



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: QM - 9A 23431000 / SE 4.2.1

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.		Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Titel der Unterlage:

ZUSATZ ZUM 5. ZWISCHENBERICHT - KOSTEN- UND ZEITSCHÄTZUNG -
STUDIE ZUR EIGUNGSFÄHIGKEIT UND ZUM ENTWICKLUNGSBEDARF VON GERÄTSCHAFTEN /
WERKZEUGEN FÜR DEN EINSATZ IN DER SCHACHTANLAGE ASSE II

Ersteller:

KIT/

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche Person:	atomrechtlich verantwortliche Person:	Projektleitung:	Freigabe zur Anwendung:
Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23431000	GHB	RA	0033	00	Stand: 20.11.2016

Titel der Unterlage:

ZUSATZ ZUM 5. ZWISCHENBERICHT - KOSTEN- UND ZEITSCHÄTZUNG -
STUDIE ZUR EIGUNGSFÄHIGKEIT UND ZUM ENTWICKLUNGSBEDARF VON GERÄTSCHAFTEN /
WERKZEUGEN FÜR DEN EINSATZ IN DER SCHACHTANLAGE ASSE II

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 1 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Zusatz zum 5. Zwischenbericht – Zeit- und Kostenschätzung

Studie zur Eignungsfähigkeit und zum Entwicklungsbedarf von Gerätschaften / Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II

**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen
(TMRK)**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 2 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		



Impressum:

Auftraggeber: Bundesamt für Strahlenschutz
 Willy-Brandt-Str. 5
 38226 Salzgitter
 Telefon: 030 18333-0
 Telefax: 030 18333-1885
 E-Mail: epost@bfs.de
 Internet: www.bfs.de

Ersteller:

Internet: www.tmb.kit.edu

Abbildungen: Dem KIT wurden die Nutzungsrechte für sämtliche in der Studie verwendeten Abbildungen von den Abbildungseigentümern eingeräumt.

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.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 3 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 4 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

KURZFASSUNG

Autoren:

Titel: Studie zur Eignungsfähigkeit und zum Entwicklungsbedarf von Gerätschaften / Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II – Zeit- und Kostenschätzung

Stand: 20.11.2016

Im Rahmen der Studie werden die Eignungsfähigkeit und der Entwicklungsbedarf von Gerätschaften / Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II in mehreren Arbeitspaketen (AP) untersucht.

In dieser Anlage 1 zum 5. Zwischenbericht wird für die im 5. Zwischenbericht favorisierten Gerätschaften eine Zeit- und Kostenschätzungen hinsichtlich der Umsetzung zuvor erarbeiteter Entwicklungsbedarfe zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II erstellt. Die Grundlage für die Auswahl der Maschinenteknik bilden dabei die Ergebnisse aus AP 5.

Als Grundlage für die Identifizierung der Entwicklungsbedarfe dienen unter anderem die bereits in AP 1 dieser Studie erarbeitete Geräteliste, die Erfahrungen aus den Vorversuchen (AP 2a) sowie die Fachgespräche mit Geräteherstellern und Experten im Bereich des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens und die branchenspezifischen Informationen, die unter anderem aus den Bereichen Bergbau und Sondermaschinenbau stammen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 5 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS.....	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	7
EINHEITENVERZEICHNIS.....	8
1 EINLEITUNG	9
1.1 AUSGANGSLAGE	9
1.2 ÜBERSICHT DER ARBEITSPAKETE	10
1.3 ZIELSETZUNG	11
1.4 ABGRENZUNG.....	12
1.5 VORGEHENSWEISE.....	12
2 ZEIT- UND KOSTENSCHÄTZUNG	15
3 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	21
LITERATURVERZEICHNIS.....	22
GLOSSAR.....	23

Gesamtseitenzahl: 23

Stichworte: Asse, Rückholung, Gerätschaften, Zeit- und Kostenschätzung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 6 von 23	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		B2334233	Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00			

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Datenblatt Brokk 800S	16
Tabelle 2: Datenblatt Menzi Muck M340	17
Tabelle 3: Datenblatt Terex TC 125T	18
Tabelle 4: Datenblatt Terex Fuchs RHL 820D.....	19

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 7 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AP	Arbeitspaket
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
BBergG	Bundesberggesetz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
ELK	Einlagerungskammer
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
LAW	low active waste
MAW	medium active waste
VS	Verfahrensschritt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 8 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

EINHEITENVERZEICHNIS

Einheit

kW	Kilowatt
m	Meter
m ³	Kubikmeter
min	Minute
t	Tonne

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 9 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Die Schachtanlage Asse II bei Wolfenbüttel, ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk, wurde seit 1965 als Forschungsbergwerk zur Untersuchung der Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen betrieben. In den Jahren von 1967 bis 1978 wurden ca. 125.800 Gebinde schwachradioaktiver Abfälle (low active waste – LAW) und mittelradioaktiver Abfälle (medium active waste – MAW) auf drei unterschiedlichen Sohlen in insgesamt 13 Einlagerungskammern (ELK) eingelagert [1].

Das Bergwerk, insbesondere die Südflanke weist einen hohen Durchbauungsgrad auf: Um möglichst wenig Rohstoff zu verschenken, reichen die Abbaukammern teilweise bis auf wenige Meter an das Deckgebirge und an benachbarte Abbaue heran. Das Volumen der Hohlräume verringert sich infolge der Konvergenzbewegung, das umliegende Gestein wird gelockert und dadurch die Stabilität des Grubengebäudes beeinträchtigt [2]. Damit einher geht ein Verlust der Barriereintegrität, sodass seit 1988 gesättigte Salzlösung aus dem Deckgebirge durch die Südflanke Zutritt. Derzeit beträgt die gefasste Lösungsmenge etwa 13 m³ pro Tag.

Seit 2009 findet für die Schachtanlage Asse II Atomrecht Anwendung und die Betreiberschaft ging an das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) über. Dies ist unter anderem darauf zurück zu führen, dass das Stilllegungskonzept des alten Betreibers unter öffentlicher Kritik stand. Durch das BfS wurde 2010 im Rahmen eines Optionenvergleiches als Vorzugsoption für die Stilllegung, die Rückholung aller radioaktiven Abfälle gewählt. Die Umsetzung der Rückholung war allein aufgrund des Optionenvergleiches allerdings nicht unmittelbar festzulegen, da wesentliche Kenntnisdefizite insbesondere vor dem Hintergrund der radiologischen Rechtfertigung der Rückholung (zu erwartende Kollektivdosis) bestanden. Des Weiteren sollten bestehende planerische Kenntnislücken durch die aufeinander aufbauende, dreischrittig konzipierte Faktenerhebung an zwei Einlagerungskammern (ELK 7/750 und ELK 12/750) geschlossen werden, die folgende Vorgehensweise vorsah:

- Schritt 1: Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern sowie erste Untersuchungen über die Bohrungen,
- Schritt 2: Öffnen dieser Kammern und Bewertung von Kammer- und Gebindezustand,
- Schritt 3: Erprobung der fernbedienbaren Techniken durch Bergen von Abfällen/Gebinden.

Am Ende der Faktenerhebung war vorgesehen, die gewonnenen Erkenntnisse auf die anderen Einlagerungskammern zu übertragen und auf diese Weise sowohl eine Aussage über die technische Durchführbarkeit als auch zur radiologischen Vertretbarkeit der Rückholung aller radioaktiven Abfälle zu treffen, sowie ggf. verbesserte Planungsrandbedingungen zu erhalten. Durch die Neufassung des § 57b AtG wurde die unverzügliche Stilllegung der Schachtanlage Asse II nach Rückholung der radioaktiven Abfälle gesetzlich verankert. Damit wurde letztlich eine wesentliche Zielsetzung der Faktenerhebung, die radiologische Rechtfertigung der Rückholung durch den Betreiber, obsolet. Im Rahmen eines Evaluierungsprozesses wurde die Vorgehensweise zur Rückholung der radioaktiven Abfälle überprüft und folgende wesentliche Änderungen abgeleitet:

- Verzicht auf die Schritte 2 und 3 der Faktenerhebung und geordnete Beendigung der laufenden Planungsarbeiten sowie zielfokussierte Fortführung des Schrittes 1 der Faktenerhebung an der ELK 7/750 und ELK 12/750,

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 10 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

- Start der Arbeiten zur Rückholung an den Einlagerungskammern mit hohem Kenntnisstand (ELK 7/725 und ELK 8a/511) im Sinne einer vorgezogenen Rückholung.

Eine Rückholung radioaktiver Abfälle aus einem Tiefenlager wurde bisher weltweit noch nicht durchgeführt. Es kann demnach nicht auf belastbare Informationen und Erfahrungen zurückgegriffen werden.

Im Februar 2012 wurde das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vom BfS mit einer Studie zur Eignungsfähigkeit und zum Entwicklungsbedarf von Gerätschaften/Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II beauftragt. Dieser Auftrag gliedert sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes in mehrere Arbeitspakete (AP), die im Folgenden dargestellt werden.

1.2 ÜBERSICHT DER ARBEITSPAKETE

AP 1: Feststellung der am Markt vorhandenen Rückbau-/Rückholtechniken

Mithilfe einer internationalen Literatur- und Marktrecherche wurde festgestellt, ob bzw. welche Maschinenteknik für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II eingesetzt werden kann. Im Rahmen dieser Recherche wurde ein Schwerpunkt auf fernbedienbare Technik gelegt. Darüber hinaus wurden auch Fragen zum Einsatz dieser Techniken in einem Salzbergwerk sowie der Verfügbarkeit aufgegriffen.

AP 2: Erstellung und Vorstellung eines Zwischenberichts

Die Ergebnisse aus AP 1 wurden in Form des 1. Zwischenberichts dargestellt.

AP 2a: Vorversuche mit Versatzmaterial und Versuchsreihen zum Freilegen und Lösen von Gebinden

In diesem AP wurden erste Vorversuche mit Salz durchgeführt. Innerhalb dieser Versuchsreihen wurden einige der im Rahmen der Recherche in AP 1 identifizierten Geräte und Werkzeuge auf ihre grundsätzliche Eignung zum „Freilegen und Lösen“ von Gebinden erprobt. Die Ergebnisse wurden im Rahmen des 2. Zwischenberichts dokumentiert.

AP 3: Prüfung, welche der vorhandenen Techniken für die Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II geeignet sind

Anhand nachvollziehbarer Kriterien oder Begründungen wurde dargelegt, welche der Rückholtechniken grundsätzlich für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II geeignet sind. Diese Gerätschaften wurden in AP 1 identifiziert.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 11 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

AP 3a: Studie zum Sondervorschlag „Schildvortrieb mit Teilflächenabbau“

Zur Untersuchung der Eignung eines „Schildvortriebs mit Teilflächenabbau“ für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II wurde eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Die Ergebnisse wurden im 4. Zwischenbericht dokumentiert.

AP 4: Erstellung und Vorstellung eines Zwischenberichts

Die Ergebnisse aus AP 3 wurden in Form des 3. Zwischenberichts dargestellt.

AP 5: Identifizierung notwendiger Entwicklungsbedarfe

Anhand eines Soll-/ Ist-Vergleichs wurde aufgezeigt, ob noch Entwicklungsbedarfe bei Gerätschaften und Werkzeugen bestehen.

AP 6: Erstellung und Vorstellung eines Zwischenberichts

Die Ergebnisse aus AP 5 wurden in Form des 5. Zwischenberichts dargestellt.

AP 7: Erstellung und Vorstellung eines Abschlussberichts

Die Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 1 bis 6 wurden in Form des Abschlussberichts zusammengefasst.

AP 8: Technikumsversuche mit am Markt vorhandenen Rückbau-/Rückholtechniken (optional)

Gerätschaften und Werkzeuge werden im Hinblick auf ihre Eignung zur Rückholung von radioaktiven Abfällen im repräsentativen Maßstab geprüft. Hierbei sollen die in der Schachtanlage Asse II zu erwartenden Einlagerungssituationen möglichst realitätsnah abgebildet werden.

AP 9: Berichterstellung inklusive Versuchsdokumentation (optional)

Die Ergebnisse der Technikumsversuche aus AP 8 werden in Form eines Versuchsberichtes dargestellt.

1.3 ZIELSETZUNG

Im Rahmen dieser Anlage 1 zum 5. Zwischenbericht werden für die im 5. Zwischenbericht favorisierten Gerätschaften und deren erarbeiteten Entwicklungsbedarfe, zur Rückholung der radioaktiven

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 12 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Abfälle aus der Schachtanlage Asse II, Zeit- und Kostenschätzungen erstellt. Hinzu kommt die Vorstellung einer weiteren Gerätschaft, die sich nach eingehender Prüfung ebenfalls als prinzipiell geeignet erwiesen hat.

Es handelt sich hierbei um eine grobe Abschätzung der benötigten Zeit und Kosten, um von dem aktuellen Ist-Zustand zu dem geforderten Soll-Zustand zu kommen. Die benötigte Zeit für den Probebetrieb vor dem Einsatz der Gerätschaften in der Schachtanlage Asse II wird hierbei nicht eingerechnet.

1.4 ABGRENZUNG

Dieser Zwischenbericht basiert auf den Untersuchungen der vorherigen AP, insbesondere auf den Ergebnissen aus AP 5. Aus den dort ermittelten Entwicklungsbedarfen werden in vorliegender Anlage 1 zum 5. Zwischenbericht, Zeit- und Kostenschätzungen zur Umsetzung der Entwicklungsbedarfe für Gerätschaften dargestellt. Gegebenenfalls erforderliche Genehmigungserfahren für den Einsatz unter Tage oder den Einsatz im Sperrbereich werden nicht berücksichtigt.

1.5 VORGEHENSWEISE

Zur Ermittlung der Zeit- und Kostenschätzungen wurden Fachgespräche mit Herstellerfirmen für Gerätschaften geführt und die einzelnen Entwicklungsbedarfe hinsichtlich benötigter Zeit und Kosten zur Umsetzung definiert. Anschließend wurden Abschätzungen getroffen, die den Zeit- und Kostenbedarf unter planmäßigen Verhältnissen wiedergeben.

Die Anforderungen an die Gerätschaften orientieren sich an den speziellen Randbedingungen der Schachtanlage Asse II. Hierzu zählen gemäß [3]:

1. Geringe Staubemission

Versuche haben im vorhergehenden AP 2a gezeigt, dass insbesondere der Prozess des Freilegens und Lösens der radioaktiven Abfälle aus Versatzmaterial mit einer Staubentwicklung verbunden sein kann. Da Staub im vorliegenden Fall kontaminiert sein könnte, muss die Staubemission im Hinblick auf eine Querkontamination und Kontaminationsverschleppung minimiert werden. Darüber hinaus wirkt sich eine staubhaltige Atmosphäre negativ auf die Maschinenteknik aus, beziehungsweise erhöht die Anforderungen an die eingesetzten Gerätschaften und Werkzeuge.

2. Dekontaminierbarkeit

Beim Einsatz in potentiell radioaktiv kontaminierten Bereichen ist mit einer Kontamination der Gerätschaften und Werkzeuge zu rechnen. Grundsätzlich sollte die Möglichkeit gegeben sein, die in den ELK eingesetzte Maschinenteknik so weit zu dekontaminieren, dass Wartungs- und Reparaturmaßnahmen außerhalb der belasteten Kammern (Sperrbereich) und ohne Gefahr für das Personal, beziehungsweise einer Kontaminationsverschleppung, durchgeführt werden können.

3. Fernbedienbarkeit

Das Personal muss jederzeit einen ausreichenden Abstand zu Quellen ionisierender Strahlung einhalten, beziehungsweise vor radioaktiv kontaminierter Atmosphäre geschützt werden. Die zum Einsatz kommende Maschinenteknik sollte entsprechend fernbedienbar sein. Auch minimiert eine fernbedienbare Maschinenteknik die Risiken für das Personal, die sich bei Arbeiten in Grubenbereichen mit verminderter Standfestigkeit ergeben.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 13 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

4. Personaleinsatz

Es sollten sich ausschließlich Personen in strahlenschutzrelevanten Bereichen aufhalten, die zur sicheren Durchführung der jeweiligen Arbeiten unabdingbar sind. Eine Minimierung des Personaleinsatzes vor Ort ist anzustreben.

5. Frischwetterbedarf

Die für die Rückholtechnik technisch verfügbare Wettermenge in der Schachtanlage Asse II beträgt derzeit 300 m³/min (Randbedingung zum Zeitpunkt der Berichterstellung). Beim Einsatz von Verbrennungsmotoren werden ca. 3 m³/min Frischwetter pro kW Leistung benötigt. Der Frischwetterbedarf der Maschinenteknik sollte so gering wie möglich gehalten werden, gegebenenfalls sollte geprüft werden, ob Verbrennungsmotoren durch elektrische Antriebe ersetzt werden können.

6. Wartungsfreundlichkeit

Jede Arbeitsunterbrechung aufgrund notwendiger Wartungsintervalle ist mit einem erhöhten Aufwand durch Ausschleusen und Dekontamination verbunden. Die Wartungsintervalle der zum Einsatz kommenden Maschinenteknik sollten groß sein. Eine schnelle und einfache Wartung muss vorausgesetzt werden. Im Bedarfsfall müssen Ersatzteile, insbesondere Verschleißteile kurzfristig verfügbar sein.

7. Stabilität des Grubengebäudes

Die gebirgsmechanische Situation innerhalb der ELK ist zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch weitgehend unbekannt. Es muss davon ausgegangen werden, dass die vorhandene Konvergenz zu einer Destabilisierung geführt hat. Eine zusätzliche Belastung des Grubengebäudes muss beim Rückholbetrieb so gering wie möglich gehalten werden.

8. Automatisierbarkeit

Durch eine entsprechende Automatisierung wird die Anzahl der sich in strahlenschutzrelevanten Bereichen aufhaltenden Personen verringert. Die mögliche Fehlerhäufigkeit wird durch Automatisierung verringert. Automatisierte Prozesse oder Teilprozesse innerhalb des Rückholbetriebes können unter Umständen zu einer Effizienzsteigerung führen. Eine Automatisierung von Teilprozessen ist anzustreben.

9. Gebindezustand und -beschädigung

Der Zustand der eingelagerten Gebinde ist zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch weitgehend unbekannt. Es muss davon ausgegangen werden, dass Korrosion und mechanische Belastungen bereits zu einer Beschädigung der Gebindehüllen geführt haben. Um das Risiko einer Kontaminationsfreisetzung zu minimieren, müssen die auf die Gebinde eingebrachten Kräfte so gering wie möglich gehalten werden.

10. Arbeitsleistung

Eine zügige Rückholung der radioaktiven Abfälle ist anzustreben. Entsprechend hoch muss die Leistungsfähigkeit der Arbeitsgeräte konzipiert sein (dauerhafter Einsatz für Schichtbetrieb, lange Wartungsintervalle, Zuverlässigkeit der angewendeten Technik).

11. Versorgung

Die Versorgung der Maschinenteknik mit Energie- und Hilfsstoffen muss jederzeit gewährleistet sein. Es ist dafür zu sorgen, dass die nötigen Einrichtungen (Leitungen, Anschlüsse etc.) vorhanden

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 14 von 23	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		B2334233	Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00			

sind, bzw. eingerichtet werden können. Des Weiteren sollte ein ununterbrochener Einsatz der Technik möglich sein, z. B. Versorgung durch Stromanschluss anstelle eines Akkus.

12. Platzbedarf bei der jeweiligen Arbeit

Bedingt durch die eingeschränkten Platzverhältnisse unter Tage, sowohl in den Kammerzugängen als auch in den ELK selbst, steht den einzelnen Gerätschaften für die Ausführung der jeweiligen Arbeit nur ein begrenzter Platz zur Verfügung.

13. Mobilität

Im Rahmen der Rückholung werden nur einige Arbeitsprozesse von stationär arbeitenden Maschinen durchgeführt. Darüber hinaus werden Arbeiten anfallen, die eine Mobilität der Gerätschaften voraussetzen. Daher sollten die Maschinen eine größtmögliche Bewegungsfreiheit innerhalb ihres Arbeitsbereiches besitzen. Des Weiteren ist ein Ortswechsel mit eigenem Antrieb und ohne vorherige Demontage wünschenswert.

14. Flexibilität

Die speziellen Begebenheiten in den ELK der Schachtanlage Asse II werden zum aktuellen Zeitpunkt noch erkundet und sind bislang weitgehend unbekannt. Die zum Einsatz kommende Maschinenteknik sollte flexibel auf wechselnde Arbeitsbedingungen adaptierbar sein. Die Maschinenteknik sollte eine gewisse Multifunktionalität aufweisen, um unterschiedliche Verfahrensschritte durchführen zu können.

15. Zuverlässigkeit

Eine zuverlässige Maschinenteknik, beispielsweise im Hinblick auf Anfälligkeit für Fehlfunktionen, muss bei Tätigkeiten in strahlenschutzrelevanten Bereichen vorausgesetzt werden.

16. Eignungsfähigkeit im Salzbergbau

Die zum Einsatz kommenden Gerätschaften müssen den besonderen Eigenschaften von Salz, sowohl in trockener als auch in feuchter Form, in Bezug auf Korrosion etc. standhalten.

17. Geringe Brandlast

Feuer und Explosionen stellen im untertägigen Bereich ein hohes Risiko dar. Um dieses so gering wie möglich zu halten, sollte die Brandlast aller unter Tage befindlichen Gerätschaften minimiert werden. Die gesetzlichen Anforderungen des BBergG sind anzuwenden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 15 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

2 ZEIT- UND KOSTENSCHÄTZUNG

Im Rahmen dieser Anlage 1 zum 5. Zwischenbericht wurden vier Gerätschaften einer Zeit- und Kostenschätzung unterzogen, um die Umsetzung der Entwicklungsbedarfe darzustellen. Die Inhalte spiegeln die im 5. Zwischenbericht erarbeiteten Entwicklungsbedarfe wider und geben einen groben Überblick über den zu erwartenden Zeit- und Kostenbedarf zur Modifizierung der Gerätschaften.

Die vom KIT bei den Geräteherstellern angeforderten Daten enthielten Informationen zu den folgenden Punkten:

- Basisgerät
- Elektromotor
- Funkfernsteuerung
- Kamerasystem
- Energieversorgung
- Anbauwerkzeuge
 - Hydraulikfräse
 - Hydraulikhammer
 - Reißzahn
 - Fasskipplammer
 - Fassgreifer
 - Vakuumgreifer
 - Verladegabel
 - Hydraulischer Schnellwechsler mit Tiltrotator
- Verfügbarkeit

Nachfolgend werden die Trägergeräte (vgl. 5. Zwischenbericht, Abschnitt 5.2) kompakt dargestellt. Daneben werden die notwendigen Modifizierungen der einzelnen Trägergeräte hinsichtlich des Einsatzes in der Schachtanlage Asse II beschrieben.

Nach eingehender Prüfung der technischen Anforderungen und der gebotenen technischen Eigenschaften des Terex Fuchs RHL 820D hat sich dessen Eignung für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II als prinzipiell gegeben erwiesen, weshalb dieses Trägergerät ebenfalls im Folgenden vorgestellt wird.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 16 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Tabelle 1: Datenblatt Brokk 800S

Brokk 800S



Technische Anforderungen	Technische Eigenschaften
Einsatzbereich	VS 1-3
Verfügbarkeit der Fernhandlung	Per Funk und Kabel verfügbar
Möglichkeit der Umrüstung des Verbrennungsmotors auf Elektroantrieb	Umrüstung auf Elektroantrieb möglich
Abmessungen des größten Einzelteils < 4x3 m	Abmessungen des Fahrwerks: ca. 2,2x3,5 m
Gewicht des größten Einzelteils < 25 t	Gesamtmasse Trägergerät: 11 t
Raumbedarf (Höhe) des Trägergeräts < 3,3 m	Transporthöhe: ca. 2,6 m
Raumbedarf (Breite) des Trägergeräts < 3,5 m	Transportbreite: ca. 2,2 m
Mindestreichweite des Auslegers bei 6 t: 3 m	8,8 t bei ca. 4 m inkl. Abstützung
Bewegung des Auslegers in Tiefe und Höhe	Beweglichkeit ist gegeben
Steigfähigkeit ≥ 20 %	58 %

Der Brokk 800S ist ein für den Tunnelbau konzipierter, fernhandelter Abbruchroboter. Es steht eine Vielzahl von Anbauwerkzeugen zur Verfügung, die über die angebaute Wechselaufnahme montiert werden können. Mit seinem Kettenfahrwerk ist ein Einsatz in unwegsamer Arbeitsumgebung möglich.

Zu den notwendigen Modifizierungen des Brokk 800S zählt zum einen die Umrüstung des Trägergerätes auf einen Elektromotor, da das Basisgerät mit einem Dieselmotor ausgestattet ist. Zum anderen ist die Fernsteuerung zwar derzeit sowohl per Kabel als auch per Funk verfügbar, jedoch ist zu berücksichtigen, welche Distanzen die Funkfernsteuerung im Einsatz in der Schachanlage Asse II erfüllen muss. Daher ist eine Weiterentwicklung hinsichtlich möglicher Distanzen erforderlich. Des Weiteren sind eine Umrüstung auf ein Schnellwechselsystem sowie die Entwicklung der fernhandelten Wartung und des Wechsels von Bauteilen des Trägergerätes erforderlich.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 17 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Tabelle 2: Datenblatt Menzi Muck M340

Menzi Muck M340



Technische Anforderungen	Technische Eigenschaften
Einsatzbereich	VS 1-3
Verfügbarkeit der Fernhantierung	Funkfernbedienung vorhanden
Möglichkeit der Umrüstung des Verbrennungsmotors auf Elektroantrieb	Umrüstung auf Elektroantrieb möglich
Abmessungen des größten Einzelteils < 4x3 m	Abmessungen des Fahrwerks: ca. 2,8x2,2 m
Gewicht des größten Einzelteils < 25 t	Gesamtmasse Trägergerät: 10,2 t
Raumbedarf (Höhe) des Trägergeräts < 3,3 m	Transporthöhe: ca. 2,5 m
Raumbedarf (Breite) des Trägergeräts < 3,5 m	Transportbreite: ca. 2,2 m
Mindestreichweite des Auslegers bei 6 t: 3 m	6,2 t bei 3 m
Bewegung des Auslegers in Tiefe und Höhe	Beweglichkeit ist gegeben
Steigfähigkeit ≥ 20 %	100 %

Der Menzi Muck M340 ist ein für unwegsames Gelände konzipierter Schreitbagger. Das Trägergerät wird vom Hersteller mit einem Dieselmotor angeboten. Es steht eine Vielzahl von Anbauwerkzeugen zur Verfügung, die über die angebaute Wechselladung montiert werden können. Optional werden mechanisch oder hydraulisch teleskopierbare Bergstützen mit Stahlpratzen angeboten. Das Radfahrwerk ermöglicht eine zügige Bewegung auf ebener Strecke.

Da das Standardgerät mit einem Dieselmotor angeboten wird, stellt die Umrüstung auf einen Elektromotor eine signifikante Modifizierung dar. Daneben ist hinsichtlich der Ausstattung mit einem Kamerasystem Entwicklungsbedarf gegeben. Zu einer weiteren Modifizierung des Menzi Muck M340 zählt die Umrüstung auf Funkfernsteuerung, wobei zu beachten ist, welche Reichweiten in der Schachtanlage Asse II zu bewältigen sind.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 18 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Tabelle 3: Datenblatt Terex TC 125T

Terex TC 125T



Technische Anforderungen	Technische Eigenschaften
Einsatzbereich	VS 1-3
Verfügbarkeit der Fernhantierung	Nicht verfügbar
Möglichkeit der Umrüstung des Verbrennungsmotors auf Elektroantrieb	Umrüstung auf Elektroantrieb möglich
Abmessungen des größten Einzelteils < 4x3 m	Abmessungen des Fahrwerks: ca. 3,3x2,5 m
Gewicht des größten Einzelteils < 25 t	Gesamtmasse Trägergerät: 12,5 t
Raumbedarf (Höhe) des Trägergeräts < 3,3 m	Transporthöhe: ca. 2,7 m
Raumbedarf (Breite) des Trägergeräts < 3,5 m	Transportbreite: ca. 2,5 m
Mindestreichweite des Auslegers bei 6 t: 3 m	7 t bei 3 m
Bewegung des Auslegers in Tiefe und Höhe	Beweglichkeit ist gegeben
Steigfähigkeit ≥ 20 %	60 %

Der Terex TC 125T ist ein elektrisch betriebener Tunnelbagger mit Kettenfahrwerk. Der Bagger der Gewichtsklasse 12 t ist speziell für den Einsatz unter Tage konzipiert. Die Kurzheckvariante ermöglicht ein platzsparendes Arbeiten unter besonders beengten Verhältnissen. Herstellerseitig werden verschiedene Auslegervarianten sowie diverse Anbauwerkzeuge angeboten.

Der Bedarf an Modifizierungen des Terex TC 125T beläuft sich auf die Umrüstung des Trägergerätes auf eine Funkfernsteuerung sowie den Einsatz eines Kamerasystems, das herstellerseitig mit einem System bestehend aus vier Kameras und vier Monitoren umsetzbar wäre. Außerdem ist eine Umrüstung auf einen Elektroantrieb erforderlich, sowie die Anpassung der Energieversorgung per Schleppkabel über Laufschiene oder Kabeltrommel.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 19 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Tabelle 4: Datenblatt Terex Fuchs RHL 820D

Terex Fuchs RHL 820D



Technische Anforderungen	Technische Eigenschaften
Einsatzbereich	VS 1-4
Verfügbarkeit der Fernhantierung	Funkfernbedienung vorhanden
Möglichkeit der Umrüstung des Verbrennungsmotors auf Elektroantrieb	Elektroantrieb vorhanden
Abmessungen des größten Einzelteils < 4x3 m	Abmessungen des Fahrwerks: ca. 2,5x1,0 m
Gewicht des größten Einzelteils < 25 t	Gesamtmasse Trägergerät: 19 t
Raumbedarf (Höhe) des Trägergeräts < 3,3 m	Transporthöhe: ca. 3,2 m
Raumbedarf (Breite) des Trägergeräts < 3,5 m	Transportbreite: ca. 2,5 m
Mindestreichweite des Auslegers bei 6 t: 3 m	6 t bei 3 m
Bewegung des Auslegers in Tiefe und Höhe	Beweglichkeit ist gegeben
Steigfähigkeit ≥ 20 %	20 %

Der Terex Fuchs RHL 820D ist eine elektrisch betriebene Umschlagmaschine mit Kettenfahrwerk. Die Maschine der Gewichtsklasse 19 t ist für den Einsatz im Materialumschlag konzipiert. Herstellerseitig werden verschiedene Auslegervarianten angeboten und es besteht die Möglichkeit, diverse Anbauwerkzeuge einzusetzen.

Durch eine Anpassung des Basisgerätes auf ein Radfahrwerk kann die Steigfähigkeit auf 51 % erhöht werden. Die Umrüstung auf Funkfernsteuerung stellt eine Modifizierung des Terex Fuchs RHL 820D dar. Daneben ist eine Anpassung des Auslegers erforderlich, der für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II eine Kürzung erforderlich macht.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 20 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

Gemeinsam mit den Herstellern der oben genannten Trägergeräte wurde eine Einschätzung bezogen auf die Zeit und Kosten zur Umsetzung der Entwicklungsbedarfe erarbeitet, unter Beachtung und Einhaltung der im 5. Zwischenbericht aufgestellten technischen Anforderungen an Gerätschaften.

Die Kostenschätzungen enthalten sowohl Angaben für Trägergeräte als auch für Anbauwerkzeuge, die potentiell für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II geeignet sind. Hierfür wurden die Anforderungen mit jedem einzelnen Gerätehersteller definiert. Des Weiteren erfolgte mit der Abgabe der Kostenschätzung auch eine Einschätzung der Hersteller darüber, welchen Zeitbedarf sie veranschlagen, um die Gerätschaften entsprechend der Anforderungen umzurüsten.

Hinsichtlich der Kostenschätzung haben die angefragten Gerätehersteller ähnliche Angaben gemacht. Die Summe der jeweilig angegebenen Kosten lässt sich auf maximal eine Million Euro beziffern. Hierbei ist der Gerätebasispreis mit den entsprechend der technischen Anforderungen verbundenen Modifizierungen und den erforderlichen Anbauwerkzeugen kalkuliert. Durch die detaillierte Feinabstimmung können die Kosten variieren und stellen demnach nur eine grobe Schätzung dar.

Auch die Zeitschätzungen der angefragten Hersteller ähneln sich in ihren Angaben und werden mit maximal einem Jahr prognostiziert. Die notwendigen Modifizierungen benötigen jedoch zuvor explizite Angaben hinsichtlich der örtlichen Gegebenheiten und der technischen Einzelheiten der Umrüstungen.

Zu beachten bleibt weiterhin, dass die Untersuchung von prototypischen Gerätschaften unter möglichst realitätsnahen Gegebenheiten der Schachtanlage Asse II zu beurteilen sind. Im Zuge einer möglichen Erprobung lassen sich weitere Entwicklungsschwerpunkte konkretisieren und direkt mit den beteiligten Herstellern abstimmen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Beschaffung einschließlich der notwendigen Umrüstungen der Gerätschaften hinsichtlich der im 5. Zwischenbericht festgelegten technischen Anforderungen in einem Zeitrahmen von etwa einem Jahr und mit geschätzten Kosten von maximal einer Million Euro erfolgen kann, vorausgesetzt alle erforderlichen Randbedingungen liegen zu diesem Zeitpunkt vor.

Die Angaben der Gerätehersteller zu den jeweiligen Zeit- und Kostenschätzungen können aus Gründen des Datenschutzes sowie der Aufrechterhaltung der Konkurrenzfähigkeit nicht veröffentlicht werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 21 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

3 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Ergebnisse dieser Anlage 1 zum 5. Zwischenbericht stellen eine grobe Abschätzung des Zeit- und Kostenaufwandes für die Entwicklung und Modifizierung von geeigneten Anbauwerkzeugen und Trägergeräten für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II dar.

Im Rahmen der Berichterstellung wurden mehrere Fachgespräche mit diversen Geräteherstellern geführt, um den Zeit- und Kostenaufwand abzuschätzen. Die dadurch gewonnenen Aussagen zeigen, dass durch erforderliche Modifizierungen der einzelnen Gerätschaften eine Soll-/ Ist-Anpassung entsprechend der im 5. Zwischenbericht definierten technischen Anforderungen realisiert werden kann.

Die kompakte Darstellung der untersuchten Gerätschaften erfolgt in Kapitel 2. Dabei wird ebenfalls dargelegt, welche Modifizierungen an den Gerätschaften konkret vorzunehmen sind und in welchen Bereichen weiterhin Entwicklungsbedarf herrscht.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 22 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] DMT GmbH & Co. KG, TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG, „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse II,“ BfS-9A/21321000/GR/B/0001/B1244991/00U, 25.09.2009.
- [2] DBE Technology GmbH, Sachstandbeschreibung; Beschreibung des Grubengebäudes und der Tagesanlagen der Schachtanlage Asse II, 2009.
- [3] KIT, „3. Zwischenbericht - Prüfung der Eignungsfähigkeit vorhandener Techniken, Studie zur Eignungsfähigkeit und zum Entwicklungsbedarf von Gerätschaften / Werkzeugen für den Einsatz in der Schachtanlage Asse II,“ BfS-9A/23431000/GHB/RA/0026/B2139043/00U, 30.10.2014.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2334233	Seite: 23 von 23
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 20.11.2016
9A	23431000	GHB	RA	0033	00		

GLOSSAR

- Abfall, radioaktiver:** Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 und 2 des Atomgesetzes, die nach § 9a Abs. 1 Nr. 2 des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen
- Einlagerungskammer (ELK):** Bergmännisch aufgefahrener Hohlraum, in welchem radioaktive Gebinde eingelagert wurden
- Deckgebirge:** Geologischer Begriff für Gesteinskomplex, der sich vom älteren Grundgebirge und von dessen Entstehungsart unterscheidet. Das Deckgebirge überlagert das Grundgebirge
- Gebinde:** Behälter, gefüllt mit radioaktivem Abfall
- Grubengebäude:** Bergmännisch hergestellte Hohlräume unter Tage
- Lex Asse:** Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II, in Kraft getreten am 24. April 2013 als § 57b AtG
- Rückholung:** Maßnahme in der Schachtanlage Asse II, um die eingelagerten radioaktiven Abfälle zurückzuholen
- Schildvortrieb:** Bauverfahren aus dem Tunnelbau, bei dem eine Tunnelbohrmaschine zum Einsatz kommt
- Sohle:** Bergmännischer Begriff für auf einem horizontalen Niveau befindliche Grubenbaue
- Steinsalz:** Salzmineral
- Strahlenschutz:** Voraussetzungen und Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlen
- Teilflächenabbau:** Bauverfahren aus dem Tunnelbau, bei dem eine Tunnelbohrmaschine mit teilflächigem Abbau zum Einsatz kommt
- Versatz:** Material, mit dem die Hohlräume aus Stabilisierungsgründen verfüllt werden
- Wetter:** Bergmännischer Begriff für sich durch untertägige Grubenbaue bewegendende Luftströme