird der mögliche Nutzen einer Rückholung realen Strahlenexpositionen einerseits und möglichen Risiken andererseits gegenübergestellt.

Hierbei ist zu zeigen,

- ob ein Nutzen durch eine deutliche Reduktion der Risiken infolge der Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse gegeben ist,
- ob mit der Rückholung neue Störfallrisiken verbunden sind,
- ob mit der Rückholung Strahlenexpositionen der Bevölkerung und des Personals verbunden sind und
- inwiefern sich aus dieser Betrachtung wiederum Konsequenzen für das genehmigungsrechtliche Verfahren ergeben.

Insbesondere können die Störfallrisiken, die durch die Rückholung entstehen, direkt mit dem Nutzen der Rückholung verglichen werden, während die Strahlenexpositionen der Bevölkerung und des Personals reale Belastungen sind und nicht direkt mit Störfallrisiken verrechnet werden können. Diese Parameter können nur qualitativ in eine Erfordernisprüfung eingehen (Verhältnismäßigkeitsprüfung).

### **2.2 Nutzen der Rückholung**

In der MAW – Kammer der Schachanlage Asse lagern 1293 Fässer mit mittelradioaktiven Abfällen sowie 8 Fässer mit schwach radioaktivem Inhalt. Das Aktivitätsinventar dieser Fässer entspricht ungefähr der Hälfte des Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse /2/. Darüber hinaus handelt es sich bei den Abfällen um Stoffe aus der Wiederaufarbeitung, die somit im Wesentlichen kernnah eingesetzt waren und Kontaminationen mit Kernbrennstoffen haben können. Im Rahmen der Untersuchung zur Rückholung der mittelaktiven Abfälle ist auch festzustellen, ob ein Nutzen mit der Rückholung dieser Abfälle verbunden ist. Dieser Nutzen könnte darin bestehen, dass gerade die radioökologisch relevanten Alphastrahler in diesen MAW-Abfällen vorhanden sind und durch eine Rückholung dieser Abfälle eine wesentliche Reduktion der Strahlenbelastung für die Bevölkerung gegeben wäre. Dabei ist zu beachten, dass eine eventuelle Rückholung der Abfälle sehr zeitnah (bis 2013) erfolgen muss (s. Leistungsbeschreibung), da ab 2014 die Stabilität des Grubengebäudes bereits durch die Verfüllmaßnahmen gewährleistet sein soll und insofern dann eine Rückholung weder möglich noch sinnvoll ist. Da der hier zu betrachtende Gefährdungszeitraum sich nur von heute bis 2014 erstreckt, wird der mit der Rückholung verbundene Nutzen somit umso größer, je früher die Rückholung abgeschlossen ist. Im Rahmen dieser Untersuchung kommen wir zu folgendem Ergebnis:



1. Innerhalb des zur Verfügung stehenden Zeitraumes wird ein normaler Verfahrensablauf als nicht zielführend angesehen, so dass nur eine Sofortmaßnahme im Rahmen der Gefahrenprävention zu einem sicherheitstechnischen Gewinn im Hinblick auf die Störfallanalyse führt.
2. Die Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse ist technisch möglich.
3. Der Nutzen der Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse wird durch folgende Randbedingungen jedoch deutlich reduziert:
  - Der Zeitraum zwischen dem möglichen Abschluss der Rückholung der MAW-Abfälle und dem Abschluss aller Maßnahmen des Stilllegungskonzeptes wird mit großer Wahrscheinlichkeit sehr gering sein (weniger als ein Jahr).
  - Die Stilllegungsarbeiten in der Schachtanlage Asse müssen durch die Arbeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle zumindest für den Bereich der MAW-Kammer und die sie umgebenden Bereiche ausgesetzt werden und werden damit verzögert.
  - Eine Beeinträchtigung der Stilllegungsarbeiten in anderen Bereichen durch die Nutzung der Hauptförderanlage für die Arbeiten zur Rückholung der MAW- Abfälle kann nicht ausgeschlossen werden.
4. In der Langzeitsicherheitsanalyse /25/ wird festgestellt, dass die Abfälle im MAW-Fasskegel im Falle eines Laugenzutritts trocken bleiben und somit keinen Einfluss auf die Strahlenexposition der Bevölkerung ausüben. Auch bei einer alternativen Szenarienbetrachtung, in der ein Lösungszutritt in den Fasskegel unterstellt wird, ergeben sich wegen der möglichen Strahlenexposition der Bevölkerung keine Unterschiede, ob das Aktivitätsinventar der MAW-Fässer mobilisiert wird oder nicht (s. Abschnitt 7.5.6. in /25/).
5. Bei den MAW-Abfällen handelt es sich um Strukturmaterialien aus dem kernnahen Bereich, die bei der Wiederaufarbeitung von Brennelementen in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) angefallen sind. Diese Materialien sind üblicherweise während des Betriebes im Kernkraftwerk einer starken Strömung des Kühlmediums ausgesetzt und liegen nun in Fässern einzementiert vor. Die Auslaugbarkeit der Radionuklide wird von uns als sehr gering eingestuft, da zum einen die Zementierung des Abfalls schützend wirkt, zum anderen die Radionuklide zum wesentlichen Teil als Aktivierung des Materials vorliegen und somit nicht auslaugbar sind. Dies gilt insbesondere für die Brennelementhüllrohre, die während der Wiederaufarbeitung einem speziellen chemischen Reinigungsprozess unterworfen waren. Darüber hinaus sind die für die Dosis der Bevölkerung wesentlichen Alphanuklide zu 92% in den LAW-Abfällen /2/ und dort weiterhin einem Lösungszutritt ausgeliefert. Eine Rückholung der MAW-Abfälle ändert somit an diesem Potenzial nichts. Wir stimmen daher mit der Langzeitstudie überein, dass die MAW-Abfälle nur einen sehr geringen Anteil an einer möglichen Strahlenbelastung der Bevölkerung infolge eines Laugenzutrittes in der Asse haben werden.

Als weitere mögliche Unsicherheiten bei der technischen Umsetzung und im Ablauf der Rückholung der MAW- Abfälle wurden festgestellt:

- Unsicherheiten bei der Beschaffung der benötigten Behälter in der zur Verfügung stehenden Zeit, d.h. durch Lieferverzug z.B. bei den MOSAIK-Behältern kann die rechtzeitige Rückholung deutlich verzögert werden, so dass kein Nutzen entsteht,
- Genauigkeit der Kostenschätzung
  - durch teilweise erstmals unter Tage und unter radiologischen Randbedingungen eingesetzte Technik,
  - durch die nicht spezifizierbare Anzahl der unterschiedlichen Behälter und
  - durch notwendige Einzelfertigung von Ausrüstungen sowie
- Genauigkeit der Ablaufplanung und der Aufwandsabschätzung durch z.B. erstmaligen Einsatz von Technik zur Dichtheitsprüfung unter Tage in der spezifischen Atmosphäre der Asse.

Diese Unsicherheiten können ebenfalls den Nutzen der Rückholung negativ beeinflussen.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass eine Verfüllung der Kammer 8a auch dann notwendig ist, wenn nur wenige Fässer zurück bleiben. Der zeitliche Aufwand für die Errichtung der Strömungsbarrieren und der Verfüllung wird von der Betreiberin auf ca. 1,5 Jahre beziffert. Da diese Maßnahmen erst im Anschluss zur Rückholung realisiert werden können, wäre ein Abschluss dieser Maßnahmen erst gegen Ende 2014 zu erwarten. Die geplanten Stilllegungsmaßnahmen (auch die der LAW- Abfälle) werden somit durch die Maßnahmen zur Rückholung verzögert.

Aus den o.g. Aspekten ergibt sich somit kein deutlich erkennbarer Nutzen für die Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse.

### **2.3 Störfallrisiken infolge der Rückholung**

Als radiologisch bedeutsame Störfälle wurden folgende Ereignisse betrachtet:

1. Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage mit Brand des Fahrzeugs und
2. Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage.

Für die höchstbelastete Personengruppe (Kinder 7-12 Jahre) ergibt sich für das Ereignis „Transportunfall auf der 490 m Sohle“ eine potenzielle Strahlenexposition von ca. 2,7 mSv. Die Planungswerte des § 49 Abs. 1 StrlSchV werden somit eingehalten. Als Ereignis mit den höchsten berechneten Dosiswerten erweist sich der „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“. Bei dem unterstellten Szenario würde eine effektive Dosis für die Bevölkerung am Aufpunkt von 102 mSv sowie eine Dosis von 326 mSv für die Knochenoberfläche erreicht werden. Der Planungswert sowohl für die effektive Dosis als auch für einige Organe gemäß § 49 Abs. 1 StrlSchV werden somit für die jeweilige Referenzperson zum Teil deutlich überschritten. Es beste-

hen aber Möglichkeiten für technische Nachrüstmaßnahmen, deren Anwendbarkeit für die Schachtanlage Asse II geprüft werden sollte.

Alternative Varianten zur Rückholung der MAW-Abfälle mit dem Verpacken der Gebinde und der Umlagerung in eine neu aufzufahrende Kammer wurde in Hinsicht auf den nicht spezifizierten Ort des Laugenzutritts und den damit nicht erzielbaren Sicherheitsgewinn nicht verfolgt. Zudem bestehen die größten Unsicherheiten und Risiken in der Vorbereitung und Handhabung der MAW-Gebinde bis zu ihrer Verpackung. Sind die Verpackungen verschlossen, ist der Aufwand zum Abtransport aus der Schachtanlage relativ gering.

Während der Rückholung können als Folge der zusätzlichen Bergbaumaßnahmen weitere Lösungszutritte begünstigt werden, d.h. die bergbaulichen Maßnahmen zur Rückholung erhöhen nicht sondern verschlechtern die technische Sicherheit der Schachtanlage /26/.

Im Rahmen der Rückholung ist auch eine Öffnung der MAW-Kammer erforderlich. Für den Fall des vorzeitigen Lösungszutritts stellt die Betreiberin der Schachtanlage Asse fest, dass bei Feststellung des vorzeitigen Lösungszutritts noch ausreichend Zeit besteht, die MAW-Kammer entsprechend dem Schließungskonzept mit Sorel-Beton zu verfüllen. Diese Aussage ist unabhängig von den dann bereits eingeleiteten Maßnahmen zur Rückholung, d.h. die MAW-Abfälle können in jedem Fall noch rechtzeitig gesichert werden. Unter der Annahme, dass die Betrachtung der Störfallszenarien aus der Langzeitsicherheitsstudie auch für den Zeitraum bis 2014 zutreffend ist, ist somit eine Risikoerhöhung durch die Öffnungsmaßnahmen nicht gegeben. Die im o.g. Abschnitt aufgeführten Aussagen aus der Langzeitstudie sind somit weiterhin zutreffend und gelten auch hinsichtlich der MAW-Abfälle für den Zeitraum vor 2014.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass übereinstimmend mit der Langzeitsicherheitsstudie die MAW-Abfälle bei einem vorzeitigen Laugenzutritt in die Schachtanlage Asse keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen bewirken werden. Dem gegenüber sind aber bei der Rückholung der MAW-Abfälle Störfälle zu unterstellen, die zum Teil erhebliche Auswirkungen haben können, da ein Absturz eines Gebindes im Förderschacht nicht ausgeschlossen werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass nicht alle Gebinde aufgrund ihres äußeren Zustandes oder ihres Aktivitätsinventars geborgen werden können, so dass ein erheblicher Teil der Aktivität auch zurück bleiben könnte. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass durch das Auffahren neuer Zugänge und Räume die Stabilität des Grubengebäudes weiter geschwächt wird und so ein Laugenzutritt eher begünstigt wird. Mit der Rückholung der MAW-Abfälle aus der Kammer 8a ist daher kein Sicherheitsgewinn verbunden.

## **2.4 Strahlenexposition des Personals infolge der Rückholung**

Es muss davon ausgegangen werden, dass das Personal im Rahmen der Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse und der weiteren Konditionierung und mit einer Kollektivdosis von ca. 400 mSv (Variante MOSAIK- und UVBA-Behälter) belastet wird. Diese Kollektivdosis entspricht ungefähr der Dosis, die bei der Entsorgung in allen deutschen Kernkraftwerken zusammen anfällt /27/. Deutliche Unterschiede bestehen aber in der Individualdosis, die bei der Rückholung erheblich höher ist als bei Entsorgungstätigkeiten im Kernkraftwerk, da nur wenige Personen die Tä-

tigkeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle über einen längeren Zeitraum ausführen. Die Dosis für das Personal bedarf einer intensiven Überwachung und einem besonderen Arbeitsplatzmanagement, das nicht nur die Personaleinteilung für die einzelnen Arbeitsplätze beinhaltet sondern auch weitere dosisreduzierende Maßnahmen aufgreift, um die Einhaltung der Dosisgrenzwerte zu gewährleisten. Die Belastung für dieses Personal ist sehr hoch und ausschließlich auf diese Tätigkeiten beschränkt. Im Sinne der Erfordernisprüfung gemäß § 6 StrlSchV muss ein eindeutiger Nutzen erkennbar sein, um eine mittlere Dosisbelastung von ca. 10 mSv für das Personal als erforderlich einzustufen.

## **2.5 Potenzielle Strahlenexposition Dritter in der Umgebung infolge der Rückholung**

Es wurde eine Erhöhung der potenziellen Strahlenexposition der Bevölkerung infolge der erhöhten Ableitungen über die Abwetter während der Rückholmaßnahmen ermittelt. Diese Erhöhung resultiert im Wesentlichen auf mögliche Störungen im Ablauf der Bergung der Fässer, so dass diese Fässer auf den Fasskegel zurückstürzen und radioaktive Stoffe in die Kammer freisetzen. Dieses Szenario muss unterstellt werden, da die Fässer in ihrer Geometrie sowohl durch die Lagerung als auch durch den Versturz so gestört sein können, dass ein Greifen der Fässer zwar zunächst gelingt, dann aber doch während des Hubvorganges versagt. Aufgrund der intensiven Filtrierung der Luft aus der MAW-Kammer gelangt nur ein sehr geringer Anteil dieser radioaktiven Stoffe in die Umgebung. Die potenzielle Strahlenexposition wird mit weniger als 1  $\mu\text{Sv/a}$  ermittelt und wäre zu der Strahlenexposition im bisher laufenden Betrieb von ca. 13  $\mu\text{Sv/a}$  hinzuzufügen. Darüber hinaus muss noch der Anteil der Direktstrahlung infolge der Transportbereitstellung der Gebinde vor Ort berücksichtigt werden. Da für die Ermittlung dieser Strahlenexposition ein Daueraufenthalt am Zaun der Anlage zu unterstellen ist, aber die Lage der Transportbereitstellungshalle derzeit nicht bekannt ist, wird unterstellt, dass der Zaun so platziert wird, dass die Direktstrahlung insgesamt durch die Anlage nicht mehr als 400  $\mu\text{Sv/a}$  beträgt (minimal möglicher Anteil der Ausschöpfung des Dosisgrenzwertes nach § 46 StrlSchV durch die Direktstrahlung). Da bisher keine dosisrelevanten Stoffe oberirdisch am Standort der Asse gelagert werden und auch keine Abgaben mit dem Wasser vorgenommen werden, erfolgt ausschließlich eine Belastung Dritter mit den Abwettern (ca. 13  $\mu\text{Sv/a}$ ). Die Strahlenbelastung durch die Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle von bis zu 400  $\mu\text{Sv/a}$  stellt demgegenüber eine wesentliche Änderung der potenziellen Strahlenexposition Dritter in der Umgebung infolge der Rückholung dar. Es ist daher im Rahmen einer möglichen späteren Realisierung zu prüfen, ob durch zusätzliche Maßnahmen (Abschirmung, Einlagerungsmanagement etc.) eine deutliche Reduzierung des Wertes möglich ist. Sollte keine wesentliche Reduktion möglich sein, muss im Sinne der Erfordernisprüfung gemäß § 6 StrlSchV ein eindeutiger Nutzen erkennbar sein, um eine solche Änderung der potenziellen Strahlenbelastung für Dritte als erforderlich einzustufen.

## 2.6 Konsequenzen für das genehmigungsrechtliche Verfahren

Eine behördliche Anordnung ist ein Instrument im atomrechtlichen Verfahren, dass nur sehr selten eingesetzt wird. Im Allgemeinen liegt im Fall einer behördlichen Anordnung eine Situation vor, in der die Behörde davon ausgehen muss, dass der Inhaber der radioaktiven Stoffe nicht in der Lage ist, eine unmittelbare Gefahrensituation zu beseitigen. Die Behörde übernimmt in dieser Situation die Handlung und damit auch die vollständige Verantwortung für diese Handlungen. § 113 StrlSchV verlangt als Grundlage für eine solche Anordnung die Beseitigung der Gefahr, die Maßnahmen müssen zur Gefahrenabwehr dienen. Mit der Rückholung der MAW-Abfälle wird aber die Gefahr der Kontamination des Grundwassers nicht beseitigt, für radiologisch relevante Nuklide nur geringfügig reduziert. Insofern muss daher davon ausgegangen werden, dass eine behördliche Anordnung ausschließlich zur Rückholung der MAW-Abfälle weder sinnvoll noch möglich ist.

## 2.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die abgeschätzte Kollektivdosis für das Personal von ca. 400 mSv sowie die Strahlenexposition für die Bevölkerung infolge der Tätigkeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse stellen eine deutliche Belastung dar, die nur dann als angemessen eingestuft werden kann, wenn mit dieser Strahlenexposition auch ein angemessener sicherheitstechnischer Gewinn verbunden ist, da gemäß § 6 StrlSchV jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden ist. Eine abschließende Betrachtung ist erst möglich, wenn seitens der Betreiberin eine Störfallbetrachtung zu einem vorzeitigen Lösungszutritt auftragsgemäß vorgelegt wird. In dieser abschließenden Betrachtung sind dann sowohl die Auswirkungen (potenzielle Strahlenexposition der Bevölkerung) als auch die Eintrittswahrscheinlichkeiten zu den hier im Kap. H aufgeführten Störfällen und den in der Störfallbetrachtung der Betreiberin aufgeführten Ereignissen zu berücksichtigen. Unter der Voraussetzung, dass die Langzeitsicherheitsstudie in ihrer Szenarienbetrachtung auch für den kurzfristigen Zeitraum bis 2014 anwendbar ist und somit insbesondere das Grubengebäude erhalten bleibt, ergeben sich keine neuen Freisetzungsmechanismen aus dem Bereich der MAW-Abfälle bei einem vorzeitigen Lösungszutritt, da die MAW-Abfälle als Quellterm aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften (Aktivität ist zum überwiegenden Teil in der Metallmatrix gebunden) und aufgrund des Aktivitätsgehaltes (radiologisch relevante Alphastrahler sind nur zu ca. 8% in den MAW-Abfällen aber zu 92% in den LAW-Abfällen) keinen wesentlichen Anteil zu den Auswirkungen bei einem Szenario zu einem vorzeitigen Lösungszutritt liefern werden. Die Auswirkungen dieses Szenarios werden daher zu deutlich mehr als 90% durch die LAW-Abfälle bestimmt. Daher ist unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen aus Sicht der TÜV NORD SysTec mit der Rückholung der MAW-Abfälle kein relevanter Sicherheitsgewinn für die Bevölkerung und somit auch kein gesellschaftlicher Nutzen erkennbar.

## K) Verzeichnisse

### Literaturverzeichnis

- /1/ Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München  
Vorläufige Bedingungen für die Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse  
Stand September 1972
- /2/ GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit  
Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse  
Abschlußbericht August 2002
- /3/ Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, (2002, 1459)), zuletzt geändert durch Artikel 3 § 15 Nr. 1 und 2 des Gesetzes vom 13. Dezember 2007 (BGBl. I S. 2930)
- /4/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) (BGBl. I S. 1565) (BGBl. III 751-1), zuletzt geändert durch Neunte ZuständigkeitsanpassungsVO vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 1237)
- /5/ Europäische Kommission  
Richtlinie 89/618/EURATOM vom 27. November 1989
- /6/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transportes radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad,  
F. Lange, D. Gründler, G. Schwarz  
GRS-84, Juli 1991
- /7/ Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV:  
Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen  
Stand 13.5.2005
- /8/ GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Remlingen  
Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachanlage Asse  
Jahresberichte für die Jahre 2004, 2005 und 2006
- /9/ Brenk Systemplanung GmbH, Aachen,  
Rechnungen gemäß der neuen allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung für den Standort der Schachanlage Asse  
Endbericht vom 9.11.2001
- /10/ Bundesminister des Inneren, Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gemäß § 28 Abs.3 StrlSchV und Neufassung der „Berechnung der Strahlenexposition“ vom 29.06.1994, RSII – 1702/2, Bundesanzeiger Nr.222a

- /11/ Strahlenschutzkommission  
Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV  
Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition  
Empfehlung der Strahlenschutzkommission  
Verabschiedet in der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11.  
September 2003
- /12/ Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instand-  
haltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen  
und Einrichtungen,  
Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stille-  
legung einer Anlage oder Einrichtung (IWRS II) vom 10. Dezember 2004
- /13/ Bundesamt für Strahlenschutz  
Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle  
(Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995) – Schachtanlage Kon-  
rad,  
ET-IB-79  
Dezember 1995
- /14/ Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Geschäftsbereich Stilllegung nuklearer Anlagen, Hauptabteilung Dekonta-  
minationsbetriebe  
Bedingungen für die Annahme radioaktiver Stoffe gültig für FZK-externe Ab-  
geber  
Stand Juli 2002
- /15/ Bundesamt für Strahlenschutz  
Produktkontrolle radioaktiver Abfälle – Schachtanlage Konrad  
Stand: Dezember 1995  
ET-IB-45REV-3  
Dezember 1995
- /16/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
Systemanalyse Konrad, Teil 3  
Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung  
D. Gründler  
GRS-A-1389, November 1987
- /17/ STEAG encotec GmbH  
Programmsystem EXPO47  
Modul: Jahresabgaben Abwasser  
auf Basis der AVV zum § 47 StrlSchV (neu), gemäß Entwurf des BfS vom  
13.5.2005  
Version 5.1, Stand 16.02.2007

- /18/ Brenk Systemplanung GmbH  
Programmbeschreibung zum AVV-Programm BSAVVL  
Dosisberechnungen gemäß AVV zum § 47 StrlSchV (neu)  
(gemäß Entwurf des BfS vom 10. Januar 2001)  
- Luftpfad -  
Aachen, Februar 2002  
Version 2.02 vom März 2004, Parameter gem. AVV Entwurf vom 13.5.2005
- /19/ Programm MicroShield  
Version 7.2  
Grove Software, Inc., Lynchburg, Virginia
- /20/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH  
Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im  
bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad durch äußere  
Bestrahlung  
W. Pfeffer, H. Urbahn, Köln 1991
- /21/ Zeichnung  
Tageriß, Rißwerk Grubenbild, Reg. Nr. TR100-07
- /22/ Zeichnung: gsf Institut für Tieflagerung/TA  
Anordnung der Probenahmeeinrichtungen im Abluftstrom der Asse II
- /23/ Programm STRESS  
Strahlenexposition in der Umgebung gemäß den Störfallberechnungsgrund-  
lagen zu den Leitlinien gemäß § 28 (3) StrlSchV (alt) aktualisiert gemäß §  
49 StrlSchV 2001 (neu)  
Version 4.0.1  
Stand 2007
- /24/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexpo-  
sition vom 23.Juli 2001,  
Bundesanzeiger Nr. 160 a/b vom 28. August 2001
- /25/ Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konse-  
quenzenanalyse), Rev. 00, Colenco-Bericht 3762/01, Colenco Power Engi-  
neering AG, GRS – A – 3350, Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS)  
mbH, Dezember 2006
- /26/ Fichtner Consulting & IT  
Gutachterliche Stellungnahme zu einer Rückholung der in der Schachtanla-  
ge Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle  
September 2006
- /27/ J. Feinhals, V. Kunze  
Strahlenexposition der Beschäftigten bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle  
in Deutschland  
6. Expertentreffen Strahlenschutz, TÜV Süd, März 2008



## Abkürzungsverzeichnis

ABK	Abfallbehälterklasse
Abl	Amtsblatt
AED	aerodynamisch äquivalenter Durchmesser
AG	Auftraggeber
AGG	Abfallgebindegruppen
AK	Arbeitskraft
ALG	Abfalllager Gorleben
APG	Abfallproduktgruppe
AST	Aufgabenstellung
ATB	Abschirm- und Transportbehälter
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BC	Betoncontainer
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften
BK	Belastungsklasse
DIN	Deutsches Institut für Normung
EG	Europäische Gemeinschaft
EWN	Energiewerke Nord GmbH
FC	Fasscontainer
FZJ	Forschungszentrum Jülich
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe
GKSS	Forschungszentrum Geesthacht
GRS	Gesellschaft für Reaktorsicherheit
GSF	Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe des Forschungszentrums Karlsruhe
HEPA	high efficiency particular air filters
HMGU	Helmholtz Zentrum München Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
IBS	Inbetriebsetzung
IWRS	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen
KBS	Kernbrennstoff
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LAM	Lastaufnahmemittel
LAP	Lastanschlagpunkt
LAW	low active waste
MAW	middle active waste
MOSAIK	Mobiler Sammelbehälter im Kernkraftwerk
NB	Nebenbestimmung(en)
ODL	Ortsdosisleistung
REI	Richtlinie der Emissions- und Immissionsüberwachung

ReVK	Reststoff- Verfolgungs- und Kontrollsystem
RSK	Reaktorsicherheitskommission
SBA	Schwerbetonabschirmung
SBG	Störfallberechnungsgrundlagen
SC	Stahlblechcontainer
SMF	Schweres Manipulatorfahrzeug
SSK	Strahlenschutzkommission
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
TBH	Transportbereitstellungshalle
TRV	Technische Richtlinie über Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -überwachung für Verpackungen zur Beförderung radioaktiver Stoffe
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UVBA	Ummantelte Verlorene Betonabschirmung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBA	Verlorene Betonabschirmung
VPU	Vorprüfunterlage
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
WKP	Wiederkehrende Prüfung
ZAWA	Zusätzliche Abwetteranlage
ZLN	Zwischenlager Nord

## Verzeichnis der Tabellen

	<b>Seite</b>
Tab. B-1: Dosisleistungen in der MAW- Kammer	8
Tab. E 2.2-1: Zulässiges Inventar der FC	37
Tab. E 2.6-1: Abmessungen und Massenangaben der Behälter	39
Tab. E 2.6-2: Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse für die Annahmebedingungen des Endlagers Konrad	41
Tab. F-1: Aufwand der Aufgabenumfänge	53
Tab. G 1.1-1: Belastungsklasse nach der Transportstudie Konrad	55
Tab. G 1.1-2: Freisetzungsteile nach der Transportstudie Konrad	55
Tab. G 1.1-3: Mittleres Inventar ( $\beta$ und $\gamma$ Aktivitäten) eines Gebindes unter Verwendung der Bestimmung des Gesamtinventars der MAW aus /2/	56
Tab. G 1.1-4: Bestimmung der $\alpha$ -Aktivität eines Gebindes aus den Angaben in /2/	57
Tab. G 1.1-5: Freisetzungen in der MAW – Kammer	58
Tab. G 1.1-6: Ableitungen radioaktiver Partikel mit den Abwettern aus Schacht 2	58
Tab. G 1.1-7: Bisherige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht 2 einiger Jahre	59
Tab. G 1.1-8: Strahlenexposition durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht 2 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle	60
Tab. G 2.3-1: Darstellung der maximalen Individualdosis und der Kollektivdosis bei der Rückholung von MAW-Abfällen in UVBA	69
Tab. G 2.4-1: Darstellung der maximalen Individualdosis und der Kollektivdosis bei der Rückholung von MAW-Abfällen in MOSAIK-Behältern	74
Tab. G 2.5-1: Maximale Individualdosis und Kollektivdosis bei einer Verteilung der MAW-Fässer auf beide ATB	78

Tab. H 3.1-1: Aktivitätsabgaben über den Diffusor für den Störfall „Brand eines Fahrzeugs beim Transport eines Gussbehälters unter Tage“	83
Tab. H 3.1-2: Maximale effektive Dosis für die Referenzperson: Kind 7-12 a Diffusionskategorie D, für den Störfall: „Brand eines Fahrzeugs beim Transport eines Gussbehälters unter Tage“ mit dem maximalen Aktivitätsinventar pro Gebinde und der BK 3 entsprechend /6/	84
Tab. H 3.2-1: Über den Diffusor abgegebene Aktivität für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“	86
Tab. H 3.2-2: Maximale effektive Dosis für die Referenzperson: Kind 12 17 a Diffusionskategorie E, für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“	87
Tab. H 3.2-3: Vergleich der berechneten Strahlenexposition für den Störfall „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“ mit den Planungswerten nach § 49, Abs. 1 StrlSchV	88
Tab. I-1: Kostenabschätzung – Normaler Verfahrensablauf, Auslagerung ohne Konditionierung	89
Tab. I-2: Kostenabschätzung – Normaler Verfahrensablauf, Auslagerung mit Konditionierung	89
Tab. I-3: Kostenabschätzung – Sofortmaßnahme, Auslagerung ohne Konditionierung	90
Tab. I-4: Kostenabschätzung – Sofortmaßnahme, Auslagerung mit Konditionierung	90
Tab. I-5: Mittelnde Abschätzung der Kosten für die Rückholung der MAW- Gebinde	92

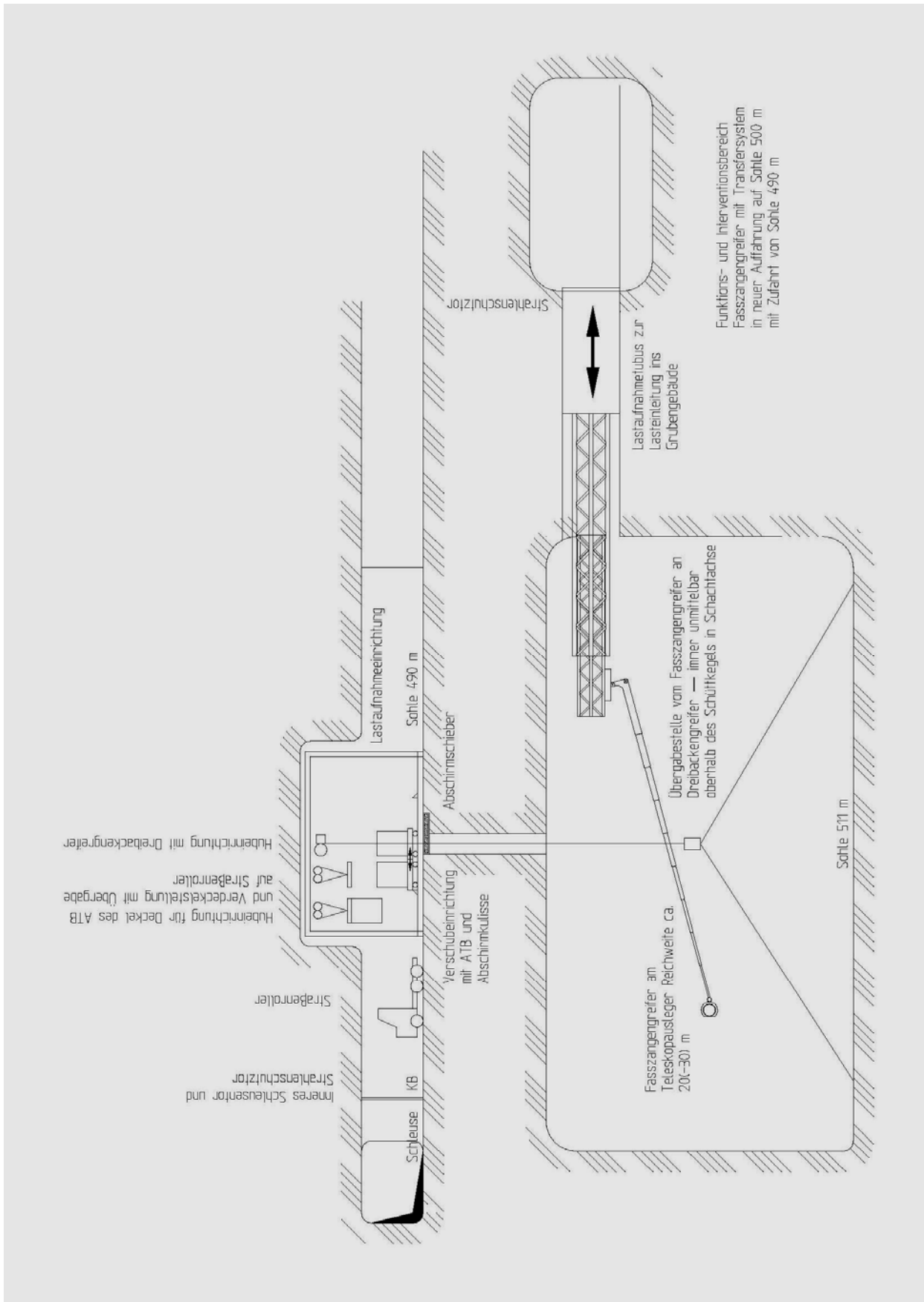
## **Verzeichnis der Abbildungen**

	<b>Seite</b>
Abb. E 1.4.4.1-1: Perspektivische Gesamtdarstellung Rückholung der MAW-Gebinde, Variante 1	29
Abb. E 1.4.4.2-1: Darstellung Verpackung und Bereitstellung, Variante 1	30
Abb. E 1.4.5.1-1: Perspektivische Gesamtdarstellung Rückholung der MAW-Gebinde, Variante 2	32
Abb. E 1.4.5.2-1: Darstellung Verpackung und Bereitstellung, Variante 2	33
Abb. H 1-1: Landschaftsprofil vom Diffusor der Asse Richtung Nord-Nord-West	81

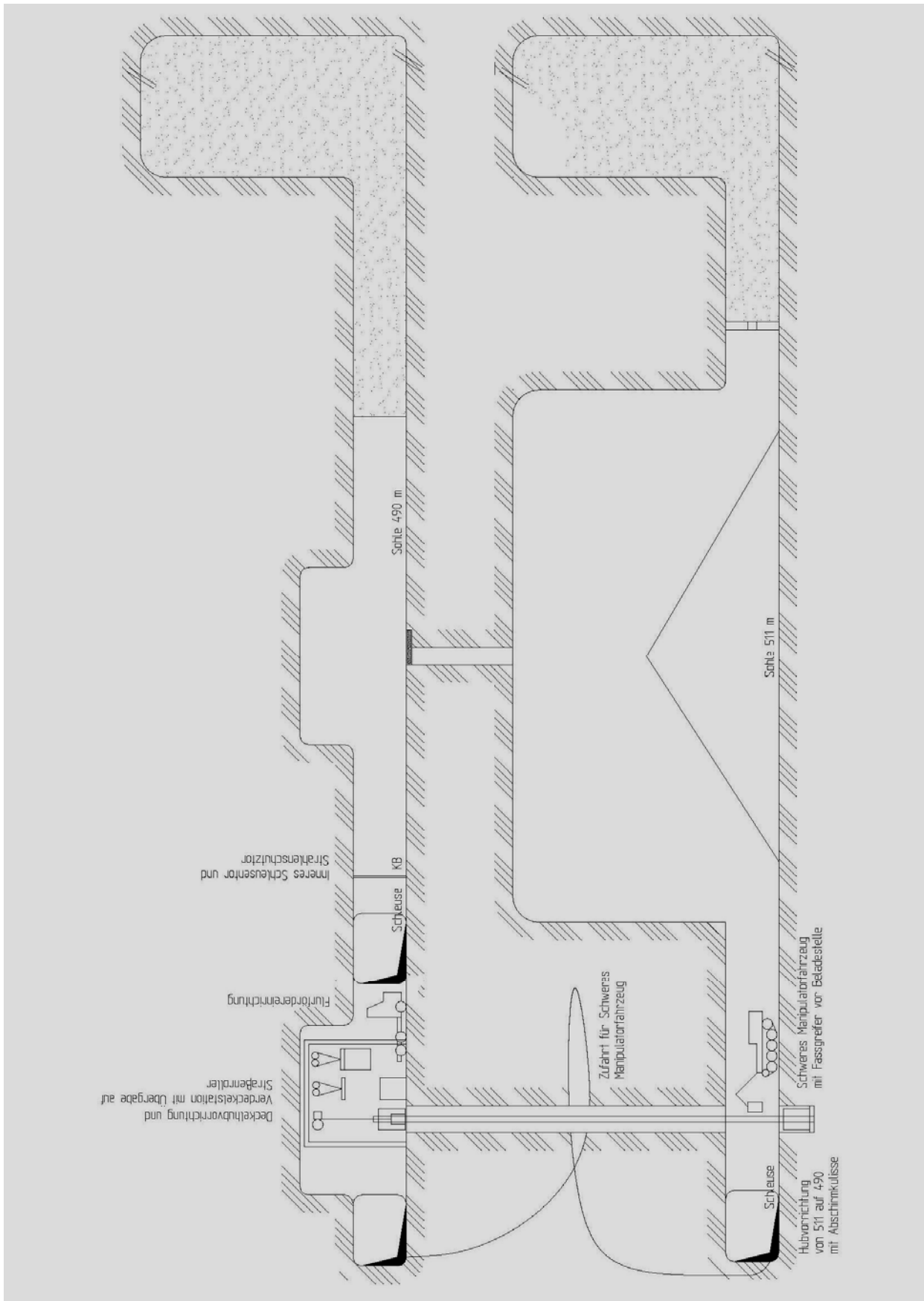
## **Verzeichnis der Anlagen**

- Anlage 1: Rückholung MAW- Gebinde, Übersicht – schwebend
- Anlage 2: Rückholung MAW- Gebinde, Übersicht – rollend
- Anlage 3: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 490 m- Sohle – schwebend
- Anlage 4: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 511 m- Sohle – schwebend
- Anlage 5: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 490 m- Sohle – rollend
- Anlage 6: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 511 m- Sohle – rollend
- Anlage 7: Terminplanung – mit Genehmigungsvorlauf
- Anlage 8: Terminplanung – Sofortmaßnahme

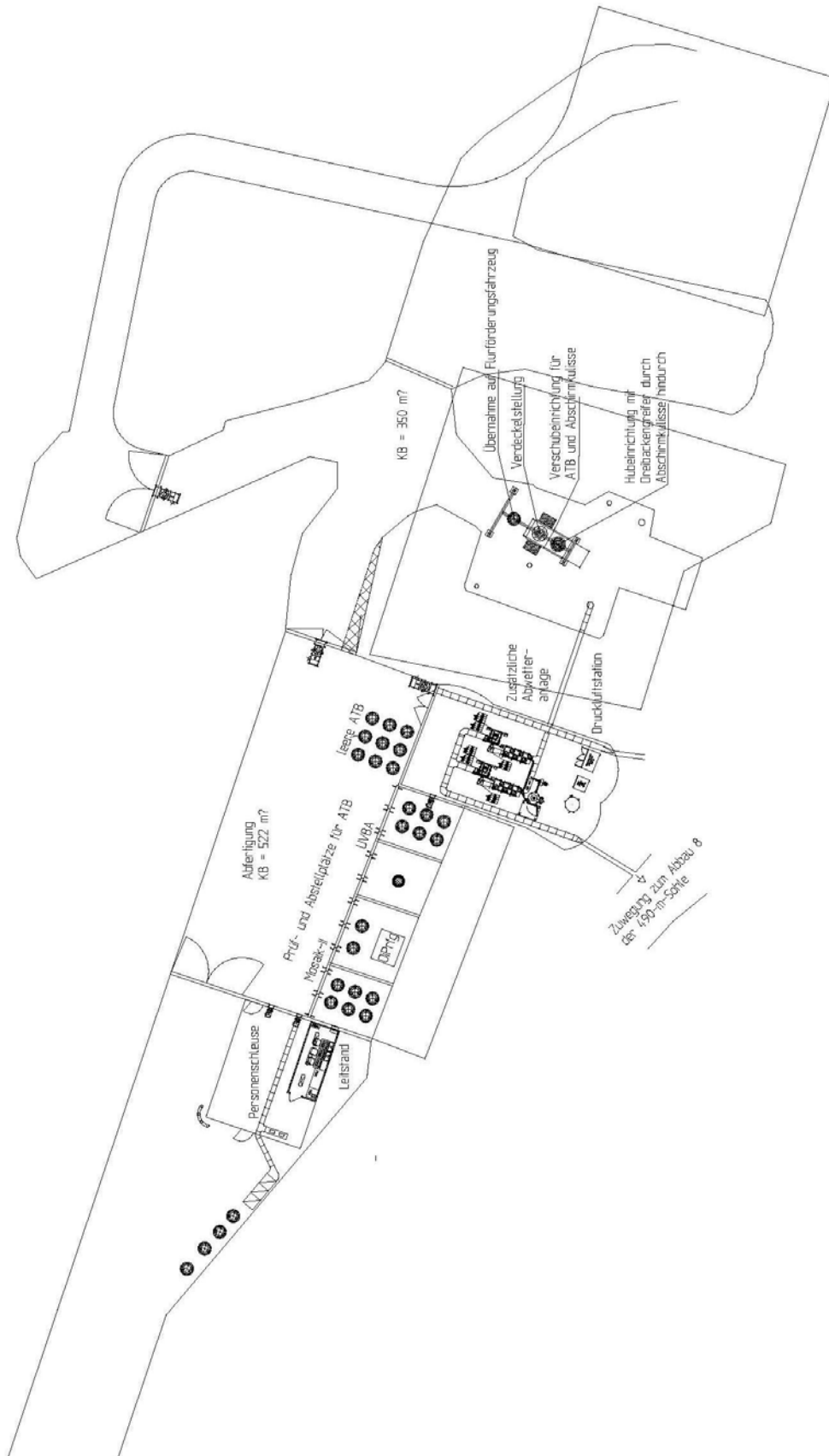
### Anlage 1: Rückholung MAW- Gebinde, Übersicht – schwebend



## Anlage 2: Rückholung MAW- Gebinde, Übersicht – rollend

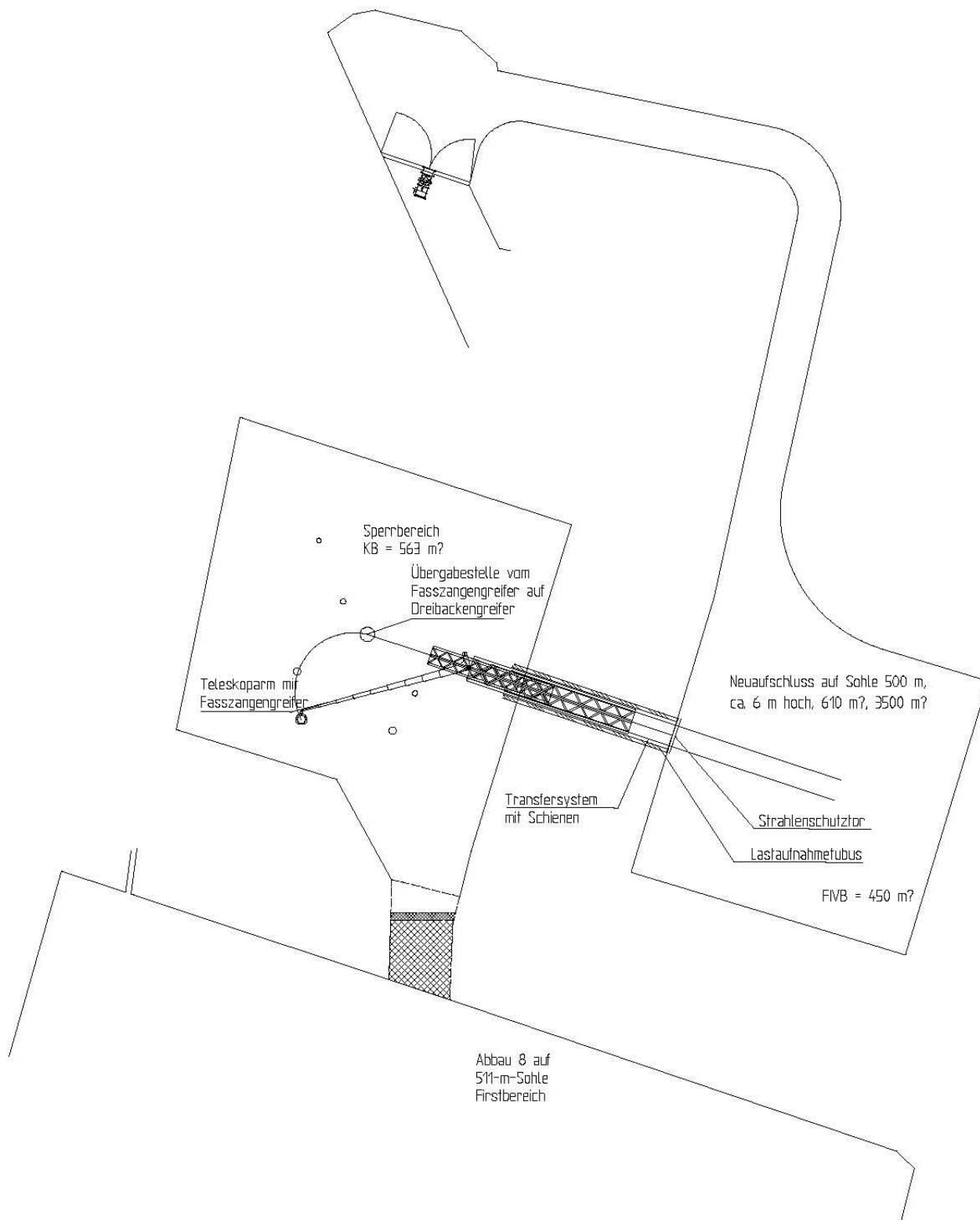


### Anlage 3: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 490 m- Sohle – schwebend

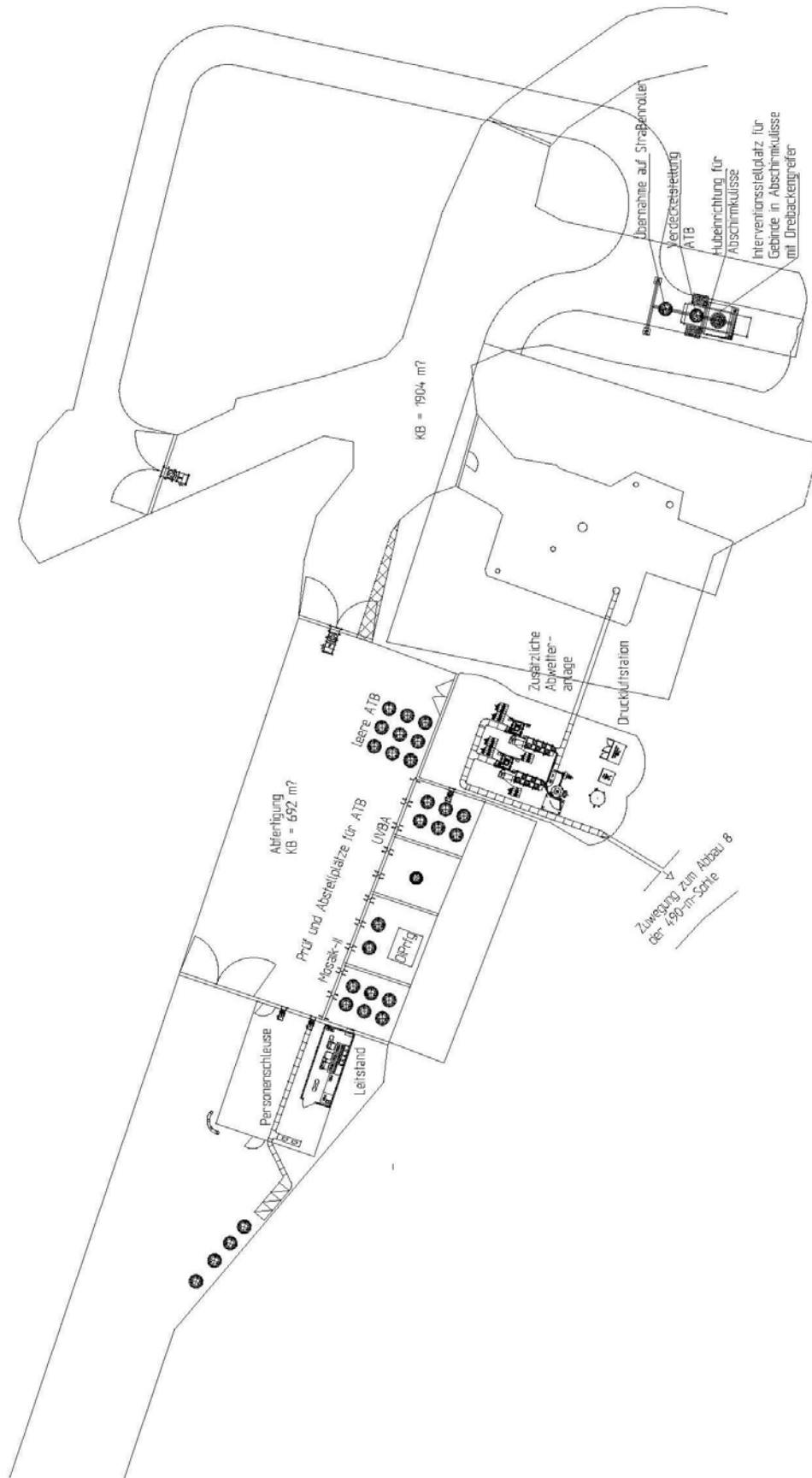




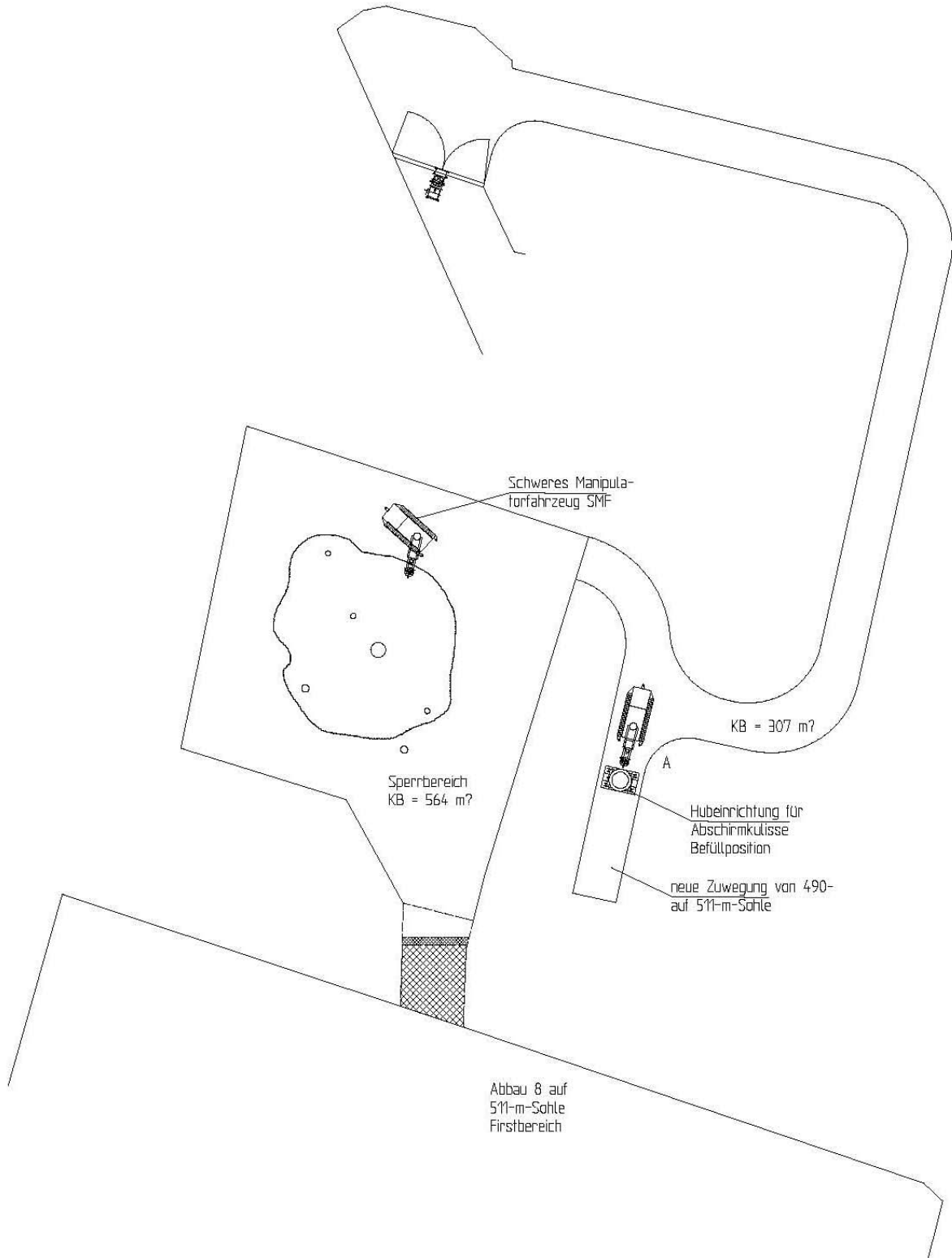
### Anlage 4: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 511 m- Sohle – schwebend



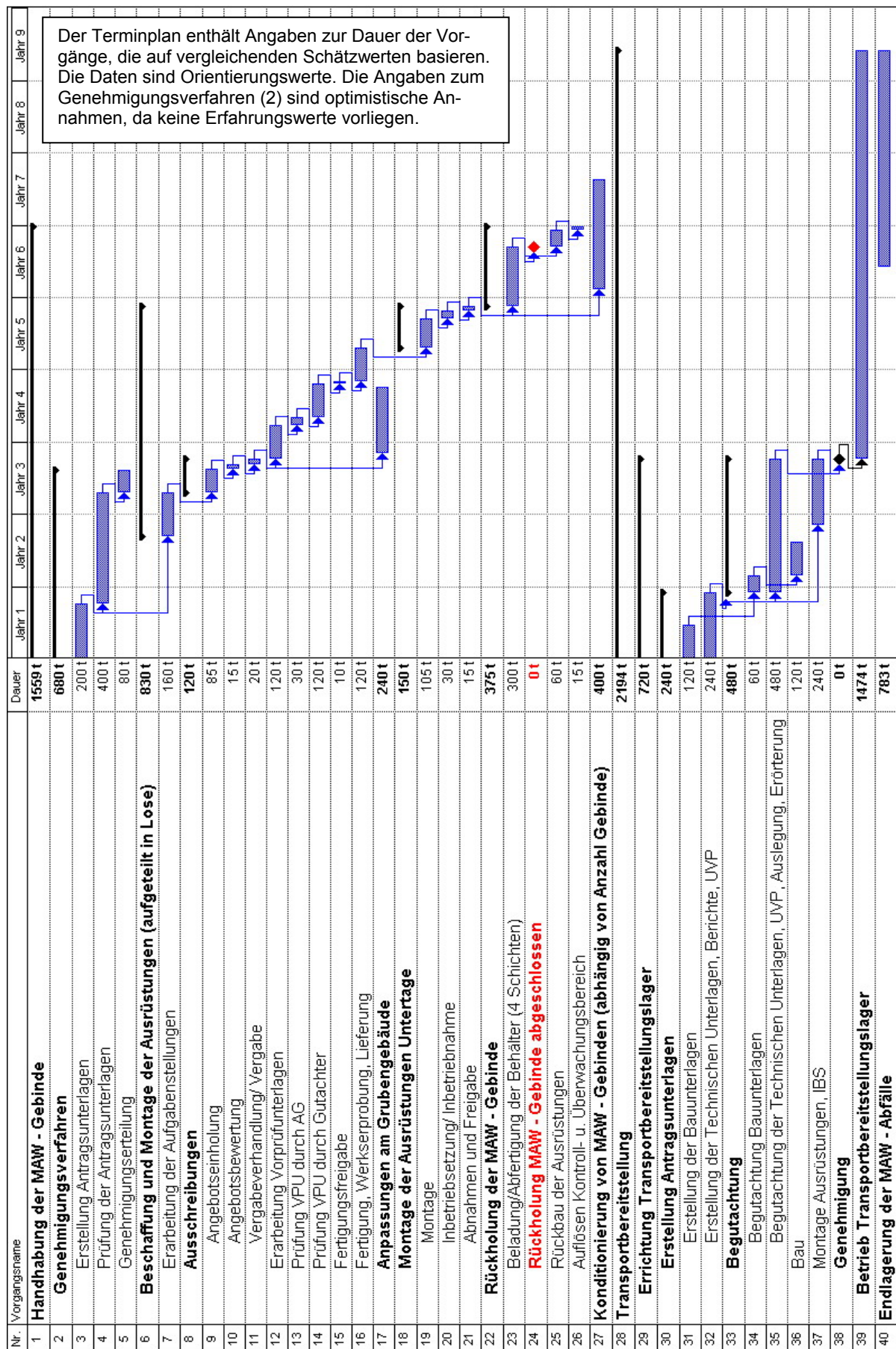
### Anlage 5: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 490 m- Sohle – rollend



### Anlage 6: Rückholung MAW- Gebinde, Aufstellung 511 m- Sohle – rollend



### Anlage 7: Terminplanung – mit Genehmigungsvorlauf



### Anlage 8: Terminplanung – Sofortmaßnahme

