

**DECKBLATT**

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	JA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	X A A X X	A A	NNNN	NN
EU 440	9K	33221		GHR	RB	0012	00

**Titel der Unterlage:**

Eine bewertende Gegenüberstellung der Einbringmöglichkeiten von Versetz in Einlagerungskammern im projektierten Endlager Konrad

**Seite:**

I.

**Stand:**

August 1991

**Ersteller:**

BfS

**Textnummer:****Stempelfeld:**

PSP-Element TP...../:

zu Plan-Kapitel: 3.2.5.6.2

PL

28.08.91



Fregabe für Behörden

PL

28.08.91



Fregabe im Projekt

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.

# Revisionsblatt

**BfS**

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
EU 440	9K	33221		GHR	RB	0012	00

**Titel der Unterlage:**  
 Eine bewertende Gegenüberstellung der Einbringmöglichkeiten  
 von Versatz in Einlagerungskammern im projektierten Endlager  
 Konrad

**Seite:** II.

**Stand:**  
 August 1991

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	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.

Eine bewertende Gegenüberstellung  
der Einbringmöglichkeiten von Versatz  
in Einlagerungskammern  
im projektierten Endlager Konrad



## Inhaltsverzeichnis

---

1. Einleitung
2. Erläuterungen zum "BfS-Konzept"
3. Erläuterungen zur Möglichkeit der Einbringung von Versatz aus jeweils benachbarten Einlagerungskammern bzw. Grubenbauen (OBA-Vorschlag, Variante I)
4. Erläuterungen zur Möglichkeit der Einbringung von Versatz von über den Einlagerungskammern befindlichen Grubenbauen (OBA-Vorschlag, Variante II)
5. Bewertung
  - 5.1 Aktivitätseinschluß
  - 5.2 Bestimmungsgemäße Aktivitätsfreisetzung aus den Einlagerungskammern
  - 5.3 Radiologischer Arbeitsschutz
  - 5.4 Einlagerungs-/Versatzbetrieb
  - 5.5 Grubenzuschnitt/Gebirgsmechanik
  - 5.6 Versatztechnik
6. Zusammenfassung

## 1. Einleitung

Auf dem Gespräch zum Projektstatus Konrad am 31. Mai 1991 wurde festgelegt, daß das BfS in einer Unterlage Einbringmöglichkeiten von Versatz in Einlagerungskammern bewertend gegenüberstellt.

Die Veranlassung nimmt Bezug auf ein OBA-Schreiben vom 30. April 1990 und auf den OBA-Statusbericht vom November 1990 (Eignung des Versatzverfahrens).

Folgende Varianten der Einbringmöglichkeiten von Versatz in Einlagerungskammern werden im Vergleich zum BfS-Konzept diskutiert:

### Variante I:

Versatz über Bohrlöcher aus jeweils benachbarten Einlagerungskammern bzw. Grubenbauen (OBA-Vorschlag), (rohrleitungsgebundener zentraler Versatzbetrieb)

### Variante II:

Versatz über Bohrlöcher aus über den Einlagerungskammern befindlichen Grubenbauen (OBA-Vorschlag), (rohrleitungsgebundener zentraler Versatzbetrieb)

## 2. Erläuterungen zum BfS-Konzept

Die Planungen des BfS sehen die parallele Einlagerung in drei Einlagerungskammern vor.

In jeweils zwei Kammern wird gleichzeitig eingelagert. Die jeweils dritte Kammer ist verfüllt. Eine Kammer wird i. d. R. dann verfüllt, wenn Gebinde auf einer Länge von etwa 50 m eingelagert sind. Der Versatzbetrieb erfolgt nur in einem einlagerungsfreien Teilabschnitt, der sich über mehrere Schichten erstreckt.

Die vorgesehene Länge der einzelnen zu verfüllenden Einlagerungsabschnitte resultiert aus dem Fließwinkel des pumpfähigen Dickstoffes, so wie er sich bei dem Befüllversuch eingestellt hat.

Das BfS-Konzept sieht den dezentralen Versatzbetrieb u. a. vor allem deshalb vor, weil sich die Förder- und Fließeigenschaften des Dickstoffes bei einem rohrleitungsgebundenen Langstreckentransport in einer gewissen Bandbreite ändern können.

Beim dezentralen Versatzbetrieb werden für den Transport und das Einbringen des Dickstoffes sowie für das Erstellen der Versatzwand mit Frischbeton dieselben Fahrzeuge eingesetzt.

Der Materialtransport erfolgt mit den Versatztransportfahrzeugen und die Verarbeitung (Pumpen des Dickstoffes, Pumpen und Verspritzen des Frischbetons) erfolgt mit dem Spritzmanipulatorfahrzeug.

Den Rechnungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb liegt aus konservativen Gründen die parallele Einlagerung in vier Kammern zugrunde, wobei befüllte Einlagerungskammerabschnitte jeweils nur bis maximal insgesamt 400 m Länge offenstehen, d. h. unversetzt sein dürfen.

Ausgehend von einem Abfallvolumen von etwa 13000 m<sup>3</sup>/a bis 15000 m<sup>3</sup>/a werden Kammerabschnitte von etwa 550 m/a bis 650 m/a mit Abfallgebinden befüllt.

Bei der Länge der Versatzabschnitte von i. d. R. etwa 50 m ergibt sich daher die Notwendigkeit von 11 bis 13 Versatzabschnitten pro Jahr.

Auf der Basis der geplanten Arbeitsabläufe bei der Errichtung der maximal 13 Versatzwände und beim Einbringen des Dickstoffes wurden die jährlichen Dosiswerte des Bedienungs-personals ermittelt.

Zu dem Aspekt des radiologischen Arbeitsschutzes ist grundsätzlich anzumerken, daß die Strahlenexposition des Bedienungs-personals von mehreren Randbedingungen, die sich gegenseitig in ihrer Wirkung auch kompensieren können, abhängig ist.

Die tätigkeitsbezogenen jährlichen Dosiswerte sind im folgenden zusammengestellt und mit dem für strahlenexponierte Personen der Kategorie A gemäß StrlSchV zulässigen Grenzwert (5 x 10<sup>-2</sup> Sv/a effektive Dosis) verglichen:

	Tätigkeitsbe- zogene Dosis (Sv/a)	Anteil vom Grenzwert * gem. StrlSchV
-----		
1. Errichtung von 13 Versatz- wänden		
- Bediener des Spritz- manipulatorfahrzeugs	0,10 x 10 <sup>-2</sup>	2,0 %
- Bediener der beiden Versatz- transportfahrzeuge (je Person)	0,17 x 10 <sup>-2</sup>	3,4 %
2. Einbringen des Dickstoff- versatzes		
- Bediener des Spritz- manipulatorfahrzeugs	0,04 x 10 <sup>-2</sup>	0,8 %
- Bediener der beiden Versatz- transportfahrzeuge (je Person)	0,02 x 10 <sup>-2</sup>	0,4 %
-----		

\*) Grenzwert für die effektive Dosis strahlenexponierter Personen der Kategorie A

Der niedrige Dosiswert für den Bediener des Spritzmanipulatorfahrzeugs kommt insbesondere dadurch zustande, daß sich diese Bedienungspersonen während des ca. 6-stündigen Aufbaus jeweils einer Versatzwand nicht direkt vor der strahlenden Gebindefront, sondern in etwa 10 m Entfernung und zusätzlich in einer abgeschirmten Fahrerkabine (Abschirmfaktor 8) aufhält. Während des Versatzwandaufbaus kommt auch bereits die teilweise Abschirmwirkung der Versatzwand (insgesamt um einen Faktor von etwa 2) zum Tragen. Für die Bediener der Versatztransportfahrzeuge ist anzumerken, daß eine Abschirmwirkung der Fahrerkabine bei der Dosisermittlung nicht berücksichtigt wurde.

Die noch niedrigeren Dosiswerte des Personals bei dem Einbringen des Dickstoffes sind insbesondere auf die Abschirmwirkung der mindestens 50 cm dicken Versatzwand (Abschirmfaktor von etwa 200) zurückzuführen.

### 3. Erläuterungen zur Möglichkeit der Einbringung von Versatz aus jeweils benachbarten Einlagerungskammern bzw. Grubenbauen (OBA-Vorschlag, Variante I)

Dem genannten Vorschlag liegt die Überlegung zugrunde, mit einem rohrleitungsgebundenen Versatztransport einen mannlosen Versatzbetrieb zu ermöglichen und eine Einlagerungskammer in ihrer gesamten Länge zu verfüllen.

Zur Erfüllung der Anforderung nach einer möglichst vollständigen Resthohlraumverfüllung ist ein gleichmäßiges Verfüllen der Einlagerungskammer erforderlich. Die Verfüllung müßte daher gleichzeitig, bzw. in kürzeren Abständen intermittierend über alle Verfüllbohrungen erfolgen. Zu jeder Verfüllbohrung müßte auch eine Bohrung zum Entweichen der in der Einlagerungskammer eingeschlossenen Luft ca. alle 50 m angeordnet sein. Eine Verrohrung der Bohrungen wäre vorzusehen. Die Anzahl der Bohrungen läßt sich kaum verringern, da die Fließfähigkeit des vorgesehenen Dickstoffes trotz der festgestellten sehr guten Fließeigenschaften ihre Grenzen hat.

Da mit dieser Technik nicht alle Kammern verfüllt werden können, wäre eine zweite Einbringtechnik für die jeweils letzte Kammer eines Einlagerungsfeldes erforderlich. Bei dieser Variante wäre die Einlagerung von Abfallgebinden in jeweils nur einer Kammer praktisch sinnvoll.

### 4. Erläuterungen zur Möglichkeit der Einbringung von Versatz von über den Einlagerungskammern befindlichen Grubenbauen (OBA-Vorschlag, Variante II)

Dem genannten Vorschlag liegt ebenfalls die Überlegung zugrunde, mit einem rohrleitungsgebundenem Versatztransport einen mannlosen Versatzbetrieb zu ermöglichen und die Einlagerungskammern in ihrer gesamten Länge zu verfüllen.

Wie bei Variante I wäre auch hier eine größere Anzahl von verrohrten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen erforderlich.

Auch bei dieser Variante wäre die Einlagerung in jeweils nur einer Einlagerungskammer praktisch sinnvoll.

## 5. Bewertung

Folgende Kriterien wurden bei der Auswahl der Versatztechnik berücksichtigt:

- sicherer und möglichst frühzeitiger Einschluß der Gebindeinventare in der Einlagerungskammer (Aktivitätseinschluß)
- bestimmungsgemäße Aktivitätsfreisetzung aus unversetzten und versetzten Bereichen der Einlagerungskammern
- radiologischer Arbeitsschutz für das Betriebspersonal im Zusammenhang mit dem Einbringen des Kammerversatzes
- Einlagerungs-/Versatzbetrieb
- Grubenzuschnitt/Gebirgsmechanik
- Versatztechnik

### 5.1 Aktivitätseinschluß

Für den Aktivitätseinschluß gelten folgende Anforderungen:

- Die Abfallgebinde sollen nicht längerfristig im unversetzten Zustand in den Einlagerungskammern verbleiben, da es dann durch die Verbindung zu den bewetterten Bereichen zu vermeidbaren Aktivitätsfreisetzungen aus den Einlagerungskammern kommt.
- Die Barriereintegrität des die Einlagerungskammer umgebenden Erzgesteins soll nicht durch später wieder aufgefüllte Bohrlöcher zu Nachbarkammern oder zu anderen Auffahrungsbereichen unnötigerweise beeinträchtigt werden, d. h. nicht notwendige potentielle Wegsamkeiten zumindest für radioaktive Gase sind zu vermeiden.
- Der beim Einbringvorgang noch fließfähige Dickstoff soll nicht über Bohrlöcher aus darüberliegenden Auffahrungsbereichen direkt auf die eingelagerten Gebinde verstürzt werden, da dadurch bedingt mechanische Beschädigungen der Abfallbehälter nicht auszuschließen sind.

Insgesamt ist bezüglich des Aktivitätseinschlusses festzustellen, daß alle o. g. Anforderungen bei dem vom BfS vorgesehenen Versatzkonzept weitgehend erfüllt sind, bei den zur Diskussion gestellten Versatzkonzepten jedoch nicht.

## 5.2 Bestimmungsgemäße Aktivitätsfreisetzung aus den Einlagerungskammern

Zu dem Aspekt der bestimmungsgemäßen Aktivitätsfreisetzung ist festzuhalten, daß sich der Versatz ganzer Einlagerungskammern deutlich negativ auf ein niedriges Emmissionsverhalten radioaktiver Stoffe in die Umgebung auswirkt.

Infolge des konzeptionell vorgesehenen parallelen Einlagerungsbetriebs zweier Einlagerungskammern müßten als Folge der Versatzooption ganzer Einlagerungskammern die Gebindeinventare von jeweils bis zu zwei Einlagerungskammern nahezu während der gesamten Betriebszeit im unversetzten Zustand verbleiben.

Den Ergebnissen der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb zufolge, finden die Hauptaktivitätsfreisetzung aus den in unversetzte Kammerbereiche eingelagerten Abfallgebänden statt. Noch deutlicher ausgedrückt, die Aktivitätsfreisetzung der Radionuklide

- Tritium in der chemischen Form HTO
- Kohlenstoff 14 in der chemischen Form CO<sub>2</sub>
- Jod 129
- Rn 222
- Beta-/Gammastrahler
- Alphastrahler

finden praktisch vollständig aus den mit Abfallgebänden aufgefüllten und unversetzten Einlagerungskammerbereichen statt; Aktivitätsfreisetzung aus versetzten Einlagerungskammern sind dagegen vernachlässigbar. Lediglich Tritium und Kohlenstoff 14 in davon abweichenden chemischen Formen werden im wesentlichen sowohl aus unversetzten wie auch aus versetzten Kammerbereichen freigesetzt.

Insgesamt ist bezüglich bestimmungsgemäßer Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung des Endlagers festzustellen, daß durch das abschnittweise Versetzen der Gebinde in Schritten von etwa 50 m eine deutliche Reduzierung des Emmissionsverhaltens gegenüber eines einmaligen Versetzens ganzer Einlagerungskammern bei gleichzeitig als niedrig einzustufenden Dosiswerten für das Betriebspersonal erreicht wird.

Bei dem Versatzbetrieb nach den Varianten I und II würden zusätzliche Wegsamkeiten für radioaktive Stoffe mit der Verdrängungsluft über die Bohrlocher entstehen. Es würden daher weitere Grubenbaue kontaminiert werden als dies nach dem BfS-Konzept möglich ist.

## 5.3 Radiologischer Arbeitsschutz

Insgesamt ist bezüglich radiologischem Arbeitsschutz festzustellen, daß die tätigkeitsbezogenen Dosiswerte des Personals für den Aufbau der Versatzwände und das Einbringen des Dickstoffversatzes nach dem vom BfS erarbeiteten Versatzkonzept im Vergleich mit den gemäß StrlSchV zulässigen Grenzwerten

für strahlenexponierte Personen der Kategorie A als niedrig einzustufen sind.

#### 5.4 Einlagerungs-/Versatzbetrieb

Das im Zusammenhang mit der Variante I zusätzliche Versatzverfahren würde zu unterschiedlichen Situationen in der Abstimmung des Einlagerungsbetriebes mit dem Versatzbetrieb führen. Man muß davon ausgehen, daß im Endlagerbetrieb ein zusätzlicher Betriebsablauf organisiert und kontrolliert werden müßte. Dies ist sicherlich ein Sachverhalt, der nicht zu einem besser überschaubaren und kontrollierbaren Betriebsablauf führt.

#### 5.5 Grubenzuschnitt/Gebirgsmechanik

Der diskutierte Vorschlag Variante II erfordert die Auffahrung weiterer Grubenbaue neben der Abwettersammelstrecke in einem Einlagerungsfeld, wobei eine Überfahrungsstrecke über dem Einlagerungsfeld, z. B. bei Feld 5a möglicherweise nicht ausreichend wäre. Inwiefern ein erhöhter Durchbaugrad sich auf die Standsicherheit der Grubenbaue auswirkt, soll im Rahmen dieser bewertenden Gegenüberstellung nicht weiter verfolgt werden aber darauf hingewiesen werden.

Z. Z. wird für den Fall der Einlagerung in den Feldern 5/1 und 5/2 die Situation so beurteilt, daß die Auffahrung einer Überfahrungsstrecke nicht möglich ist, weil z. B. die Abwettersammelstrecke im Feld 5/1 rechtwinkling zu den Kammern schon aufgefahren ist.

#### 5.6 Versatztechnik

Die an die Versatzwand gestellten Anforderungen sind nach dem Stand der Technik in einfacher Weise mit der Spritzbetontechnik zu erreichen. Für die Anwendung dieser Technik ist der Einsatz von Betontransportfahrzeugen - entspricht den Versatztransportfahrzeugen - und einem Spritzmanipulatorfahrzeug erforderlich.

Bei den geringen Versatzmengen/Kampagne - ca. 800 m<sup>3</sup> - und der Erfordernis eines möglichst materialschonenden Transportes ist es technisch nur konsequent, o. a. Fahrzeuge auch für den Transport und das Einbringen des Dickstoffes zu verwenden.

Bei den vom OBA vorgeschlagenen Einbringtechniken wird am Ende jeder Einlagerungskammer das Errichten einer Versatzwand mit den hierfür benötigten Fahrzeugen ebenfalls erforderlich.

Die Anwendung des zentralen Anlagenkonzeptes mit rohrleitungsgebundenen Langstreckentransport bei der Forderung einer möglichst vollständigen Hohlraumverfüllung setzt gleichbleibende Förder- und Fließeigenschaften voraus. Die durchgeführten Technikumsversuche zum Dickstoffversatz haben eindeutig gezeigt, daß je nach Mineralogie des eingesetzten Haufwerks (Erz, Nebengesteine) beim rohrleitungsgebundenen Langstrek-

kenstransport eine Veränderung der Förder- und Fließeigenschaften in einer gewissen Bandbreite auftritt.

Bei dem materialschonenden Transport mit Versatztransportfahrzeugen tritt eine Veränderung der Förder- und Fließeigenschaften lediglich in einem vernachlässigbaren Maß auf.

Störungen beim rohrleitungsgebundenen Versatzbetrieb können auf Grund eines Ansteifens des Dickstoffes nicht ausgeschlossen werden. Der Aufwand zur Behebung von Verstopfern im Rohrleitungssystem bei den Varianten I und II ist schwer kalkulierbar und würde den Betriebsablauf in einem vergleichsweise größeren Maße stören als der Ausfall eines Versatztransportfahrzeuges, das problemlos ersetzt werden kann.

## 6. Zusammenfassung

Die Bewertung der Versatzkonzepte wurde auf der Basis der Anforderungen aus den dafür in Frage kommenden Bereichen durchgeführt.

- 1) Aktivitätseinschluß
- 2) bestimmungsmäße Aktivitätsfreisetzungen
- 3) radiologischer Arbeitsschutz
- 4) Einlagerungs-/ Versatzbetrieb
- 5) Grubenzuschnitt/Gebirgsmechanik
- 6) Versatztechnik

Zusammenfassend ist festzustellen, daß das BfS-Konzept alle wesentlichen Anforderungen aus den in Frage kommenden Bereichen erfüllt. Die beiden vorgeschlagenen Versatzvarianten I und II erfüllen die wesentlichen Anforderungen aus diesen Bereichen jedoch nur teilweise.