

Stellungnahme zum Bericht der EWN GmbH und der TÜV NORD SysTec GmbH :

„Möglichkeit einer Rückholung der MAW- Abfälle aus der Schachtanlage Asse“

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

(Kleemann, U., Ranft, M.)

Projekträger Forschungszentrum Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)

(Bühler, M. , Pitterich, H.)

Sachverständige der Begleitgruppe Asse II des Landkreises Wolfenbüttel

Bertram, R.

Kreusch, J.

Krupp, R.

Stand: 22.12.2008

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	2
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	3
1 GRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE ANMERKUNGEN	4
1.1 WIEDERGABE DER AUFGABENSTELLUNG	4
1.2 GRUNDLAGEN	5
2 GENEHMIGUNGSRECHTLICHES VORGEHEN	8
2.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS	8
2.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO	9
3 DARSTELLUNG DER TECHNISCHEN MÖGLICHKEITEN	10
3.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS	10
3.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO	16
4 RADIOLOGISCHE KONSEQUENZEN EINER RÜCKHOLUNG	19
4.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS	19
4.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO	26
5 STÖRFÄLLE MIT RADIOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN AUF DIE BEVÖLKERUNG IN DER UMGEBUNG DER ASSE	28
5.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS	28
5.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO	28
6 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	30
LITERATURVERZEICHNIS.....	32

Gesamtseitenzahl: 33

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich
AkEnd	Arbeitskreis Endlagerung
ATB	Abschirm- und Transportbehälter
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensvorschrift
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
FB Asse	Forschungsbergwerk Asse
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
GSF	GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH (früher: Gesellschaft für Strahlenforschung mbH) heute: Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
HMGU	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
LAW	schwach radioaktive Abfälle (low active waste)
MAW	mittelradioaktive Abfälle (medium active waste)
NMU	Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
PTKA-WTE	Projekträger Forschungszentrum Karlsruhe - Bereich Wassertechnologie und Entsorgung
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung

1 GRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE ANMERKUNGEN

Grundlage dieser Stellungnahme ist der von der EWN GmbH und der TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG in zwei eigenständigen Teilen erstellte Bericht „Möglichkeiten einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse“. Die Kapitel A, B, C1, E, F, I, J1 und K wurden von der EWN GmbH erarbeitet. Die TÜV Nord GmbH verfasste die Kapitel C2, D, G, H und J2.

Die Stellungnahme AGO folgt der Kapitelgliederung der vorliegenden Machbarkeitsstudie (EWN & TÜV 2008) und konzentriert sich auf die wesentlichen Punkte

- genehmigungsrechtliches Vorgehen
- Darstellung der technischen Möglichkeiten
- Radiologische Konsequenzen einer Rückholung
- Störfälle mit radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse

1.1 WIEDERGABE DER AUFGABENSTELLUNG

In einer Vereinbarung vom 19.11.2007 zwischen den Ministerien BMU, BMBF und NMU (BMU, BMBF & NMU (2007)) wurde festgelegt, dass die technische Machbarkeit der Rückholung der in der MAW-Kammer (Kammer 8a auf der 511-m-Sohle) lagernden radioaktiven Abfälle geprüft und bewertet werden soll. Diese Abfälle beinhalten ca. die Hälfte der in der Schachanlage Asse II eingelagerten Gesamtaktivität, so dass eine Rückholung dieser Abfälle möglicherweise eine deutliche Reduzierung der Auswirkungen für den Störfall eines vorzeitigen Lösungszutrittes bedeuten könnte. Allerdings handelt es sich überwiegend um Radionuklide mit vergleichsweise kurzen Halbwertszeiten.

Das bisher vorliegende Gutachten FCIT (2006) betrachtet schwerpunktmäßig die Rückholung der LAW und beurteilt radiologische Aspekte nur randlich. Schwerpunkt des Berichtes EWN & TÜV (2008) ist eine darüber hinausgehende Untersuchung der technischen Machbarkeit, der Ermittlung und Bewertung der radiologischen Konsequenzen für das Betriebspersonal und Dritte sowie des benötigten Zeitrahmens und der Kosten einer MAW-Rückholung.

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung war davon auszugehen, dass für eine Rückholung der MAW-Abfälle nur noch begrenzt Zeit zur Verfügung steht. Die geplanten Stilllegungsmaßnahmen des HMGU werden ca. ab 12/2013 die MAW-Kammer betreffen bzw. so weit fortgeschritten sein, dass die notwendige Infrastruktur nicht mehr vorhanden ist. Es war 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 sei. Dabei war 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 sei. Es war im Entwurf ein Konzept für die Rückholung aller Abfälle aus der MAW-Kammer zu entwickeln. Das Konzept sollte die eigentliche Rückholung sowie ein Entsorgungskonzept, welches die Behandlung, Zwischenlagerung und Endlagerung der Abfälle z.B. im Endlager Konrad (soweit möglich) umfassen. Neben den technischen Aspekten sollten die nötigen genehmigungsrechtlichen Schritte beschrieben werden. Das BfS beauftragte die EWN GmbH mit der Betrachtung der technischen Durchführbarkeit, der notwendigen Zeiten, Kosten und der Prüfung des notwendigen Genehmigungsverfahrens. Für letzteres war zu unterscheiden zwischen einem normalen Verfahrensablauf und einer Sofortmaßnahme im Rahmen der Gefahrenprävention. Die TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG hatte die Notwendigkeit und Rechtfertigung einer Rückholung anhand der Vergleichmaßstäbe (Störfallanalyse und Langzeitsicherheit) gemäß

§ 6 StrlSchV zu ermitteln. Dabei waren die sich bei der Rückholung ergebenden Störfälle mit einzubeziehen. Das Ziel der Rückholung sollte nicht in einer vollständigen Dekontamination der MAW-Kammer bestehen.

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 Schachtanlage Asse begonnen werden könnte und sollte.

1.2 GRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN

1.2.1 Grundlagen des Berichtes EWN & TÜV (2008)

Wesentliche Grundlagen für den Bericht EWN & TÜV (2008) waren die standortspezifischen Angaben zum Anfallinventar der Asse (GERSTMANN, MEYER & THOLEN (2002)), zu den lokalen Verhältnissen (HEYDORN, HENSEL. & BRACKE 2005) sowie zu den möglichen Konsequenzen einer Freisetzung der eingelagerten radioaktiven Abfälle in der Nachbetriebsphase (BUHMANN, FÖRSTER & RESELE (2006), PRÖHL (2006)). Weitere Grundlagen waren technische und rechtliche Randbedingungen zur weiteren Behandlung und Lagerung der rückgeholt radioaktiven Abfälle.

Grundlage der Beurteilung der betriebssicherheitlichen Situation für EWN & TÜV (2008) ist die vorliegende Standsicherheitsbewertung (KAMLOT ET. AL (2007)). Die 2008 erarbeitete Studie zu Möglichkeiten der Versatzdruckerhöhung in den Abbauen der Südflanke der Schachtanlage Asse (CDM (2008)) lag bei Erstellung des Berichtes durch EWN und TÜV noch nicht vor.

In die MAW-Kammer wurden 1.301 200-l-Fässer eingelagert. Davon enthalten 1293 Fässer mittelradioaktive und die restlichen 8 Fässer schwach radioaktive Abfälle. Zum 01.01.2003 hatten die dort eingelagerten Abfälle eine Gesamtaktivität von 1,2 E15 Bq. Das radioaktive Inventar der MAW-Kammer liegt hauptsächlich in Form von aktivierten Metallen vor (GERSTMANN, MEYER & THOLEN (2002)). Der Aktivitätsanteil der α -Strahlern am Gesamtinventar der α -Strahler in der Schachtanlage Asse II beträgt weniger als 10 %.

EWN und TÜV sind davon ausgegangen, dass ein Großteil der in der MAW-Kammer eingelagerten Radionuklide kurzlebig ist und damit gemäß der bestehenden Konsequenzenanalyse (BUHMANN, FÖRSTER & RESELE 2006, PRÖHL (2006)) für die Langzeitsicherheit von untergeordneter Bedeutung sei.

1.2.2 Randbedingungen

- Es wird bei der technischen Planung davon ausgegangen, dass nicht alle Gebinde geborgen werden können. Zu stark verformte oder beschädigte Gebinde verbleiben in der MAW-Kammer. Eine vollständige Dekontamination der MAW-Kammer wird nicht angestrebt.
- Als Behälter sollen sowohl für den Transport als auch die spätere Endlagerung derzeit verfügbare und genehmigte Behältertypen eingesetzt werden.
- In der Zeitplanung wird von einer ausreichenden Verfügbarkeit der Transport- und Endlagerbehälter ausgegangen.
- Als Entsorgungsweg für den geborgenen radioaktiven Abfall wird das Endlager Konrad vorgesehen. Derzeit ist die Inbetriebnahme des Endlagers Konrad im Jahr 2014 geplant.

- Die Endlagerungsbedingungen Konrad können nur dann erfüllt werden, wenn alle 1301 Gebinde in der MAW-Kammer als eine Charge betrachtet werden. Die Nuklidzusammensetzung und die Nuklidverhältnisse in der MAW-Kammer werden demnach für alle Gebinde gleich angenommen. Die Gesamtaktivität des einzelnen Gebindes wird über eine Dosisleistungsmessung am MAW-Gebinde bestimmt. Dies gilt auch für den Transport zur und die Annahme bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) des Forschungszentrums Karlsruhe und den Transport zum Endlager Konrad.
- 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 vorgesehen. 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. Diese wurden im vorliegenden Konzept nicht untersucht.
- Für die Endlagerung der geborgenen MAW-Gebinde wird ausgehend vom vorgesehenen Beginn des Betriebes des Endlagers Konrad und des Aufwandes der Transporte der kürzest mögliche Zeitraum angesetzt. Sollte dies nicht möglich sein, werden die Zwischenlagerkapazitäten länger benötigt bzw. sind zusätzliche Zwischenlagerkapazitäten zu schaffen.
- Für die Ableitung radioaktiver Stoffe in die Umgebung sind die Grenzwerte des § 47 StrlSchV einzuhalten. Für die Schachtanlage Asse wurde keine Begrenzung für die Ableitung von Aktivitätsmengen festgelegt.
- Der Bereich um die MAW-Kammer wird als mechanisch ausreichend stabil vorausgesetzt. Für die Umsetzung der Maßnahmen notwendige statische Berechnungen sind gesondert zu führen.
- Die technischen Einrichtungen der Asse sind auch zum Zeitpunkt der Rückholung vorhanden und funktionstüchtig, insbesondere die Förder- und Schachteinrichtungen. Die Fortsetzung der Schließungsmaßnahmen während der Montage der Ausrüstungen und der Durchführung der Arbeiten zur Rückholung der MAW-Gebinde wird nicht detailliert berücksichtigt.
- 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 MAW-Kammer mit Videotechnik erfolgen. Darüber hinaus kann der Einsatz eines γ -Scanners erwogen werden, um Gebinde mit deutlich höherer Dosisleistung zu lokalisieren.

1.2.3 Bewertungsgrundlagen der AGO

Die vorliegende Stellungnahme der AGO dokumentiert die Ergebnisse der Prüfung der Konzeptstudie „Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“ (EWN & TÜV (2008)) entsprechend der in AGO (2008a) formulierten Zielstellung und entsprechend der folgenden, in AGO (2008b) festgelegten Kriterien:

1. Vollständigkeit (sind alle Aspekte ausreichend betrachtet um die Maßnahme oder den Vorschlag beurteilen zu können)
2. Nachvollziehbarkeit (sind alle für das Verständnis erforderlichen Argumente enthalten und erläutert)

3. Plausibilität (fachliche Fehlerfreiheit)
4. Technische Machbarkeit (es ist nachgewiesen, dass die Maßnahme technisch durchführbar ist)
5. Nachweisliche Wirksamkeit (es ist belastbar nachgewiesen, dass die Maßnahme nach Auffassung des Verfassers zu einer sicherheitlichen Verbesserung führen kann)
6. Notwendigkeit und Rechtfertigung

Eine Störfallanalyse mit der Betrachtung der Wahrscheinlichkeit und der Konsequenzen eines verstärkten Lösungszuflusses liegt zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor. Daher wurden die Notwendigkeit und Rechtfertigung nur auf Basis von eigenen Überlegungen, der vorliegenden Langzeitsicherheitsanalyse (BUHMANN, FÖRSTER & RESELE (2006)) und Tragfähigkeitsanalyse (KAMLOT ET. AL (2006)) und an Hand der in EWN & TÜV (2008) ermittelten Sachverhalte von der AGO beurteilt.

1.2.4 Allgemeine Bewertung durch die AGO

Die zur Verfügung stehenden Grundlagen wurden von EWN und TÜV vollständig in die Betrachtung einbezogen. Die AGO teilt die in EWN & TÜV (2008) dargelegte Einschätzung, dass die Störfallbetrachtungen zu einem Lösungszutritt in das unverfüllte Grubengebäude vorzulegen sind.

Als Grundlage haben EWN und TÜV auftragsgemäß vorausgesetzt, dass das bestehende Stilllegungskonzept weiter umgesetzt wird und so ein Nutzen der Rückholung nur für den Zeitraum bis 2014 besteht. Wie die AGO in ihrer Stellungnahme zum bestehenden Stilllegungskonzept dargestellt hat (AGO (2008c)) bestehen diesbezüglich jedoch eine Reihe offener Fragen. Daher ist diese Annahme aus Sicht der AGO nicht zwingend.

Die der Asse von den Abfallverursachern vorgelegten Angaben in den Einlagerungsdokumenten entsprechen in keiner Weise den heutigen Anforderungen. Daher ergab sich die Notwendigkeit einer Nachdeklaration und weiteren Detaillierung der Abfalldaten. Die von HMGU in GERSTMANN, MEYER & THOLEN (2002) verwendete Systematik bei der Aufarbeitung der wenigen vorhandenen Informationen schafft Ansatzpunkte für eine realisierbare Nachdeklaration.

Die so gewonnenen Informationen zum Abfallinventar sind unter den genannten Einschränkungen für die Beurteilung der Rückholbarkeit der MAW ausreichend nachvollziehbar und plausibel. Diese Feststellung wird von Herrn Prof. Dr. Bertram nicht geteilt.

2 GENEHMIGUNGSRECHTLICHES VORGEHEN

In diesem Kapitel wird von EWN untersucht welche Genehmigungen erforderlich sind, und ob der erforderliche Zeitraum dafür zur Verfügung steht.

2.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS

Der Prozess der Rückholung der MAW-Abfälle wird in EWN & TÜV (2008) in 3 Phasen unterteilt:

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

Die Errichtung und der Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle bedürfen der Planfeststellung (§ 9b AtG). Eckpunkte des Verfahrens für den Planfeststellungsbeschluss sind als Voraussetzungen ebenfalls dort festgelegt. Die Stilllegung eines Endlagers oder Rückholung radioaktiver Abfälle sei zwar explizit nicht genannt, aber auch wesentliche Veränderungen solcher Anlagen fielen unter die Pflicht der Planfeststellung.

Neben der erforderlichen Genehmigung der Rückholung der radioaktiven Abfälle seien weitere Genehmigungen oder, sofern bestehende Anlagen verwendet werden, Genehmigungsänderungen für die Phase 2 und 3 erforderlich.

In EWN & TÜV (2008) wird eingeschätzt, dass ein normales Genehmigungsverfahren für alle 3 Phasen den zur Verfügung stehenden Zeitraum weitaus übersteigen würde. Es wird daher davon ausgegangen, dass für die Rückholung auf das Mittel der behördlichen Anordnung zurückgegriffen werden müsse. Der Auftragnehmer untersucht dabei folgende unterschiedliche Varianten:

- 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

Als Zeitbedarf allein für die Einholung der erforderlichen Genehmigungen schätzten EWN und TÜV folgende Zeiträume:

- Variante 1: kurzfristig (in Abhängigkeit von der Gefahrensituation)
- Variante 2: 6-12 Monate
- Variante 3: mehr als 2,5 Jahre.

EWN und TÜV stellen fest, dass mit den Regelungen des § 19 AtG die atomrechtliche Aufsicht auch kurzfristig Anordnungen treffen könne, 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 gegeben. Gemäß § 113 StrlSchV ist die Anordnung unverzüglich umzusetzen, wenn durch diese Anordnung die Gefahr beseitigt würde.

Die Behörde würde in dieser Situation die Handlung und damit auch die vollständige Verantwortung übernehmen. § 113 StrlSchV verlangt als Grundlage für eine solche Anordnung die Beseitigung der Gefahr.

In EWN & TÜV (2008) wird eingeschätzt, dass die Variante 1 (Anordnung aller 3 Phasen) rechtlich nicht möglich sei, da nach Realisierung der Phase 1 (Bergung der Abfälle) keine Gefahr mehr bestünde. Eine Anordnung sollte jedoch die Phase 2 (Pufferlagerung am Standort) mit umfassen, damit die Bergung nicht in einem ungenehmigten rechtlichen Zustand endet.

2.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO

Die Aussagen des Berichtes zu genehmigungsrechtlichen Aspekten wurden von der AGO nicht im Detail geprüft. Die Prüfung der rechtlichen Randbedingungen sollte Gegenstand einer gesonderten Bewertung sein.

Die AGO weist jedoch auf folgende Punkte hin:

- Durch eine von EWN und TÜV favorisierte behördliche Anordnung der Rückholungsmaßnahmen werden die in einem Genehmigungsverfahren mit Planfeststellung festgelegten Beteiligungsrechte betroffener Dritter weitgehend eingeschränkt.
- Es sollte sichergestellt sein, dass die Transporte zur HDB im Forschungszentrum Karlsruhe, die dortige Produktkontrolle und endlagergerechte Konditionierung vor Beginn der Rückholung gewährleistet werden können, da ansonsten eine längerfristige Lagerung ggf. auch Produktkontrolle und Konditionierung am Standort erfolgen müsste. Auch die Einlagerung in Konrad sollte sichergestellt sein, insbesondere vor dem Hintergrund, dass alle MAW als Charge betrachtet werden müssen.

3 DARSTELLUNG DER TECHNISCHEN MÖGLICHKEITEN

3.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS

Der Prozess der Rückholung umfasse neben der reinen Bergung der radioaktiven Abfälle auch die Pufferlagerung, Transporte, die Konditionierung und Produktkontrolle der Abfälle sowie die Endlagerung der Abfälle in einem betriebsbereiten und annahmefähigen Endlager. Die Konzeptstudie für die Rückholung aller Abfälle aus der MAW-Kammer von EWN und TÜV berücksichtigt daher neben dem Herausholen aus dem Bergwerk auch ein Entsorgungskonzept, das die Behandlung und Zwischenlagerung und letztlich die Endlagerung der Abfälle im Endlager Konrad umfasst.

3.1.1 Handhabung der MAW-Gebinde

In EWN & TÜV (2008) wird von folgenden Verfahrensgrundsätzen ausgegangen:

- Redundante und/oder diversitäre Verfahren und Ausrüstungen mit konventioneller Betriebsbewährung
- Auslegung der einzusetzenden Hebezeuge und Lastanschlagmittel nach BGV D 6 (VBG 9)
- Beschränkung der Rückholung auf unversehrte oder leicht beschädigte 200-l-Rollreifenfässer
- Auslegung der Handhabungstechnik für Dosisleistungen in der Größenordnung 1 Gy/h
- Annahme der sicheren Ableitung von Lasten und Kräften in das Salzgestein
- Manuelle Handhabung von Behältern mit gering kontaminierten Reststoffen
- Nicht handhabbare Gebinde und lose radioaktive Abfälle verbleiben in der MAW-Kammer
- Einsatz am Markt existenter und beschaffbarer Baugruppen und Komponenten
- Erprobungs- und ggf. Entwicklungsbedarf im Rahmen der Feinplanung und Realisierung
- Annahme der Realitätsnähe der vorliegenden Informationen zu den Verhältnissen an der MAW-Kammer

Die Beschreibung des Ausgangszustands sieht neben den gegenwärtigen Gegebenheiten vor, dass die für die Einrichtung des Kontroll-/Überwachungsbereichs vorgesehenen Kammern beräumt wären. Im Endzustand sollen alle lose liegenden und nicht zerstörten Gebinde aus der MAW-Kammer geborgen sein. Eine Dekontamination MAW-Kammer erfolge nicht. Alle entstandenen Durchbrüche seien gesichert bzw. geschlossen.

Für die Handhabung der Gebinde werden zwei Varianten betrachtet. Variante 1 sieht eine Rückholung mit adaptierter, konventioneller Ausrüstung über die Befüllöffnung und die Beschickungskammer vor. Bei Variante 2 soll die Bergung aus der MAW-Kammer mittels mobiler Technik über einen neu zu schaffenden Zugang erfolgen.

Unabhängig von der Variante der Handhabung seien folgende Anlagen und Ausrüstungen vorgesehen:

- Hubeinrichtung mit Dreibackengreifer

- Deckelhubvorrichtung für Abschirm- und Transportbehälter (ATB)
- Schraubendreihilfen
- Flurförderfahrzeug oder Transportplatte
- Wartungsbühne
- Leitstand mit Überwachungs- und Beobachtungstechnik
- Zusätzliche Abwetteranlage
- Schallschutzwand
- Schleusenbereich
- Abschirmtor
- Abschirmungen
- Abgrenzungen
- Meldelinien
- Druckluftsystem
- Elektroenergieversorgung, Steuerungs- und Regeltechnik
- Messtechnik
- Videotechnik
- Schachtförderanlage (wird als funktionstüchtig vorausgesetzt)

Alle Einrichtungen müssten über Tage probeweise montiert und in Betrieb gesetzt werden. Die jetzige Kfz-Werkstatt der Schachtanlage Asse II werde in ihrer kompletten Ausdehnung für Vormontagen und die Einrichtung der Abfertigungsplätze vorgesehen.

Für die Bergung der Abfälle werden 2 technische Handhabungsvarianten untersucht.

Variante 1

Ergänzende spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 1 seien:

- Faltkran mit Teleskoparmausleger und Fasszangengreifer
- Transfervorrichtung des Teleskoparmauslegers mit Lastaufnahmetubus
- Lastaufnahme- und Verschiebeinrichtung für ATB und Abschirmkulisie

Wesentliche vorbereitende Arbeiten für die Handhabung nach Variante 1 sei die Neuauffahrung eines Funktions- und Interventionsbereichs auf der 500-m-Sohle zur Installation des Lastaufnahmetubus für den Faltkran. Der hierzu notwendige Durchbruch in MAW-Kammer sei so zu realisieren, dass keine großen Gesteinsmengen in die MAW-Kammer hineinstürzen.

Bei der Bergung der Abfälle werde der Fasskegel von der Spitze beginnend abgetragen. Die MAW-Gebinde würden dazu fernhantiert mit einem am Faltkran befestigten Dreibackengreifer seitlich gegriffen, in der MAW-Kammer an ein Hebezeug übergeben und durch die ehemalige Befüllöffnung in die Beschickungskammer gehoben. Dabei werde die Masse des frei hängenden Gebindes dokumentiert. Nach dem Hubvorgang werde in der Beschickungskammer zunächst die Dosisleistung am Gebinde ermittelt. Gebinde mit Überschreitung der zulässigen Dosisleistung würden in die MAW-Kammer zurück transportiert und verblieben dort.

MAW-Gebinde mit zulässiger Dosisleistung würden in die bereitgestellten geöffneten ATB abgesenkt und im Anschluss der Deckel des ATB fernbedient aufgelegt. Der Verschluss des Deckels und die Kontaminationsmessungen am ATB erfolgten im Anschluss manuell. Ggf. würden Dekontaminierungsmaßnahmen am ATB erforderlich.

Interventionsmaßnahmen könnten im Funktions- und Interventionsbereich im Neuaufschluss (z. B. manuelle Handhabung des Faltkrans mit Greifer) und in der Beschickungskammer (z. B. Notentriegelung des Dreibackengreifers) durchgeführt werden.

Folgende Strahlenschutzbereiche seien bei der Bergung nach Variante 1 vorgesehen:

- Kontrollbereich (MAW-Kammer, Beschickungskammer, Kfz-Werkstatt)
- Überwachungsbereich (Leitstand und Personenschleuse im westlichen Teil der Kfz-Werkstatt)
- Funktions- und Interventionsbereich im Neuaufschluss auf der 500-m-Sohle (Teil des Kontrollbereichs)

Variante 2

Spezifische Anlagen und Ausrüstungen für Variante 2 seien:

- Schweres Manipulatorfahrzeug (SMF) mit Greifer
- Hubvorrichtung mit Lastaufnahmeeinrichtung und Abschirmkulisse

Für die Durchführung der Rückholung der Gebinde aus der MAW-Kammer sei zwischen der 490-m-Sohle (Beschickungskammer) und der 511-m-Sohle (MAW-Kammer) eine Zufahrtrampe für das SMF und ein Transportschacht zur Hebung der Gebinde herzustellen. Beim Durchstich in die MAW-Kammer dürfe keine Schwelle im Einfahrtbereich entstehen und nur eine geringfügige Gesteinsmenge hinterlassen werden.

Das Greifen der Gebinde erfolge funkferngesteuert vom Leitstand mit dem SMF. Noch am SMF erfolge die Messung der Dosisleistung am Gebinde und die Wägung. Hierzu führe das SMF zur Beladeposition, in der sich die Abschirmkulisse befindet. Nach Aufnahme und Übermittlung der Messergebnisse könne der passende ATB ausgewählt und in der Beschickungskammer bereitgestellt werden. Anschließend werde das Gebinde mit der Abschirmkulisse über den Transportschacht in die Beschickungskammer gehoben.

Mit dem Dreibackengreifer würden die Gebinde aus der Abschirmkulisse gehoben und nach seitlichem Verfahren in die ATB abgesenkt. Der Verschluss des Deckels und die Kontaminationsmessungen am ATB erfolge im Anschluss manuell. Ggf. würden Dekontaminierungsmaßnahmen am ATB erforderlich.

Interventionsmaßnahmen könnten im Funktions- und Interventionsbereich im Bereich der Zuwegung auf der 511-m-Sohle (z. B. Notbergung des SMF durch ein zweites SMF) und in der Beschickungskammer (z. B. Notentriegelung des Dreibackengreifens) durchgeführt werden.

Folgende Strahlenschutzbereiche seien bei der Bergung nach Variante 2 vorgesehen:

- Kontrollbereich (MAW-Kammer, östlicher Zwickel Kfz-Werkstatt)
- Überwachungsbereich (Leitstand und Personenschleuse im westlichen Teil der Kfz-Werkstatt)
- Funktions- und Interventionsbereich im Neuaufschluss auf der 511-m-Sohle (Teil des Kontrollbereichs)

3.1.2 Auswahl der Abschirm- und Transportbehälter / Endlagerbehälter

Bei der Auswahl der Abschirm- und Transportbehälter / Endlagerbehälter wurden folgende Behältertypen berücksichtigt:

- MOSAIK-Behälter (Zylindrische Behälter aus Gusseisen mit und ohne Bleiauskleidung)
- Fasscontainer (Zylindrische Behälter aus Stahlblech mit Bleifüllung)
- Betonbehälter Typ I und Typ II (Zylindrische Betonbehälter)
- Stahlblechcontainer Typ IV mit Beton-Inliner / Betoncontainer Typ IV (Quaderförmige Abfallbehälter)
- Gusscontainer Typ I bis Typ VI (Quaderförmige Abfallbehälter)

Unter Beachtung technischer und transporttechnologischer Anforderungen (z. B. Maß- und Massenbeschränkung der Hauptförderanlage) verblieben folgende Möglichkeiten des Einsatzes von Behältern:

- MOSAIK II-15 könnten sowohl als Shuttle- als auch als Endlagerbehälter verwendet werden, sofern sie mit Gebinden beladen werden, die nicht mehr als das 30-fache der durchschnittlichen Gesamtaktivität eines MAW-Gebindes beinhalten. Hierzu würden die Entscheidungswerte für die Dosisleistung am MAW-Gebinde von ca. 1 Sv/h in 0,1 m Entfernung oder ca. 100 mSv/h in 1 m Entfernung angewandt.
- UVBA (Ummantelte verlorene Betonabschirmung) könnten mit einer Aktivität, die ca. 1/3 der durchschnittlichen Aktivität der MAW-Gebinde beträgt, beladen werden. Der Dosisleistungsgrenzwert an der Oberfläche des MAW-Gebindes betrüge dann ca. 12 mSv/h.
- Konradcontainer Typ IV könnten 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 besäßen und vergossen würden. Der Dosisleistungsgrenzwert an der Oberfläche des MAW-Gebindes betrüge dann ca. 34 mSv/h.

3.1.3 Abfertigung der MOSAIK-Behälter

Die Abfertigung der MOSAIK-Behälter umfasse die Reinigung und Dekontamination der Behälter und die Dichtheitsprüfung. Außerdem würden Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen

durchgeführt. Bei einer Nichteinhaltung der Dichtheitsanforderungen am MOSAIK-Behälter werde ein Dichtungswechsel durchgeführt. Es seien zwei Abfertigungsplätze für MOSAIK-Behälter vorgesehen. Die Abfertigung eines Behälters dauere ca. 8 Stunden.

Die Abfertigung der UVBA beschränke sich auf die Reinigung und Dekontamination sowie die Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen.

3.1.4 Konditionierung der MAW-Abfälle

Der Aufbau und die Einrichtung einer Konditionierungseinrichtung am Standort bzw. auf dem Gelände der Asse werden ausgeschlossen. Für die Konditionierung von mittelaktiven Abfällen stehe damit ausschließlich die HDB zur Verfügung.

Eine Konditionierung der Gebinde sei für die Verpackung in MOSAIK-Behälter nicht notwendig. Die Konditionierung der MAW-Abfälle und eine Verpackung in VBA ergäbe nur dann Kostenvorteile gegenüber der Endlagerung ohne Konditionierung in MOSAIK-Behältern, wenn aus einem konditionierten MAW-Gebinde nicht mehr als zwei VBA entstünden. Die Konditionierung der MAW-Abfälle für die Verpackung in Konradcontainer Typ IV umfasse das Umpacken der Gebinde vom MOSAIK-Behälter in den Container und das Vergießen des Containers mit Beton.

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

3.1.5 Transportbereitstellung

Für eine Transportbereitstellung unter Tage würde eine Fläche von ca. 1200 m² benötigt, wenn MOSAIK-Behälter 2-fach und UVBA 3-fach gestapelt würden.

Für eine Transportbereitstellung über Tage werde eine Halle in Stahlbetonbauweise benötigt, die Mindestanforderungen (Dicke der Bodenplatte ca. 0,6 m, Wandstärke ca. 0,6 m, Dachaufbau ca. 0,2 m, Gleis- und Straßenanschluss, Krananlage) genügen müsse.

Es sei von einer Transportbereitstellung zumindest eines Teiles der MOSAIK-Behälter von mehr als 3 Jahren auszugehen. Damit sei an diesen Behältern vor dem Abtransport in das Endlager eine „Wiederkehrende Prüfung“ (WKP) durchzuführen. Die erforderlichen baulichen Voraussetzungen für die WKP (Heiße Zelle) seien bei der Planung der Transportbereitstellungshalle zu berücksichtigen. Als Alternativen werden der Abschluss einer Sondervereinbarung zum Entfall der WKP, die Durchführung der WKP an einem bereits für diese Arbeiten ausgestatteten Standort und Mischformen der Transportbereitstellung aufgeführt.

3.1.6 Transport der Behälter

MOSAIK-Behälter und UVBA könnten technisch ohne Einschränkungen mit der Hauptförderanlage transportiert werden. Für den Transport unter Tage (490-m-Sohle) und über Tage (vom Hauptförderschacht zum Gleisanschluss) seien ein Flurförderfahrzeug bzw. ein Plattenwagen erforderlich.

Für die Ermittlung der Transportzeiten und -kapazitäten zum Endlager Konrad werde angenommen, dass sich alle Behälter am Standort der Asse befinden und dass alle MAW-Gebinde in MOSAIK-

Behältern im Endlager Konrad eingelagert würden. Damit ergäbe sich eine kalkulierte Transportzeit von ca. 36 Monaten.

Transporte zur externen Konditionierung würden ausschließlich mit MOSAIK-Behältern durchgeführt.

3.1.7 Endlagerung

Die Randbedingungen nach den Endlagerbedingungen Konrad für die Endlagerung der MAW-Gebinde in den gewählten Behältern werden für Mosaik-Behälter, UVBA und Konradcontainer Typ IV dargestellt.

3.1.8 Entsorgung der Sekundärreststoffe

Die Ausrüstungen und das Zubehör zur Rückholung der MAW- Abfälle würden nach Abschluss der Arbeiten soweit notwendig dekontaminiert, den Abmessungen und der Traglast der Hauptförderanlage entsprechend demontiert bzw. zerlegt und nach über Tage verbracht. Die anfallenden Sekundärreststoffmengen (z. B. Filter, Strahlenschutzverbrauchsmaterialien, Betriebsmittel) werden für Variante 1 (Falkkran) mit ca. 360 Mg und für Variante 2 (SMF) mit ca. 330 Mg abgeschätzt und sollen der HDB zugeführt werden.

3.1.9 Dokumentation und Nachweisführung

Alle aufgenommenen Daten zu den MAW-Gebinden und den Sekundärreststoffen sowie alle Entsorgungsschritte würden erfasst und dokumentiert. Hierfür werde ein Reststoff-Verfolgungs- und Kontrollsystem (ReVK) genutzt. Die Lagerverwaltung der Gebinde erfolge ebenfalls über das ReVK. Alle Transportbewegungen der Gebinde würden erfasst und jederzeit abrufbar gespeichert.

3.1.10 Zeit- und Aufwandschätzung

Normaler Verfahrensablauf

Gemäß Anlage 7 in EWN & TÜV (2008) wird die Dauer der Maßnahme bis zum Abschluss der Rückholung der MAW-Gebinde bei normalem Verfahrensablauf (einschließlich erforderlicher Genehmigungen) mit ca. 5 Jahren und 8 Monaten abgeschätzt. Bestimmend für den Gesamtaufwand ist der Personalaufwand für die Handhabung der MAW-Abfälle bis zur Abfertigung der MOSAIK-Behälter bzw. der UVBA. Es ergäbe 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.

Sofortmaßnahme

Bei Variante „Sofortmaßnahme“ werde statt der vollständigen Antragsunterlagen eine technische Beschreibung und Qualitätssicherungsspezifikation für die Ausrüstungen erstellt und von den Gutachtern geprüft. Nach der aufsichtlichen Anordnung könne sofort mit der Erarbeitung der Aufgabenstellungen begonnen werden. Die weiteren Abläufe unterschieden sich nicht von denen der Variante mit Genehmigung.

Der Ablauf verkürze sich damit gem. Anlage 8 in EWN & TÜV (2008) um ca. 16 Monate auf etwa 4 Jahre und 4 Monate und der Aufwand verringere sich um ca. 6 Mannjahre gegenüber der Variante „Normaler Verfahrensablauf“.

3.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO

Die Ausführungen in EWN & TÜV (2008) zur Darstellung der technischen Möglichkeiten werden angesichts des vorgegebenen Tiefgangs einer Machbarkeitsstudie als weitgehend vollständig und nachvollziehbar eingeschätzt. Im Rahmen der Rückholung ist auch eine Öffnung der MAW-Kammer sowie die Schaffung neuer Auffahrungen erforderlich (insbesondere Variante 2). Die Maßnahmen müssten vor ihrer Realisierung hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Standsicherheit, die bestehenden Lösungszuflüsse und die Konsequenzen bei einem verstärkten Lösungszufluss vor Abschluss der Rückholung bewertet werden. Nicht ausreichend berücksichtigt wurde von EWN und TÜV die Problematik der notwendigen Produktkontrollmaßnahmen vor erneuter Einlagerung in ein Endlager.

Eine Beeinträchtigung der Stilllegungsarbeiten in anderen Bereichen durch die Arbeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle kann nicht ausgeschlossen werden. Dies kann in der Nutzung der Hauptförderanlage oder anderer Infrastruktureinrichtungen der Schachanlage (Verlagerung der Kfz-Werkstatt) begründet sein. Diese Punkte sind im vorliegenden Bericht nicht im Detail untersucht. Dies stellt ein Manko hinsichtlich der Vollständigkeit dar.

Der tatsächliche derzeitige Zustand der MAW-Fässer und des Fasskegels ist nur unzureichend bekannt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige Gebinde so stark zerstört sind, dass eine Handhabung nicht mehr möglich ist. Vor Beginn der Arbeiten bzw. einer Feinplanung müssten wie vorgeschlagen mit Videotechnik die MAW-Kammer und die Abfallfässer so weit wie möglich inspiziert werden. Die Ablaufplanung für die Bergung der Abfälle basiert daher nur auf vergleichenden Schätzwerten und liefert Orientierungswerte.

Die Kenntnisse der EWN zu den gegenwärtigen Gegebenheiten in der MAW-Kammer basieren auf Befahrungen der Asse, auf markscheiderischem Risswerk, auf Fachgesprächen mit der Betreiberin HMGU sowie auf den weitreichenden Erfahrungen mit der Handhabung von Altabfällen in Stilllegungsprojekten. Aus Sicht der AGO stellen diese Kenntnisse eine ausreichende Grundlage für eine plausible Beurteilung der technischen Machbarkeit der Bergung der MAW-Gebinde durch EWN dar.

Nicht plausibel erscheinen der AGO die Angaben zur Zeit- und Aufwandschätzung. Angesichts der Einmaligkeit und Komplexität der Aufgabe unter bergbaulichen Verhältnissen erscheinen insbesondere die Planungszeiträume sowie die Annahmen zu Fertigungszeiten und zur Installation und Erprobung der neu zu konstruierenden technischen Einrichtungen knapp bemessen. Die in der Studie beschriebene technische Ausrüstung würde teilweise erstmals unter Tage und unter Strahlungseinwirkung eingesetzt werden. Es wären Einzelfertigungen von Ausrüstungen notwendig. Die Anzahl der unterschiedlichen Behälter ist vorab nicht spezifizierbar. Nicht erprobt wäre auch der Einsatz von Technik zur Dichtheitsprüfung der MOSAIK-Behälter unter Tage.

Aufgrund von unvermeidlich verbleibenden Unsicherheiten kann das aktuelle Fassinventar (sowohl in radiologischer und chemischer Hinsicht als auch die Form der Verfestigung der Abfälle) nur schwerlich abgeschätzt werden. Dies hat auch zur Folge, dass aus den fehlenden Daten zum Inventar des einzelnen Gebindes (Fass) kein Rückschluss auf den zu verwendenden Abschirm- und Transportbehälter (ATB) und den Endlagerbehälter gezogen werden kann. Im vorgelegten Konzept wird jedoch unterstellt, dass Abschirm- und Transportbehälter, insbesondere die MOSAIK-Behälter, in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen. Diese müssten jedoch erst noch gefertigt und zugelassen werden. Durch die Unsicherheiten bei der Beschaffung der großen Anzahl der benötigten Behälter in

der zur Verfügung stehenden Zeit, d.h. durch Lieferverzug z. B. bei den MOSAIK-Behältern, kann die Rückholung deutlich verzögert werden.

Die als ATB verwendeten MOSAIK-Behälter müssen entsprechend ihrer Zulassung nach 15 Transporten oder bei der Nutzung als Lagerbehälter alle 3 Jahre einer wiederkehrenden Prüfung 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 eine entsprechende technische Ausrüstung (Heiße Zelle).

Zur Ergänzung der Informationen über die MAW-Gebinde und um die Inanspruchnahme der im Endlager Konrad einzulagernden Nuklide hinsichtlich der Aktivitätsbegrenzung zu optimieren, müssen an einigen ausgewählten Gebinden Probenahmen vorgenommen werden. Die Auswahl der Gebinde, an denen eine Probenahme erfolgt, soll nach Möglichkeit einen repräsentativen Umfang an MAW-Gebinden gewährleisten. Auch dafür sind entsprechende technische Einrichtungen erforderlich (Heiße Zelle).

Eine technische Einrichtung (Heiße Zelle) zur WKP, Produktkontrolle und Konditionierung steht derzeit ausschließlich bei der HDB im Forschungszentrum Karlsruhe zur Verfügung (EWN & TÜV 2008).

Sollte aufgrund genehmigungsrechtlicher Schwierigkeiten die HDB nicht zur Verfügung stehen, wäre nicht nur eine Pufferlagerung am Standort Asse sondern eine längerfristige Zwischenlagerung erforderlich, die entsprechende technische Einrichtungen (Heiße Zelle) am Standort zur Folge hat. Auch mit Blick auf die ungewisse Verfügbarkeit von Mosaik-Behältern sollte die Konditionierung mittels Umpacken in Konradcontainer Typ IV aus Sicht der AGO betrachtet werden. Dies erfordert ebenfalls ein entsprechend ausgerüstetes Zwischenlager incl. Konditionierungsanlage. Sollte dies aufgrund genehmigungsrechtlicher Probleme nicht in der HDB erfolgen können, sind entsprechende Einrichtungen am Standort zu schaffen.

Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf die Vermeidung von Transporten empfiehlt die AGO im Falle der Rückholung der MAW die Errichtung einer kerntechnischen Anlage (Zwischenlager incl. Konditionierungsanlage) am Standort Asse. Die AGO ist sich allerdings der aus dieser Empfehlung resultierenden Probleme zur zeitlichen und rechtlichen Realisierbarkeit bewusst und empfiehlt eine vertiefende Prüfung.

Im Konradcontainer Typ IV können maximal drei MAW-Fässer je Container eingelagert werden. Zusätzlich zum Umpacken in Konrad-Container können weitere Konditionierungsmaßnahmen an den geborgenen Fässern notwendig werden um endlagergerechte Abfallgebilde herzustellen. Im Zuge der Konditionierung ist dann auch die notwendige Endlagerdokumentation für die Endlagerung im Endlager Konrad zu erstellen. Unabdingbare Voraussetzung für die Einlagerung ist die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen des Endlagers Konrad (BfS (1995)). Eine wichtige Voraussetzung für die Entsorgung der MAW-Abfälle ist nach EWN & TÜV (2008) die Annahme, dass alle 1301 Gebinde in der MAW-Kammer als Charge betrachtet werden können. Das heißt, dass die Nuklidzusammensetzung und die Nuklidverteilung für alle Gebinde als gleich angenommen werden. Um die Betrachtung des gesamten MAW als eine Charge vornehmen zu können sind daher voraussichtlich umfangreiche Stichprobenprüfungen und Einzelfallbetrachtungen im Rahmen der Produktkontrolle im Hinblick auf die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen Konrad erforderlich. Diese können zu einer höheren Dosis für das Personal und einem größeren Zeitbedarf führen. Ob die vorgeschlagene Vorgehensweise der Chargenbildung umgesetzt werden kann, wird von der AGO bezweifelt und kann von der AGO nicht abschließend bewertet werden.

Es wurden in EWN & TÜV (2008), Tabelle I-5 im Rahmen einer mittelnden Abschätzung Kosten in Höhe von ca. 150 Mio € abgeschätzt, die sich auf das vorgeschlagene Konzept der Rückholung mit SMF (Variante 2) und Transport zur und Konditionierung in der HDB im Forschungszentrum Karlsruhe bezieht. Diese Abschätzung berücksichtigt nicht die Kosten der von der AGO für den Fall der MAW-

Rückholung empfohlenen Errichtung einer kerntechnischen Anlage am Standort sowie für die Produktkontrolle der MAW-Abfälle und von ggf. eintretenden Zeitverzügen. Eine qualifizierte Kostenschätzung kann die AGO dazu nicht abgeben.

Fazit:

Insgesamt ist aus Sicht der AGO festzustellen, dass auf der Basis der beschriebenen Techniken und Varianten und unter Berücksichtigung der zugrunde gelegten Annahmen eine Bergung der radioaktiven Abfälle aus der MAW-Kammer grundsätzlich technisch machbar ist. Es bestehen jedoch bei zahlreichen Punkten – insbesondere im Hinblick auf den Zeitplan und die Frage einer ggf. am Standort zu errichtenden kerntechnischen Anlage (zur Konditionierung und/oder längerfristigen Lagerung) erhebliche Unsicherheiten. Die Abschätzung der Zeitabläufe und somit der gesamten Dauer des Vorhabens in EWN & TÜV 2008) werden als sehr optimistisch bewertet.

4 RADIOLOGISCHE KONSEQUENZEN EINER RÜCKHOLUNG

4.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS

Es müsse laut EWN & TÜV (2008) davon ausgegangen werden, dass das Personal im Rahmen der Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage Asse und der weiteren Konditionierung mit einer Kollektivdosis von ca. 400 mSv (Variante MOSAIK- und UVBA-Behälter) belastet wird.

Es wurde eine Erhöhung der potenziellen Strahlenexposition der Bevölkerung infolge der erhöhten Ableitungen über die Abwetter während der Rückholmaßnahmen ermittelt. Diese Erhöhung resultiere zum einen aus dem Normalbetrieb sowie andererseits aus anormalen Betriebszuständen (z. B. Fassabsturz aus der Greifzange auf den Fasskegel).

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 stelle eine deutliche Belastung dar, die nur dann als angemessen eingestuft werden könne, wenn mit dieser Strahlenexposition auch ein angemessener sicherheitstechnischer Gewinn verbunden sei, da gemäß § 6 StrlSchV jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden sei. Aus Sicht von EWN und TÜV 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. Der Störfall eines unkontrollierten Lösungszutritts vor abgeschlossener Stilllegung ist dabei nicht abschließend berücksichtigt worden, da eine entsprechende Störfallanalyse des Betreibers nicht vorlag.

4.1.1 Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung

Ableitungen mit den Abwettern im bestimmungsgemäßen Betrieb

Während der Bergung der Fässer aus der MAW-Kammer könne es zur Freisetzung von radioaktivem Staub durch abstürzende MAW-Fässer aus dem automatischen Greifer kommen. Die Abschätzungen gehen von einem Absturz von 1% der Fässer (13 Stück) aus der maximalen Fallhöhe von 21 m aus, wobei jedes dieser Fässer 10 weitere Fässer ins Rollen bringen solle, die dann ihrerseits eine Aufprallgeschwindigkeit bis zu 35 km/h erreichen würden. Die Freisetzungsanteile wurden analog der zitierten Transportstudie Konrad angesetzt, wobei der Fall AGG-1 (bituminierte Abfälle in Stahlblechcontainern) angenommen und eine Einstufung in die Belastungsklasse 4 der Konrad-Studie (GRS (1991a)) vorgenommen wurde.

Bei den berechneten staubbedingten Freisetzungen innerhalb der MAW-Kammer wurden für die Fässer Mittelwerte der β/γ - bzw. α -Aktivitäten angenommen, die aus dem vereinfachten Nuklidinventar der MAW-Kammer sowie der Anzahl der Gebinde ermittelt wurden. Gasförmige Nuklide wurden nicht berücksichtigt.

Der kombinierte Abscheidegrad für Staub der beiden in Serie geschalteten HEPA-Filter ließe nur einen Anteil von $2,5E-7$ der suspendierten Staubpartikel in den Abwetterstrom passieren. Demnach würden sich die zusätzlichen Freisetzungen über den Abwetterstrom in die Umwelt (wie in Tabelle G 1.1-6 des Gutachtens detailliert angegeben) zu ca. 20.000 Bq/a für β/γ -Strahler und zu 234 Bq/a für α -Strahler errechnen.

Diese zusätzlichen Freisetzungen werden in EWN & TÜV (2008) mit den bisherigen Freisetzungen über den Abwetterstrom verglichen. Es werden Ausbreitungsrechnungen für den Abwetterstrom

angestellt, die auch berücksichtigen, dass durch die Rückholung zeitlich stark variable Belastungen verursacht werden. In Summe betrüge die ermittelte Strahlenexposition für die Bevölkerung durch den bisherigen Betrieb der Schachtanlage plus die Rückholung der Abfälle aus der MAW-Kammer weniger als 14 $\mu\text{Sv/a}$ (effektive Dosis). Die höchste Organdosis betrüge 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 würden unterschritten. Die durch die Rückholung der MAW-Abfälle konservativ zu erwartende Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Partikel mit den Abwettern würde die Strahlenexposition durch den normalen Schachtbetrieb über diesen Pfad nicht signifikant erhöhen.

Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle

Es wäre geplant, die Transportgebände bis zur Verbringung ins Endlager Konrad in einer Transportbereitstellungshalle vor Ort temporär zu lagern. Die berechnete Dosisleistung in einem Meter Abstand von der Außenwand der Halle betrügen weniger als 0,1 $\mu\text{Sv/h}$. Bei unterstelltem Daueraufenthalt (8.760 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.

Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung

Die Summe der ermittelten effektiven Dosis aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen betrüge weniger als 0,9 mSv/a. Der Grenzwert des § 46 (1) StrlSchV von 1 mSv/a für die effektive Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung würde unterschritten. Bei einem Zaunabstand von etwa 10 m zu den Hallenwänden würde bei Daueraufenthalt unter den konservativen Randbedingungen der angestellten Dosisberechnungen die Dosis durch die Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle weniger als 0,4 mSv/a betragen.

4.1.2 Betrachtung der Individual- und Kollektivdosis des Personals

4.1.2.1 Grundlegende Randbedingungen und Annahmen

In EWN & TÜV (2008) wird unterstellt, dass die Bergung innerhalb eines Kalenderjahres abgeschlossen werden könne. Eine Ausnahme davon sei die Durchführung von Wiederkehrenden Prüfungen (WKP) an den MOSAIK-Behältern.

Geplant wäre, die Arbeiten zur Rückholung unter Tage in vier Schichten durchzuführen. In jeder Schicht wären sechs Personen tätig. Die Tätigkeiten würden ohne Wochenend- bzw. Feiertagsunterbrechung durchgeführt werden. Dabei wäre jede Schicht doppelt besetzt. Jeder Mitarbeiter wäre somit an durchschnittlich 3,5 Tagen pro Woche für 6 h unter Tage beschäftigt. Pro Tag sollen 5 Gebinde abgefertigt werden. Somit wäre jeder Mitarbeiter ca. 130 Schichten unter Tage.

Es wird unterstellt, dass kein Schichtbetrieb für die Tätigkeiten über Tage erforderlich sei. 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.

Um eine abdeckende Betrachtung der zu erwartenden Individual- bzw. Kollektivdosen durchführen zu können, mussten zwei Extremwerte für die zu erwartende Dosis gefunden werden, die von den einzusetzenden Abschirm- und Transport-Behältern (ATB) abhängen (nur Betonabschirmungen Typ II (UVBA) bzw. nur MOSAIK-Behälter). In der Praxis würden beide Behältertypen je nach Anforderung nebeneinander zum Einsatz kommen.

Für die Bergung der Fässer müssten zuerst die Zugänge zu der MAW-Kammer geschaffen werden. Danach kann mit dem Aufbau und der Inbetriebsetzung der technischen Einrichtungen wie Hebezeuge, Leitstand usw. begonnen werden. Aus Sicht des Strahlenschutzes müsse auch der Rückbau der Anlagen bewertet werden.

Alle weiteren Tätigkeiten müssten getrennt nach den verwendeten Behältern bewertet werden.

Die Tätigkeiten unter Tage wären durch stark unterschiedliche Strahlenexpositionen gekennzeichnet. In Ausnahmefällen könne eine Intervention am beladenen ATB erforderlich sein. Für diese Interventionen wurde unterstellt, dass sie bei 1% der beladenden ATB auftreten.

Der beladene ATB müsse auf der 490m-Sohle zum Schacht befördert werden. Die größte Dosisbelastung für das Personal bei diesem Vorgang träte vor allem beim An- und Abschlagen der Gehänge vom Behälter auf.

Nach Anlieferung der unbeladenen ATB müssten diese an ihre Lagerposition bzw. direkt in den Schacht verbracht werden. Weiterhin müssten die beladenen ATB aus dem Schacht in die Transportbehälterhalle bzw. an ihren Lagerort verbracht werden. Die als ATB verwendeten MOSAIK-Behälter müssten einer Wiederkehrenden Prüfung (WKP) unterzogen werden. Diese würde, 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 erfordern. Erfahrungsgemäß müsse dabei die prüfende Person nicht ständig neben dem beladenen Behälter stehen, da auch längere Wartezeiten auftreten würden. Die beladenen ATB sollten für den weiteren Transport auf 20'-open-all-Container verladen werden. Die Strahlenexposition bei der Befestigung der Behälter wurde von EWN & TÜV (2008) berücksichtigt.

Durch eine Behandlung der MAW-Fässer in einer Konditionierungsanlage wäre es unter günstigen Umständen möglich, die Abfälle in UVBA anstelle von MOSAIK-Behältern einzulagern. Daher wurde für diese Alternative auch eine Dosisbetrachtung vorgelegt. Die als Ergebnis einer Betrachtung, bei der alle Fässer in UVBA verpackt würden, berechnete Strahlenexposition sei aus strahlenschutztechnischer Sicht abdeckend.

Die beladenen ATB sollen zur Endlagerung in den Schacht Konrad verbracht werden. Um die maximalen Individualdosen und die zu erwartende Kollektivdosis ermitteln zu können, müssten detaillierte Betrachtungen zur Einlagerung der beiden verwendeten ATB-Typen durchgeführt werden.

4.1.2.2 Dosisbetrachtungen

A) Darstellung der Dosisbelastung für die vor- und nachbereitenden Arbeiten

Bei einer Anzahl von 6 Personen und einer Dauer von 630 h sei für die vorbereitenden Arbeiten bei einer durchschnittlichen Ortsdosisleistung (ODL) von 10 $\mu\text{Sv/h}$ eine durchschnittliche Individualdosis von 6,3 mSv und eine Kollektivdosis von 37,8 mSv zu erwarten. Für die Demontage der Einrichtungen wird ein Arbeitskräfteeinsatz von ebenfalls sechs Personen unterstellt. Die nachbereitenden Arbeiten wurden mit einer Gesamtdauer von 360 h angesetzt. Die mittlere ODL wurde mit 1 $\mu\text{Sv/h}$ angenommen. Damit ergäben sich für diese Arbeiten eine durchschnittliche Individualdosis von 0,36 mSv und eine Kollektivdosis von 2,2 mSv.

Für die Bewertung der Strahlenexposition wird von EWN und TÜV unterstellt, dass diese Tätigkeiten von Personal ausgeführt werden, welches mit der eigentlichen Rückholung nicht mehr befasst sei und somit keiner unzulässig hohen Dosisbelastung ausgesetzt würde. Die zu erwartende Kollektivdosis für diese Tätigkeiten wurde abdeckend mit 40 mSv angenommen. Bei diesen Tätigkeiten könne die Dosisbegrenzung nach § 55 StrlSchV eingehalten werden.

B) Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von UVBA

Aus strahlenschutztechnischer Sicht stelle 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.

Dosisbelastungen aus Tätigkeiten unter Tage resultieren aus folgenden Arbeitsschritten: Für die Durchführung der Kontaminationsmessungen, dem Verschrauben des Deckels und der eventuellen Dekontamination der Außenflächen der UVBA wird in EWN & TÜV (2008) ein manuelles Arbeiten in direkter Nähe zum Behälter für erforderlich erachtet. Diese Schritte würden als ein Arbeitsgang angesehen. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 1,25 abgefertigten Gebinden pro Schicht trete eine mittlere Dosisbelastung von 225 μSv für die erste Person bzw. von 50 μSv für die zweite Person je Schicht auf.

Hinzugerechnet werden müsse in diesem Arbeitsschritt noch die Möglichkeit, dass bei angenommen 1% der abgefertigten Behälter eine Intervention am Behälter notwendig sei (Undichtigkeit des Deckels etc.). Der Interventionsfall würde für jeden Mitarbeiter über die gesamte Zeitdauer der Rückholung zweimal als realistisch angesehen. Die zusätzliche Dosisbelastung betrage 1,12 mSv je Mitarbeiter. Pro Intervention falle eine Kollektivdosis von 1,12 mSv an. Würde unterstellt, dass immer die gleiche Person die Dekontamination durchführt, erhielte man mit den oben genannten Annahmen eine max. Individualdosis von 29,25 mSv für das Verschließen und die Dekontamination der UVBA. Hinzugerechnet werden müsse 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 (20 mSv) darstellt.

Würde eine Gleichverteilung der Arbeiten unterstellt, erhielte man aus den beiden Individualdosen somit eine mittlere Individualdosis von 19 mSv. Der Grenzwert nach § 55 StrlSchV könne demnach knapp eingehalten werden. Dabei sei 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 betrage 301 mSv.

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 ergäbe sich eine Dosis von 50 μSv pro Schicht. Mit diesem Wert erhielte man unter den oben beschriebenen Voraussetzungen eine maximale Individualdosis von 6,5 mSv. Die Kollektivdosis für diese Tätigkeit betrage 52 mSv.

Die Dosis für eine Reserve-/ Begleit-/ Einweiser-Person sei vernachlässigbar, da sie aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen (Abschirmung, Abstand, Minimierung der Aufenthaltsdauer im Strahlenfeld) und Wartezeiten außerhalb des Kontrollbereiches nur einer geringfügigen Exposition unterläge.

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 einen angepassten Personaleinsatz könnten die Dosisgrenzwerte jedoch eingehalten werden. Hierfür sei es jedoch notwendig, dass der einzelne Mitarbeiter für jedes anfallende Aufgabengebiet ausgebildet ist und jede Tätigkeit ausüben kann und darf.

Zusammengefasst: Während der Abfertigung der UVBA-Gebinde unter Tage falle eine durchschnittliche Individualdosis von max. 11 mSv an. Die jeweilige Individualdosis wäre jedoch signifikant höher (bis 30,4 mSv), wenn die Arbeitsverteilung nicht konsequent ausgeführt würde. Die Individualdosis könne jedoch durch weitere Optimierungen vor Ort ggf. weiter reduziert werden. Die Kollektivdosis für die genannten Arbeiten unter Tage betrage 353 mSv.

Dosisbelastungen aus Arbeiten über Tage: Für die Einlagerung in die Transportbehälterhalle und die Auslagerung der UVBA aus der Transportbehälterhalle wäre eine Dauer von jeweils 0,25 h und eine Dosisleistung von 50 $\mu\text{Sv/h}$ anzunehmen. Daraus ergäbe sich unter der Annahme, dass an 186 Tagen gearbeitet wird (Anmerkung der AGO: es müsste hier 93 Tage heißen bzw. 186 Schichten, die Berechnungen sind jedoch richtig), eine mittlere Individualdosis von 16,3 mSv, wobei die anfallenden Tätigkeiten auf beide anwesenden Personen gleichmäßig verteilt worden seien. Für die Ein- und Auslagerung falle 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 $\mu\text{Sv/h}$, und der Personaleinsatz wird mit einer Person angenommen. Unter der Voraussetzung, dass auch bei der Verladung der UVBA auf den Container beide über Tage tätigen Personen der Strahlenbelastung gleichmäßig ausgesetzt sind, ergäbe sich hier eine durchschnittliche Individualdosis von 5,4 mSv.

Die Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung können mit dem in EWN & TÜV (2008) angenommenen Personaleinsatz nur mit erheblichem Aufwand eingehalten werden. Die Kollektivdosis bleibt in den betrachteten Personaleinsatzvarianten gleich, sie beträgt 43 mSv.

Dosisbelastungen bei der Einlagerung im Endlager: Die bei der Einlagerung im Endlager Konrad auftretende Dosisbelastung wurde aufgrund der zitierten „Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung“ abgeschätzt.

Aus der Dosisleistung pro Gebinde erhalte man bei 1301 eingelagerten MAW-Fässern bei einem unterstellten Einlagerungsvolumen von 1691m³ eine Kollektivdosis von 17,7 mSv, die als sehr konservativ anzusehen sei.

Die Zusammenfassung der abgeschätzten Dosisbelastung bei ausschließlicher Verwendung von UVBA-Behältern zeige, dass bei der alleinigen Verwendung von UVBA und einer Durchführung aller Tätigkeiten in einem Kalenderjahr sowie keinen weiteren Optimierungsmaßnahmen die Dosisgrenzwerte nach § 55 StrlSchV bzgl. der Strahlenexposition des Personals überschritten werden können. Insbesondere bei den Tätigkeiten unter Tage, aber auch bei der Ein- und Auslagerung der Behälter bestünde noch Optimierungsbedarf.

Aufgrund der modellierten ausschließlichen Verwendung von UVBA könne diese Option auf jeden Fall als abdeckend für die Strahlenexposition gesehen werden. Durch die zwangsläufige Verwendung von MOSAIK-Behältern (diese wäre aufgrund des MAW-Fassinventars in vielen Fällen notwendig und strahlenschutztechnisch günstiger) würde aus Sicht von EWN und TÜV die Dosisbelastung des Personals geringer als hier dargestellt ausfallen.

C) Darstellung der Dosisbelastung bei der Verwendung von MOSAIK-Behältern

Aus strahlenschutztechnischer Sicht wäre die ausschließliche Verwendung von MOSAIK-Behältern das Optimum. Einer Umsetzung dieser Planung stünden nach EWN & TÜV (2008) vor allem die mangelnde Verfügbarkeit einer ausreichenden Zahl von MOSAIK-Behältern sowie wirtschaftliche Gründe entgegen. Dieses Szenario wurde untersucht, um die minimale Strahlenexposition durch die Rückholung abschätzen zu können.

Dosisbelastung aufgrund von Tätigkeiten unter Tage: Die Abfertigung von durchschnittlich 1,25 Gebinden pro Schicht führe zu einer individuellen durchschnittlichen Dosis von 17,5 $\mu\text{Sv/d}$ bzw. 15 $\mu\text{Sv/d}$ für das abfertigende Personal. Im Interventionsfall (angenommen 1% aller Behälter) müsse eine zusätzliche Dosisbelastung von 0,56 mSv je Intervention berücksichtigt werden. Konservativ abdeckend würde für die Person, die immer die Dekontamination vornimmt, eine maximale

Individualdosis von 3,4 mSv anfallen. Die zweite an der Abfertigung beteiligte Person erhalte eine max. Individualdosis von 2,0 mSv. Unter Hinzurechnung der bei den Interventionsfällen anfallenden Dosis erhalte man eine Individualdosis von 3,1 mSv. Die zu erwartende Kollektivdosis für diesen Arbeitsschritt betrage in der Summe 48,4 mSv.

Für den Transport unter Tage wird eine Dauer von 1h je Gebinde bei einer ODL von 8 μ Sv/h angenommen. Hieraus ergäbe sich eine Individualdosis von 1,3 mSv. Die Kollektivdosis für diese Tätigkeit betrage 10,4 mSv.

Die Dosis für eine Reserve-/ Begleit-/ Einweiser-Person sei vernachlässigbar, da sie aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen (Abschirmung, Einhaltung von Sicherheitsabständen) und Wartezeiten außerhalb des Kontrollbereiches nur einer geringfügigen Exposition ausgesetzt ist.

Zusammengefasst: Während der Abfertigung der Gebinde unter Tage falle eine durchschnittliche Individualdosis von 2,0 mSv an. Die jeweilige Individualdosis könne mit max. 3,4 mSv jedoch signifikant höher sein. Ein Überschreiten der in § 55 StrlSchV vorgegebenen Grenzwerte für die Individualdosen sei jedoch nicht zu besorgen. Unter der Annahme, dass die Aufgaben aus Gründen der Minimierung der Individualdosen gleichmäßig getauscht werden, ergäbe sich maximal eine durchschnittliche Dosisbelastung von 2,0 mSv. Die Kollektivdosis für die genannten Arbeiten unter Tage betrage 58,8 mSv.

Über Tage:

Für die Einlagerung und Auslagerung der MOSAIK-Behälter werden eine Dauer von jeweils 0,25 h und eine Dosisleistung von 8 μ Sv/h angenommen. Es würde pro Schicht 14 Behälter bewegt. Bei 186 Mann-Schichten ergäbe sich unter der Annahme, dass die Arbeiten auf beide anwesenden Personen gleich verteilt werden, eine durchschnittliche Individualdosis von 2,6 mSv. Die Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung könnten eingehalten werden. Die Kollektivdosis für die Ein- und Auslagerung der MOSAIK-Behälter betrage 5,2 mSv.

Vor dem Abtransport ins Endlager wird konservativ für jeden MOSAIK-Behälter die Notwendigkeit einer Wiederkehrenden Prüfung (WKP) unterstellt. Bei einer Dauer von 8 h pro WKP und einer mittleren ODL von 8 μ Sv/h ergäbe sich bei einer unterstellten Abfertigung von einem Behälter pro Schicht eine Individualdosis von 64 μ Sv pro MOSAIK-Behälter. Bei 230 Arbeitstagen im Jahr ergäbe sich eine Individualdosis von 14,7 mSv/a. Bei 1301 Behältern ergäbe 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 μ Sv/h. Der Personaleinsatz wird mit einer Person angenommen. Somit ergäbe sich für die Verladung der Behälter eine maximale Individualdosis von 2,6 mSv, die auch der Kollektivdosis entspricht.

Einlagerung im Endlager:

Die bei der Einlagerung im Endlager Konrad auftretende Dosisbelastung wurde aufgrund der zitierten „Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung“ abgeschätzt.

Bei 1301 eingelagerten Behältern und einem unterstelltem Einlagerungsvolumen von 1691 m³ erhalte man eine Kollektivdosis von 9 mSv, die nach GRS (1991b) als sehr konservativ anzusehen sei.

D) Zusammenfassung der Dosisbetrachtung der verschiedenen Behälter

Die untere Grenze für die zu erwartende Kollektivdosis würde durch die Betrachtung der Auslagerung aller MAW-Fässer in MOSAIK-Behältern abgebildet. MOSAIK-Behälter wiesen die für diesen Einsatzzweck besten Werte für die Abschirmung auf. Der Dosisgrenzwert für die max. Individualdosis des Personals (§ 55 StrlSchV) könne in allen Phasen der Rückholung eingehalten werden. Die höchste Dosisbelastung würde 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 sei, wäre 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 sei eine Betrachtung der WKP in Bezug auf die Dosisbelastung zwingend notwendig.

Bei der Verwendung von UVBA sei die Dosisbelastung des Personals in vielen Arbeitsschritten höher. Einen besonders hohen Beitrag liefere hierbei die möglicherweise notwendig werdende Dekontamination der Außenflächen der UVBA. Da diese in allen Fällen zu unterstellen sei, gibt es in diesem Fall nur wenig Optimierungspotenzial. Hier sei darauf zu achten, dass das Personal keinen Spitzen in den Dosisbelastungen ausgesetzt würde. Andernfalls könnten die Dosisgrenzwerte nach § 55 StrlSchV nicht eingehalten werden. Die Kollektivdosis für die gesamte Kette der Rückholung würde in einem Bereich von 276,9 mSv (ausschließliche Verwendung von MOSAIK-Behältern) bis 453,7 mSv (ausschließliche Verwendung von UVBA) liegen.

Ein realistisches Szenario solle 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 in Konrad-Containern Typ IV endgelagert werden. Die UVBA würden 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, ergäbe sich, dass die mittlere ODL der MOSAIK-Behälter sich verdoppelt, die durchschnittliche ODL der UVBA jedoch auf die Hälfte reduziert wird.

Mit den Daten (EWN & TÜV 2008) könne die max. mittlere Individualdosis abgeschätzt werden. Nach den oben durchgeführten Berechnungen liege 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 errechne sich aus den vorliegenden Daten eine mittlere Individualdosis von 10 mSv für die Tätigkeit des Verschließens. Somit würden die Grenzwerte nach § 55 StrlSchV, die bei einigen Tätigkeiten unter konservativen Annahmen überschritten werden können, ohne zusätzliche Maßnahmen eingehalten.

Eine Grenzwertüberschreitung der Individualdosis sei nur für die Durchführung der WKP an den MOSAIK-Behältern möglich. Diese träte auf, wenn alle Prüfungen an den Behältern binnen eines Kalenderjahres durchgeführt würden. In der Praxis würde die WKP an den Behältern zeitnah zur Einlagerung erfolgen und könne daher nicht innerhalb eines Kalenderjahres abgeschlossen werden. Weiterhin könne durch eine Optimierung des Personaleinsatzes die maximale Individualdosis auf ein zulässiges Maß verringert werden.

Eine weitere Verringerung der Strahlenexposition könne 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 der Betriebserfahrung ergeben.

4.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO

Aus Sicht der AGO werden die einzelnen Arbeitsschritte, bei denen Strahlenexpositionen des Personals und der Bevölkerung auftreten können, weitgehend vollständig erfasst. Die möglicherweise bei der Produktkontrolle auftretenden Strahlenexpositionen werden in EWN & TÜV (2008) nicht erwähnt.

Die Nachvollziehbarkeit vieler Abschätzungen der radiologischen Konsequenzen in EWN & TÜV (2008) ist wegen fehlender Angaben im Detail eingeschränkt. Daher kann hier nur eine allgemeine Stellungnahme zur Vorgehensweise und zu den abgeleiteten Konsequenzen erfolgen.

Die in den Tabellen G 1.1-3 bis G 1.1-7 aufgeführten Aktivitätsangaben sind lückenhaft und stammen z. T. aus Annahmen. So ist angesichts des unterschiedlichen und größtenteils unbekanntem Aktivitäts- und Stoffinventars der einzelnen Fässer die Begründung für die Bildung eines "mittleren Inventars" nicht nachvollziehbar.

In EWN & TÜV (2008) wurden für die Abschätzungen der Strahlenexpositionen Modelle verwendet, die entwickelt wurden, um den Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten bei geplanten neuen Tätigkeiten im Rahmen von Genehmigungsverfahren zu erbringen. Diese abdeckenden Szenarien sind nicht geeignet, um unterschiedliche Handlungsoptionen zu bewerten und Entscheidungen über Strahlenschutzmaßnahmen zu treffen. In solche abdeckenden Betrachtungen fließen unterschiedliche Sicherheitsaufschläge in die Bewertung einzelner, die Exposition bestimmender Parameter ein, so dass das Endergebnis der Abschätzung eine systematische Überschätzung der real zu erwartenden Expositionen ergibt, ohne dass der Beitrag jedes einzelnen Parameters mit seinen unterschiedlichen Sicherheitsaufschlägen zum Gesamtergebnis noch deutlich wäre. Da in den Optionenvergleich unterschiedliche Expositionsbetrachtungen einfließen müssen (Beschäftigte, heutige Bevölkerung, Bevölkerung zum Zeitpunkt der Freisetzung, Beschäftigte für Sanierungsarbeiten zum Zeitpunkt der Freisetzung etc.) stellen abdeckende Betrachtungen zum Nachweis der Einhaltung von Grenz- und Referenzwerten keine fachlich fundierte Basis für einen nachvollziehbaren Vergleich verschiedener Handlungsoptionen dar. Es ist vielmehr geboten, von möglichst realistischen Expositionsabschätzungen auszugehen. Unbenommen davon bleiben natürlich die Anforderungen aus rechtlichen Vorgaben, wenn konkrete Maßnahmen nach einer Entscheidung über die Handlungsoptionen beantragt, genehmigt und durchgeführt werden.

Für die Abschätzung der Strahlenexposition der Bevölkerung wird angenommen, dass die rückgehenden Abfälle bis zur Verbringung ins Endlager Konrad in einem Zwischenlager verwahrt werden. Die an der Außenwand der Halle in einem Meter Abstand anzunehmende Dosisleistung wird von EWN & TÜV (2008) mit weniger als $0,1 \mu\text{Sv/h}$ angegeben. Hieraus resultiert für Einzelpersonen der Bevölkerung eine jährliche Dosis von bis zu $0,88 \text{ mSv/a}$ bei einem unterstellten Daueraufenthalt von 8760 Stunden pro Jahr in Hallennähe. Bei einer realistischeren Betrachtungsweise sind Aufenthaltszeiten im Bereich von 100 bis 250 Stunden anzunehmen (vgl. Zitat Bergbauberechnung). Hieraus resultiert eine realistisch abgeschätzte effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung, die sich in einem Meter Abstand vom Zwischenlager aufhält, von weniger als $10 - 25 \mu\text{Sv}$ pro Jahr. Aber auch dieser Dosisbeitrag ist noch wenig realistisch, da zum einen ein direkter, dauerhafter Aufenthalt am Zwischenlager nicht möglich ist und zum anderen durch ein optimiertes Aufstellen der Abfälle im Zwischenlager die Dosis weiter vermindert werden kann.

Bei den Beschäftigten resultiert der weitaus größte Einzelbeitrag zur Dosis aus den sog. wiederkehrenden Prüfungen (WKP) der Abfallgebinde. Diese machen lt. Abschätzungen in EWN & TÜV (2008) bei der maximalen Individualdosis etwa die Hälfte aus und bei der Kollektivdosis der Beschäftigten etwa ein Drittel. Es wird angenommen, dass die Sicherheitsüberprüfungen wiederkehrend erfolgen müssten, da eine jahrelange Verweilzeit im Zwischenlager unterstellt wird. Außerdem werden Möglichkeiten der Minimierung bzw. der Vermeidung solcher Dosisbeiträge nicht

mit berücksichtigt. Die in EWN & TÜV (2008) angenommenen Dosisbeiträge sind in ihrer Höhe nicht nachvollziehbar. Sicherheitsüberprüfungen der Abfallgebinde im Zwischenlager sind beispielsweise durch Maßnahmen des betrieblichen Strahlenschutzes unter Einsatz technischer und organisatorischer Verfahren so zu gestalten und optimieren, dass die Expositionen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Hierdurch wird es möglich, diesen Dosisbeitrag erheblich zu vermindern.

Die Strahlenexposition der Bevölkerung resultierend aus Rückholung und Zwischenlagerung der MAW-Abfälle wird in EWN & TÜV (2008) in der Summe im Wesentlichen wegen sehr konservativer Annahmen zur Zwischenlagerung als zu hoch eingeschätzt. Das gleiche trifft zu auf die Expositionsabschätzung für die mit einer möglichen Rückholung beauftragten Beschäftigten.

5 STÖRFÄLLE MIT RADIOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN AUF DIE BEVÖLKERUNG IN DER UMGEBUNG DER ASSE

5.1 WIEDERGABE DES DARGESTELLTEN SACHVERHALTS

Folgende Störfälle wären während der Rückholung der Fässer als möglich zu betrachten:

- Brand des Schweren Manipulator Fahrzeugs (SMF) und Überspringen des Brandes auf bitumengebundene Abfälle (entsprechend der Planungsstudie Variante 2 der EWN)
- Störungen in der zusätzlichen Abwetteranlage (ZAWA)
- Filterbrand
- Filterdurchbruch
- Transportunfall auf der 490 m Sohle beim Transport eines Abschirm- und Transportbehälters (ATB) zur Hauptförderanlage
- Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage
- Transportunfall über Tage
- Auswirkungen eines Erdbebens auf die Transportbereitstellungshalle.

Als radiologisch bedeutsam seien dabei folgende Störfälle zu beurteilen:

- 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 in EWN & TÜV (2008))
- Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage (s. Punkt 4 der Störfallliste in EWN & TÜV (2008))

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

Als Ereignis mit den höchsten berechneten Dosiswerten wurde der „Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage“ ermittelt. Sowohl der Planungswert für die effektive Dosis als auch einige Planungswerte für Organe gemäß § 49, Abs. 1 StrlSchV würden für die jeweilige Referenzperson überschritten. Ergänzung durch Werte zu den Störfällen!

5.2 BEWERTUNG DURCH DIE AGO

- Absturz eines ATB im Schacht der Hauptförderanlage:

Die angenommene Freisetzung am Störfallort (Quellterm) ist nicht belegt.

Um beim Ausfall der Fördermaschinenbremse Behälterabstürze zu verhindern, werden heutzutage Bremsbänder (sog. SELDA-Anlagen Abkürzung erklären) eingebaut, wie sie auch in die Auslegung der Schachtförderanlage Konrad 2 eingeflossen sind. Dies führt dazu, dass beim Endlager Konrad ein Behälterabsturz nicht als Störfallszenario betrachtet werden muss, da ein Behälterabsturz durch diese

technische Maßnahme ausgeschlossen wird. Bei der Schachtanlage ASSE 2 wäre eine Nachrüstung einer SELDA-Anlage mit größeren Umrüstmaßnahmen verbunden. Die AGO schließt sich der Auffassung des Gutachters an, dass beim derzeitigen technischen Zustand der Schachtförderanlage ein Gebindeabsturz nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Aus Sicht der AGO wäre für den Fall einer Rückholung eine technische Umrüstung der Schachtförderanlage erforderlich.

- Transportunfall auf der 490-m-Sohle mit Brand

Bei der Ermittlung der Quellterme wird auf die Transportstudie Konrad zurückgegriffen, die für Transportunfälle des Straßen- oder Schienentransports über Tage gilt. Diese Vorgehensweise ist nicht in Einklang mit den Störfallanalysen Konrad und ERAM, in denen für einen Fahrzeugbrand unter Tage generell eine thermische Einwirkung von 800°C über 1 Stunde unterstellt wird. Damit sind die Ergebnisse nicht nachvollziehbar und nicht plausibel.

- Brand eines schweren Manipulatorfahrzeugs (SMF):

Der Brand wird aufgrund getroffener Vorsorgemaßnahmen der Störfallklasse 2 (Vermeidung radiologischer Auswirkungen in der Umgebung der Anlage) zugeordnet. Nach Ansicht der AGO ist dies aufgrund der vorhandenen HEPA-Filteranlage gerechtfertigt.

- Kritikalität

Die AGO schließt sich der Auffassung von EWN und TÜV an, dass aufgrund der geringen Masse der in der MAW-Kammer eingelagerten Kernbrennstoffe (z.B. in den AVR-Brennelementen) die Kritikalitätssicherheit auch unter Störfallaspekten gewährleistet ist.

Wenn entsprechende Umrüstmaßnahmen realisiert werden, können die bisher betrachteten Störfälle ausgeschlossen werden.

Für den Fall des untertägigen Transportunfalls ist eine belastbare Beurteilungsgrundlage zu schaffen, um auch für diesen Fall eine Unterschreitung der Störfallplanungswerte nachzuweisen.

6 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

EWN GmbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG hatten die Aufgabe

- die genehmigungsrechtlichen Randbedingungen,
- die technische Machbarkeit und
- die radiologischen Konsequenzen einer Rückholung auch unter Berücksichtigung der Störfälle bei der Rückholung

zu untersuchen. Es sollte die Notwendigkeit der Rückholung unter dem Gesichtspunkt der Langzeitsicherheit und eines unkontrollierten Lösungszutritts (Störfallaspekt) beurteilt werden. Dies konnte nur eingeschränkt erfolgen, da die Störfallbetrachtungen zu einem Lösungszutritt in das unverfüllte Grubengebäude zum Zeitpunkt der Berichtserstellung durch EWN und TÜV nicht vorlagen.

Die AGO kommt zu folgender zusammenfassender Bewertung der in EWN & TÜV (2008) vorgelegten Betrachtungen:

Die Aussagen des Berichtes zu genehmigungsrechtlichen Aspekten wurden von der AGO nicht im Detail geprüft. Die Prüfung der rechtlichen Randbedingungen sollte Gegenstand einer gesonderten Bewertung sein. Die AGO weist jedoch auf folgende Punkte hin:

- Durch eine von EWN und TÜV favorisierte behördliche Anordnung der Rückholungsmaßnahmen werden die in einem Genehmigungsverfahren mit Planfeststellung festgelegten Beteiligungsrechte betroffener Dritter weitgehend eingeschränkt. Eine solche Anordnung erfordert das Vorliegen einer konkreten Gefahr. Unter Störfallgesichtspunkten wäre eine Rückholung nur zu rechtfertigen, wenn dadurch die Gefahr beseitigt wird. Die für eine abschließende Einschätzung erforderliche Störfallanalyse liegt bislang nur unvollständig als Entwurf vor. Die Bewertung der Rechtfertigung der Rückholung ist daher noch nicht abgeschlossen.
- Es sollte vor Beginn der Rückholung sichergestellt sein, dass die Transporte zur HDB im Forschungszentrum Karlsruhe, die dortige Produktkontrolle und endlagergerechte Konditionierung gewährleistet werden können, da ansonsten eine längerfristige Lagerung ggf. auch Produktkontrolle und Konditionierung am Standort erfolgen müsste. Auch die Einlagerung in Konrad sollte sichergestellt sein, insbesondere vor dem Hintergrund, dass hierzu alle MAW als Charge betrachtet werden müssen,

Aus Sicht der AGO ist festzustellen, dass auf der Basis der beschriebenen Techniken und Varianten und unter Berücksichtigung der zugrunde gelegten Annahmen eine Bergung der radioaktiven Abfälle aus der MAW-Kammer grundsätzlich technisch machbar ist. Es bestehen jedoch bei zahlreichen Punkten – insbesondere im Hinblick auf den Zeitplan und die Frage einer ggf. am Standort zu errichtenden kerntechnischen Anlage (zur Konditionierung und/oder längerfristigen Lagerung) erhebliche Unsicherheiten. Die Abschätzung der Zeitabläufe und somit der gesamten Dauer des Vorhabens in EWN & TÜV (2008) werden als sehr optimistisch bewertet. Die Unsicherheiten bezüglich des Zeit- und Kostenrahmens sind erheblich. Diese Unsicherheiten betreffen in besonderem Maße die Durchführung eines atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die Rückholung.

Ob eine vollständige Bergung aller 1301 in der Kammer 8a auf der 511m Sohle eingelagerten Fässer gelingt ist fraglich. In EWN & TÜV (2008) wird von einem Verbleib nicht handhabbarer Gebinde in der Kammer ausgegangen. Dekontaminationsarbeiten in dieser Kammer werden nicht in Betracht gezogen. Betrachtungen zu radiologischen Konsequenzen von in der MAW-Kammer verbleibenden Fässern liegen nicht vor.

Sondervotum siehe unten.

Die radiologischen Konsequenzen (Strahlenexposition) für die Bevölkerung resultierend aus Rückholung und Zwischenlagerung der MAW-Abfälle wird in EWN & TÜV (2008) in der Summe im Wesentlichen wegen sehr konservativer Annahmen zur Zwischenlagerung als zu hoch eingeschätzt. Das gleiche trifft zu auf die Expositionsabschätzung für die mit einer möglichen Rückholung beauftragten Beschäftigten.

Beim Eintreten von Störfällen kann es zu radiologischen Konsequenzen und einer Strahlenexposition von Personal oder Bevölkerung kommen. Die AGO kommt allerdings zu der Auffassung, dass für den Fall der Realisierung entsprechender Umrüstmaßnahmen die bisher betrachteten Störfälle mit radiologisch bedeutsamen Konsequenzen ausgeschlossen werden können.

Für den Fall des untertägigen Transportunfalls auf der 490-m-Sohle ist eine belastbare Beurteilungsgrundlage zu schaffen, um auch für diesen Fall eine Unterschreitung der Störfallplanungswerte nachzuweisen.

Im Bericht EWN & TÜV (2008) wird der Nutzen einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Asse in Frage gestellt. Begründet wird dies wesentlich mit Argumenten des Strahlenschutzes, insbesondere damit, dass nach den durchgeführten Berechnungen die Bevölkerung (im Wesentlichen durch die Direktstrahlung aus den oberirdisch in einem Zwischenlager deponierten Abfallbehältern im Bereich von $400\mu\text{Sv/a}$) und die mit der Rückholung der Abfälle beauftragten Beschäftigten (kollektiv etwa 400 mSv, individuell im Mittel etwa 10 mSv) zusätzlich in nicht zu vernachlässigender Höhe exponiert würden.

Allerdings ist festzuhalten, dass viele Grundannahmen sehr konservativ gewählt wurden und damit die realen Expositionen für die Bevölkerung und die Beschäftigten wesentlich überschätzt werden. Die AGO ist der Auffassung, dass die im Fall einer Rückholung der MAW real eintretenden Strahlenexpositionen von Personal und Bevölkerung niedriger liegen würden, als in EWN & TÜV (2008) eingeschätzt.

Zu den Konsequenzen möglicher Freisetzung liegen bislang nur unvollständige Konsequenzenanalysen vor (Auswirkungen einer möglichen Freisetzung aus dem Endlager Asse in der Zukunft). In einer kürzlich erstellten Betrachtung zu den radiologischen Auswirkungen eines Ersaufens der Schachanlage wurden die maximal zu erwartenden Dosen für die Bevölkerung bei Exposition durch mobilisierte und freigesetzte Radionuklide abgeschätzt (COLENCO 2008). Diese und weitere der AGO vorliegenden Konsequenzenanalysen weisen die untergeordnete Bedeutung der MAW für die prognostizierte Strahlenexposition der Bevölkerung unter dem Gesichtspunkt der Langzeitsicherheit aus.

Bei den MAW-Abfällen handelt es sich zu einem erheblichen Teil um Strukturmaterialien aus dem kernnahen Bereich, die bei der Wiederaufarbeitung von Brennelementen in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) angefallen sind. Die Auslaugbarkeit der Radionuklide in diesen Abfällen wird als sehr gering eingestuft, da zum einen die Zementierung des Abfalls schützend wirkt, zum anderen die Radionuklide überwiegend als Aktivierungsprodukte des Materials vorliegen und somit kurzfristig nicht auslaugbar sind. Zudem sind die für die Strahlenexposition der Bevölkerung wesentlichen α -Strahler nur zu 8 % in den MAW-Abfällen enthalten. Unter dem Gesichtspunkt der Langzeitsicherheit ist eine Rückholung allein der MAW folglich nicht zu empfehlen.

Sondervotum:

Die von der AGO angenommene Überschätzung der vom TÜV dargelegten Strahlenexposition der Bevölkerung im Falle der Rückholung der MAW-Abfälle wird von Herrn Prof. Dr. Bertram nicht geteilt.

LITERATURVERZEICHNIS

- AGO (2008a): Agenda für die Tätigkeit der „AG Optionenvergleich“- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand:18.03.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AGO (2008b): Kriterien für die Beurteilung von Handlungsoptionen für die Stilllegung der Schachanlage Asse II.- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand:14.04.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AGO (2008c): Stellungnahme zum Bericht des Helmholtz Zentrum München: „Entwicklung und Beschreibung des Konzepts zur Schließung der Schachanlage Asse“.- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand: 29.09.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AGO (2008d): Stellungnahme zum Bericht des Helmholtz Zentrum München: „Entwurf der Störfallanalyse“.- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand:14.10.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AGO (2008e): Stellungnahme zum Bericht der CDM Consult GmbH Bochum: „Konzeptstudie zur Erhöhung der Versatzsteifigkeit der mit Salzgrus verfüllten Kammern der Südwestflanke der Schachanlage Asse II“.- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand:21.10.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AKEND (2002): Auswahlverfahren für Endlagerstandorte - Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte. – Abschlussbericht, Langfassung, Dezember 2002, 260 S.
- Altmaier, M., Metz, V., Neck, V., Müller, R., und Fanghänel, Th. (2003): Solid-liquid equilibria of $Mg(OH)_2(cr)$ and $Mg_2(OH)_3Cl \cdot 4H_2O(cr)$ in the system Mg-Na-H-OH-Cl-H₂O at 25°C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67, 3595-3601
- BALTES, B., RÖHLIG, K.-J. & KINDT, A. (2007): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen – Entwurf der GRS. – Bericht - GRS-A-3358, Auftrags-Nr. 854752, (erstellt im Auftrag des BMU), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Januar 2007.
- BFS (1995): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995) – Schachanlage Konrad, ET-IB-79 Dezember 1995
- BFS (2005): Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle - Wirtsgesteine im Vergleich. – Synthesebericht des Bundesamtes für Strahlenschutz, BfS-17/05, Wirtschaftsverlag NW; Salzgitter, November 2005.
- BFS (2007a): Prüfung von Unterlagen zur Schließung der Schachanlage Asse II im Hinblick auf die Anforderungen eines atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens. – unveröff Bericht des Bundesamtes für Strahlenschutz, BfS-SE-IB 23/07; Salzgitter, 26.September 2007.
- BMI (1983a): Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. *Bundesanzeiger* 35 (1983) Nr. 2 S. 45/46
- BMI (1983b): Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren. – Bek. D. BMI v. 15.12.1983 – RS I 6 – 513 820/4 -
- BMU, BMBF & NMU (2007): Gemeinsame Pressemitteilung von BMU, BMBF, NMU.- 21.11.2007
- BUHMANN, D., FÖRSTER, B. & RESELE, G. (2006): Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzenanalyse). - Colenco-Bericht 3762/01, GRS-A-3350, Rev.00, GRS-Auftrags-Nr. 420401, Colenco Power Engineering AG, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 12.12.2006. **[PU-X a]**
- COLENCO (2008): Schachanlage Asse II – Abschätzung der Dosis bei einem unterstellten Absaufen des Grubengebäudes. – MEMO 1299/04 (Entwurf) der AF-Colenco AG, 10.10.2008.

- EWN & TÜV (2008): Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse. EWN GmbH Lubmin und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG Hamburg, 28.11.2008.
- FCIT (2006): Gutachterliche Stellungnahme zu einer Rückholung der in der Schachanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle. Erstellt von Fichtner Consulting & IT, September 2006.
- GERSTMANN, U., MEYER, H. & THOLEN, M. (2002): Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachanlage Asse. - GSF-Abschlußbericht, Auftrags-Nr. 31/179 294/99, FE Nr. 76277 – GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, August 2002. **[PU-IV.10 c]**
- GRS (1991a): Transportstudie Konrad - Sicherheitsanalyse des Transportes radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad. Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, F. Lange, D. Gründler & G. Schwarz GRS-84, Juli 1991.
- GRS (1991b): Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung. Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, W. Pfeffer, H. Urbahn, Köln, 1991.
- HMGU (2008a): Entwicklung und Beschreibung des Konzeptes zur Schließung der Schachanlage Asse. - Bericht des Helmholtzzentrum München, Stand: März 2008.
- HEYDORN, M., HENSEL, G. & BRACKE, G. (2005): Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle. - Projekt Langzeitsicherheit Asse, GSF - Lagerbereiche, Bericht der GSF, 14/77756/RHV/RB/B001/02, REV 02, 20.06.2005. **[PU-IV.10 h]**
- KAMLOT, P., BRÜCKNER, D. & GÜNTHER, R.-M. (2006): Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachanlage Asse in der Betriebsphase. – Bericht im Rahmen der LVB II des Rahmenvertrages „Gebirgsmechanische Modellierung“ Auftrags-Nr. B IfG 19/2003, Rev. 02 – Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig, 06.10.2006. **[PU-IV.8 e]**
- PRÖHL, G. (2006): Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachanlage Asse. – Auftrags-Nr. 31/181168/99/T, FE-Nr. 76278 - GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit - Institut für Strahlenschutz, Oktober 2006. **[PU-IX.5 c]**
- SCHROERS, C., KAMLOT, P. & GÜNTHER, R.-M. (2006): Dreidimensionale gebirgsmechanische Modellrechnungen zur Standsicherheitsanalyse des Bergwerkes Asse. – Bericht im Rahmen der LVB VIII des Rahmenvertrages „Gebirgsmechanische Modellierung“ Auftrags-Nr. B IfG 36/2004, Institut für Gebirgsmechanik GmbH; Leipzig, 03.11.2006. **[AU-IV.8 d1]**