




Schachtanlage Asse II – Stilllegungsoption Vollverfüllung

Jörg Mönig

GRS

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH 
AF-Colenco AG, Baden (Schweiz) 
Institut für Gebirgsmechanik, Leipzig 

02.10.2009, Schöppenstedt

Zielsetzungen des Berichtes

Beschreibung der Stilllegungsoption Vollverfüllung

- Maßnahmen
- Machbarkeit

Einschätzung der Sicherheit während der Stilllegungsphase

- bestimmungsgemäßer Betrieb
- Störfälle

Bewertung der Langzeitsicherheit

- potenzielle radiologische Auswirkungen
- Prognostizierbarkeit
- Robustheit

Randbedingungen

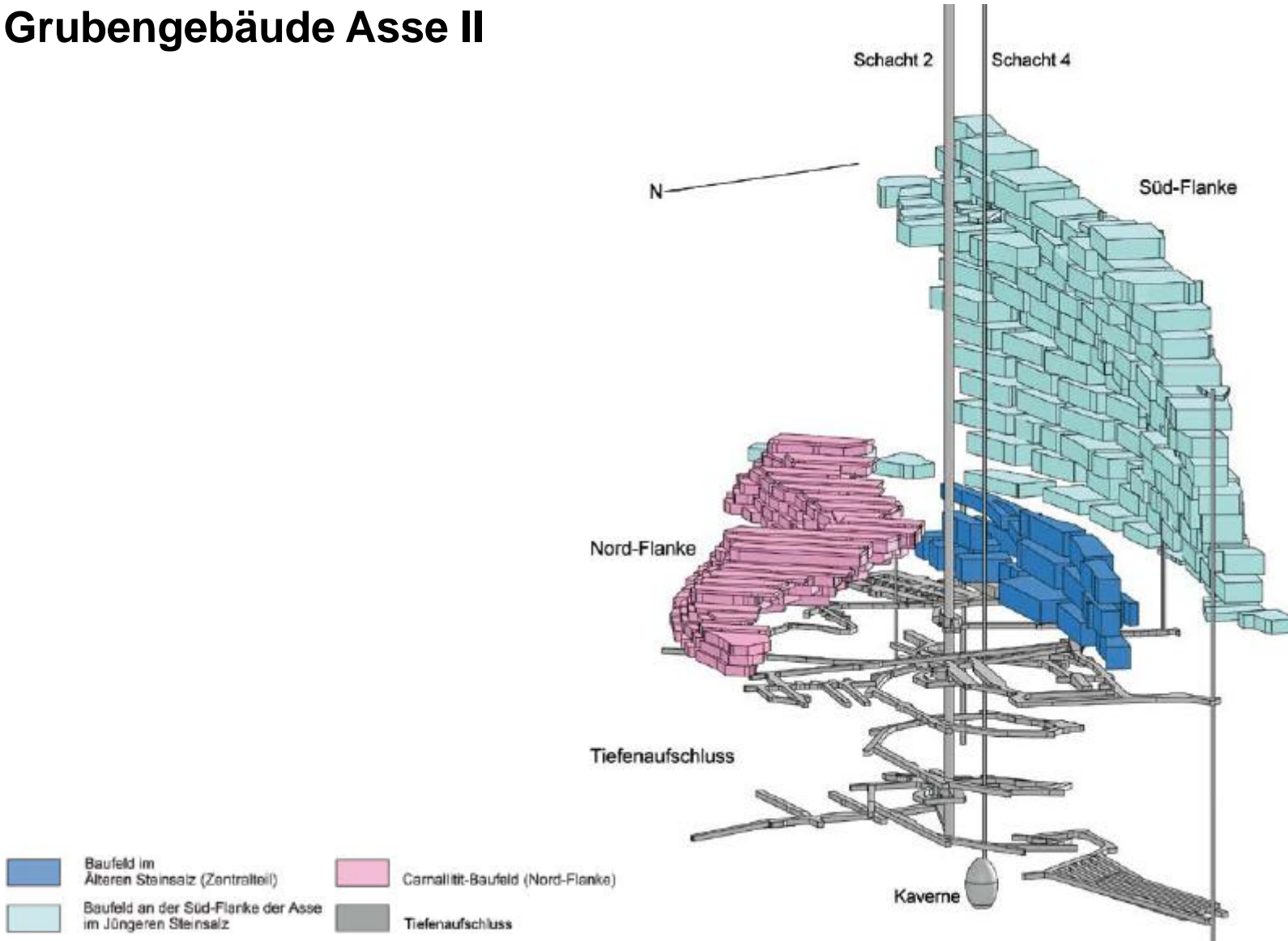
Eckwerte des Konzepts durch das BfS

- Abfälle verbleiben an den Orten, an denen sie eingelagert wurden
- aktuelle Standortsituation vom Frühjahr 2009, entsprechend den vorliegenden Unterlagen
- Vorsorgemaßnahmen zur Störfallvorsorge berücksichtigt

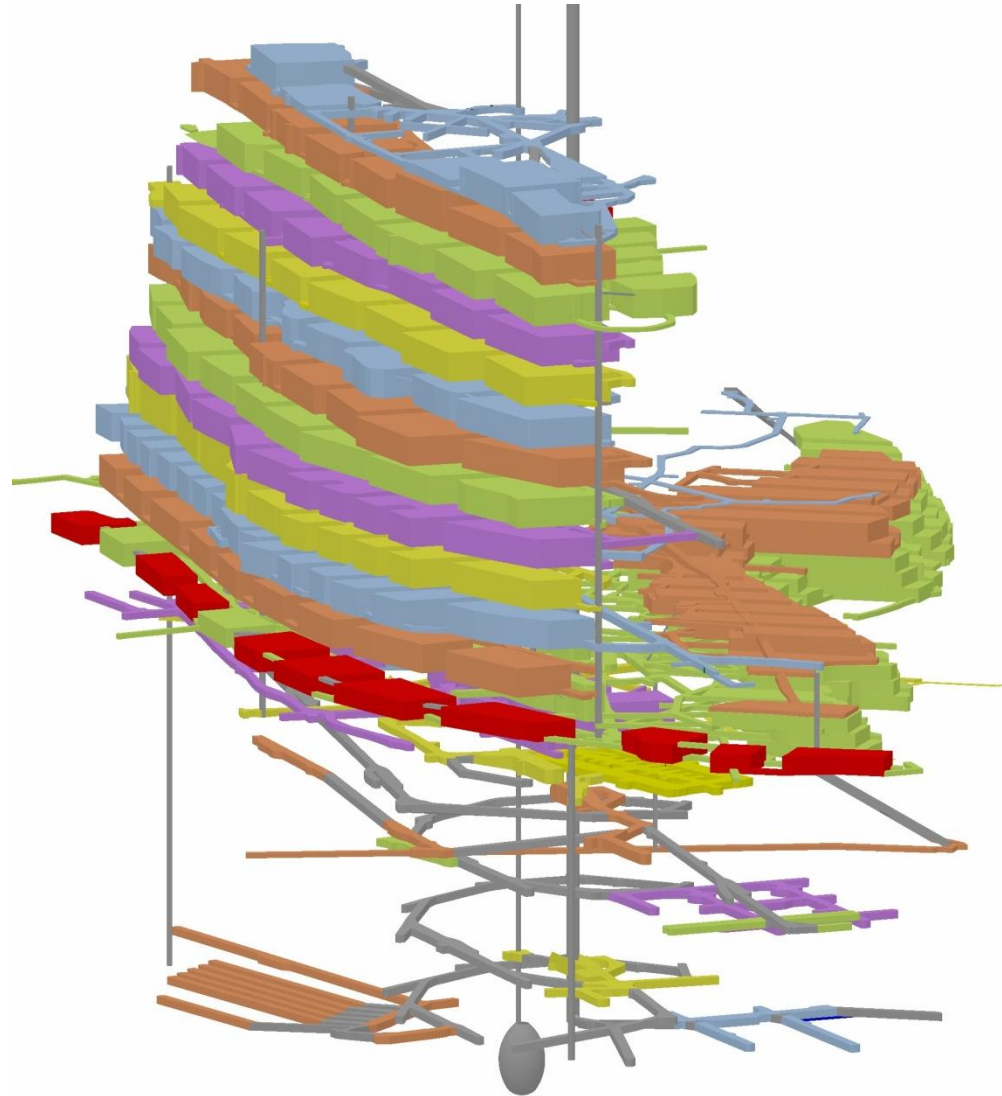
Betrachtung ausschließlich qualitativ

- Führt das Konzept zu einem prognostizierbaren, robusten System ?
- Kann die Einhaltung der Schutzziele gezeigt werden ?

GrubengebäudeASSE II



GrubengebäudeASSE II



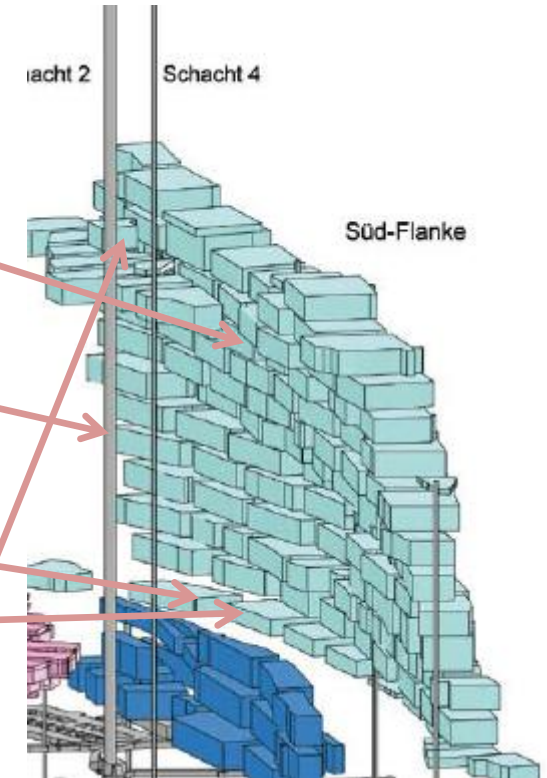
Stilllegungsmaßnahmen (1)

Errichtung von Sorelbetonbarrieren

- vor aufgeschlossenem Carnallit oberhalb 700 m Teufe
- in potenziellen vertikalen Wegsamkeiten (Schächte, Rolllöcher etc.)
- um Einlagerungskammern

Einbringen von Brucitmörtel in die LAW-Einlagerungskammern

Einbringen von Sorelbeton in die MAW-Kammer sowie in Abbaue, Strecken und Bohrungen in der Nähe der MAW-Kammer



Stilllegungsmaßnahmen (2)

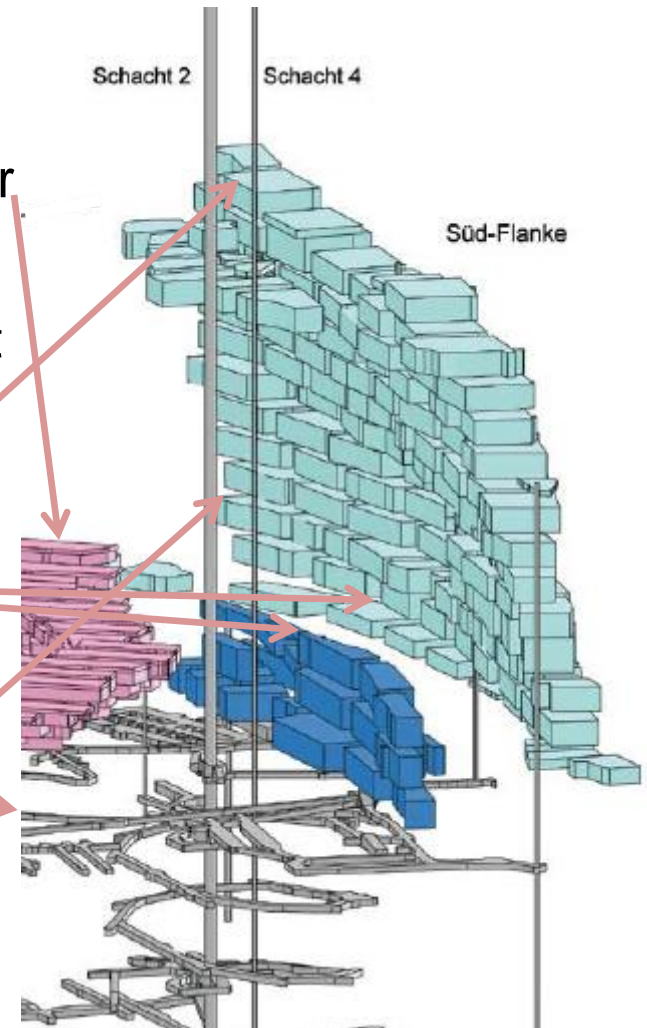
Verfüllung ausgewählter Grubenbaue mit Schotter

Verfüllung noch verbleibender Resthohlräume mit Sorelbeton (zusätzlich zu Sorelbetonbarrieren)

- Infrastrukturräume im oberen Grubengebäude
- Grubenbaue auf der 775-m-, 750-m- und 725-m-Sohle
- Tiefenaufschluss

Einbringen von technischer $MgCl_2$ -Lösung bis zur Firste der 700-m-Sohle

Verschluss der Tagesschächte



Stilllegungsphase – Umsetzung der Maßnahmen

Baufeld in der Südflanke

- Aufwältigung
- Errichtung von Barrieren vor Carnallitit
- Verfüllen von Hohlräumen mit Sorelbeton

Einlagerungssohlen

- Nachschnitt von Grubenbauen und Errichtung von Sorelbetonbarrieren
- Anbohren der Einlagerungskammern und Einbringen von Brucitmörtel
- Verfüllen von Hohlräumen mit Sorelbeton

Stilllegungsphase – Umsetzung der Maßnahmen (2)

Sonstige Grubenbaue

- Verfüllen von Schächten und Wendelstrecke mit Sorelbeton
- Verfüllen von ausgewählten Grubenbauen mit Schotter

Einleiten der technischen $MgCl_2$ -Lösung

Verschluss der Tagesschächte

Technische Umsetzung der Stilllegungsmaßnahmen

Technische Machbarkeit

- Umsetzbarkeit der Maßnahmen ist gegeben
- Technische Infrastruktur ist vorhanden
 - Baustoffanlagen
 - bergtechnische Maschinen und Geräte
- Infrastruktur für Strahlenschutz ist vorhanden

Zeitbedarf

- Stilllegungsmaßnahmen, einschließlich Verschluss der Tagesschächte, etwa 8 Jahre
- Beginn zeitnah möglich

Stilllegungsphase – Auswirkungen

Positive Auswirkungen

- Kein Hantieren mit Abfällen
 - keine Aufwältigungen und Auffahrungen in Einlagerungskammern,
 - in der Kontur nur Bohrungen
 - ausschließlich Einbringen von Versatzstoffen
 - kein Auffahren größerer Hohlräume, sondern Verfüllung von Hohlräumen
- ⇒ keine weitere Destabilisierung des Grubengebäudes sondern Stabilisierung durch Verfüllung

Betriebssicherheit

- sehr geringe radiologische Belastung des Personals (Einlagerungskammern nur über Bohrungen angefahren)
- keine radiologische Belastung der Bevölkerung, Tagesoberfläche und Grundwässer in der Stilllegungsphase

Stilllegungsphase - Auswirkungen

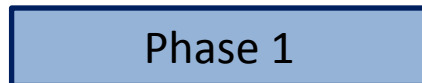
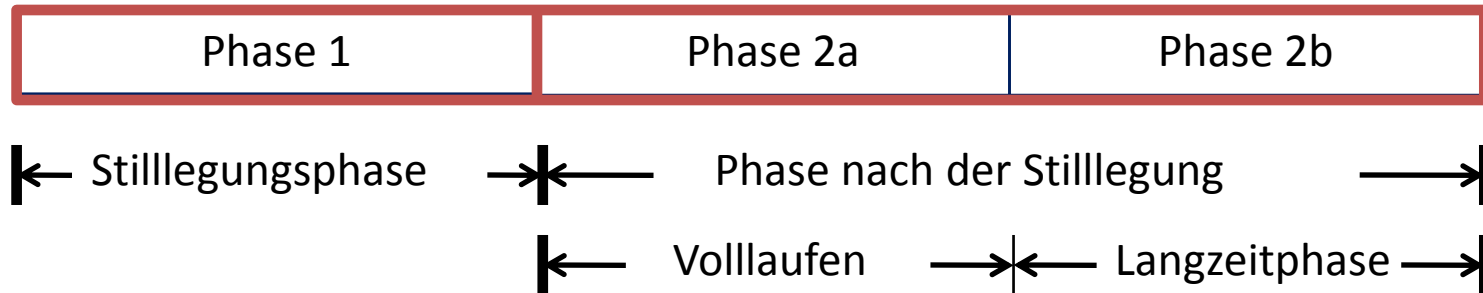
Risiken durch Stilllegungsmaßnahmen

- Schwächung des Tragsystems durch Einleiten von technischer $MgCl_2$ -Lösung am Ende der Stilllegungsphase

Risiken durch Standortbedingungen

- Resttragfähigkeit des Systems nur für begrenzte Zeit gezeigt
 - erheblicher Anstieg der Lösungszutrittsrate aus dem Deckgebirge
 - abnehmende NaCl-Konzentration
- ⇒ ggf. Einschränkung der Umsetzung von Maßnahmen

Zeitliche Phasen



→ bereits behandelt

zwei Teilphasen:

- wegen Unterschieden im Systemverhalten, in der Prognostizierbarkeit und in der Sicherheitsbewertung

Phase 2a (Volllaufen) – Mögliche Entwicklungen

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

- Dauer der Phase: abhängig von Entwicklung des Lösungszutritts, nicht prognostizierbar
- zwei mögliche Entwicklungen:
 - (a) weitgehend unveränderte Rate ($12 \text{ m}^3/\text{d}$) und Lösungsschemie (Dauer etwa 60 Jahre)
 - (b) deutlich erhöhte Rate, mit NaCl-Entsättigung der Zutrittslösung (Dauer einige 10 Jahre)

Phase 2a (Volllaufen)

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Prozessabläufe bei weitgehend unverändertem Salzlösungszutritt

- Zutretende Deckgebirgslösung überschichtet technische MgCl_2 -Lösung
- Anstieg des Lösungspegels
- Langsamer Anstieg des Fluiddrucks
- Durchfeuchtung des Salzgesteins
- Starke Zunahme der Konvergenz der Grubenbaue
- Anstieg der Grenzschicht zwischen technischer MgCl_2 -Lösung und Deckgebirgslösung
- vernachlässigbar geringe Umlösungen

Phase 2a (Volllaufen)

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Auswirkungen bei weitgehend unverändertem Salzlösungszutritt

- kein Radionuklidaustritt aus der Grube, gesichert für die gesamte Zeit der Phase 2a
- starke Abnahme des konvergenzaktiven Volumens
- relativ starke Lösungsbewegung in der Grube
- Radionuklidrückhaltung und –mobilisierung LAW und MAW
- Lösungsdurchmischung und Radionuklidtransport behindert durch Dichteschichtung
- schlecht prognostizierbare Systementwicklung

Phase 2b (nach Volllaufen)

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Prozessabläufe nach Volllaufen mit weitgehend unverändertem Lösungszutritt in Phase 2a

- Lösungsauspressung in das Deckgebirge
 - von Anfang an mit geringer Rate
 - zeitlich abnehmend
- zeitliche Entwicklung der chemischen Verhältnisse mit Einfluss auf Radionuklidrückhaltung
- Radionuklidausbreitung in der Grube behindert durch Dichteschichtung
- mit der Zeit Radionuklidaustritt in das Deckgebirge
- Radionuklidausbreitung und –rückhaltung im Deckgebirge

Phase 2b (nach Volllaufen)

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Auswirkungen bei weitgehend unverändertem Salzlösungszutritt in Phase 2a

- geringe Auspressrate von Lösung aus der Grube
- deutlich verzögerte Radionuklidfreisetzung in das Deckgebirge
- mögliche Radionuklidfreisetzung in oberflächennahes Wasser vermindert im Deckgebirge durch radioaktiven Zerfall und Verdünnung
- potentielle Strahlenexpositionen unterhalb (eventuell im Bereich) des Wertes des 47 StrlSchV für die effektive Dosis
- eingeschränkte Prognostizierbarkeit der Auswirkungen

Phase 2

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Prozessabläufe bei verändertem Lösungszutritt

- Umlösung am Steinsalz und ggf. am Carnallitit
- Entstehung weiterer konvergenzaktiver Volumina
- Verminderung der Resttragfähigkeit des Systems
- Verstärkte gebirgsmechanische Verformungen
- schlechte Prognostizierbarkeit der Systementwicklung

Phase 2

Phase 1

Phase 2a

Phase 2b

Auswirkungen bei verändertem Lösungszutritt

- qualitativ gleiche Auswirkungen wie bei anhaltend gleichem Lösungszutritt, jedoch deutlich rascher und ungünstiger

Fazit (1)

- Kein Hantieren mit Abfällen
- nur peripheres Eindringen in Einlagerungskammern
- keine Auffahrungen von größeren Hohlräumen, damit relevante zusätzliche Schwächung des Tragsystems
- keine oder geringe Strahlenexposition des Personals
- keine Strahlenexposition der Bevölkerung während der Stilllegung
- Maßnahmen entsprechen weitgehend Stand der Technik, daher hohe Planungssicherheit
- relativ kurze Zeit für Umsetzung der Maßnahmen

Fazit (2)

- bei Stilllegung mit der Option Vollverfüllung bildet sich ein System, das im Rahmen der bestehenden Bedingungen langzeitsicher ist
- ob der Wert gemäß 47 StrISchV für die effektive Dosis mit hoher Zuverlässigkeit für alle zu betrachtenden Szenarien unterschritten wird, kann nicht belastbar vorhergesagt werden
- eingeschränkte bis schlechte Prognostizierbarkeit des Systemverhaltens, besonders ausgeprägt bei einem erhöhten Zutritt von an NaCl stark untersättigter Deckgebirgslösung
- günstiges Systemverhalten bezüglich des Radionuklid-Transports in das Deckgebirge und im Deckgebirge