

M. Heydorn: Strömungsbarrieren, ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

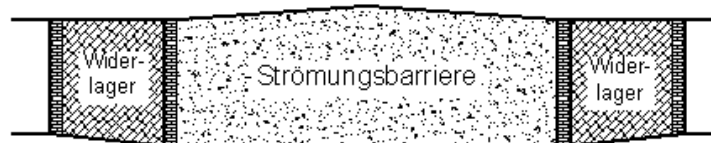
Glück auf, meine Damen und Herren.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse



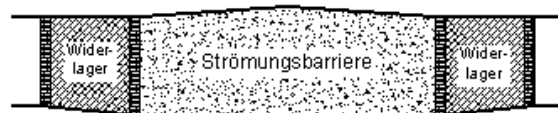
Dipl. – Ing. Matthias Heydorn

Die Strömungsbarrieren – ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse. Welche Ziele habe ich mir mit dem Vortrag gesetzt?

Ich möchte Ihnen zunächst einmal zeigen, wie eine Strömungsbarriere aussieht. Diese Darstellung hier werden Sie auf der einen oder anderen Folie wiederfinden. Ich möchte Ihnen zeigen, aus welchem Baustoff wir die Strömungsbarrieren erstellen. Des Weiteren möchte ich Ihnen vorstellen, welche vorbereitenden Arbeiten notwendig sind, um die Strömungsbarrieren zu erstellen und möchte Ihnen zum Schluss auch einen Ausblick über die Tätigkeiten geben, die wir im nächsten Jahr bzw. in den folgenden Jahren zu erledigen haben.

Vortragsinhalt

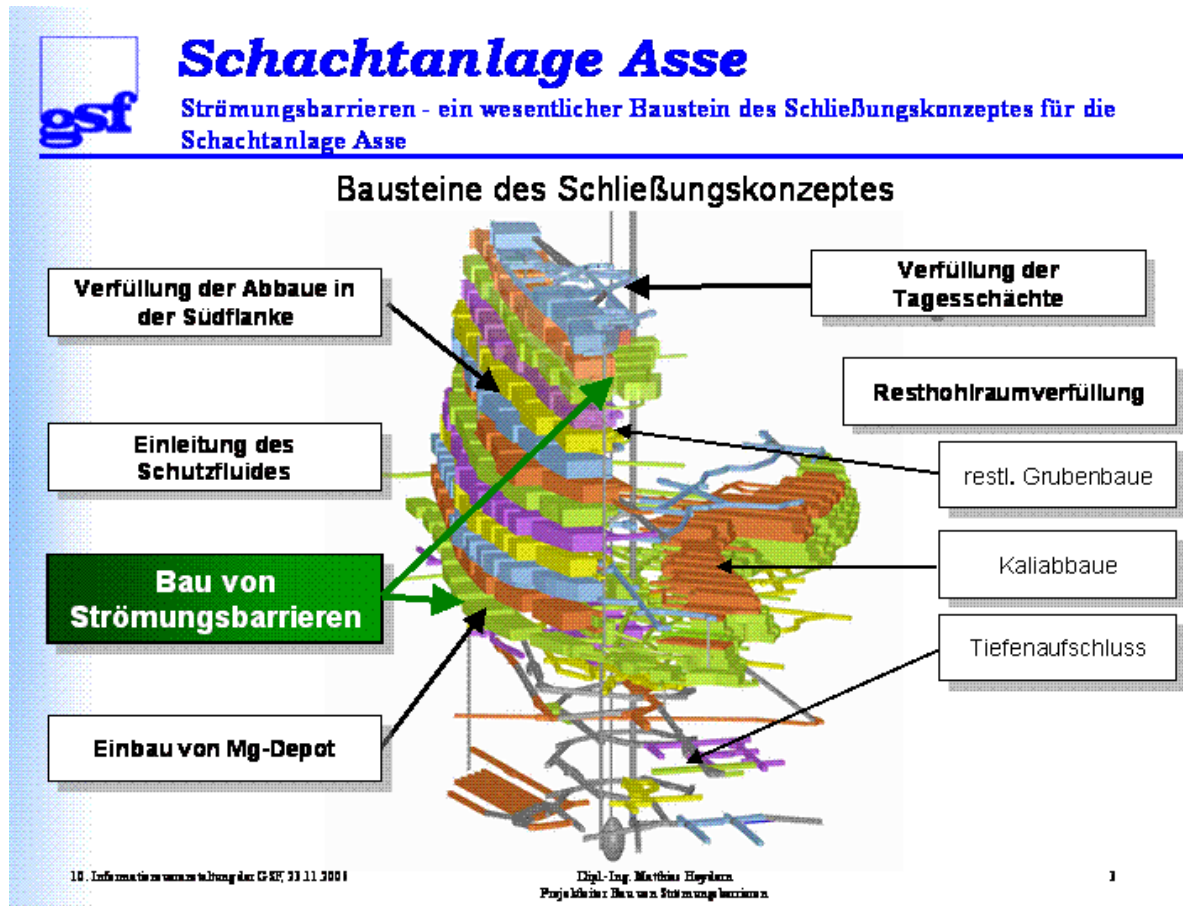
1. Strömungsbarrieren im Schließungskonzept
2. Definition und Aufgaben der Strömungsbarrieren
3. Konstruktionsprinzipien
4. vorbereitende Arbeiten
5. Baustoffe
6. Ausgewählte Fotos
7. Ausblick



Ich habe folgenden Vortragsaufbau gewählt: Zunächst einmal stelle ich Ihnen die Strömungsbarrieren vor. An dieser Stelle gibt es Verbindungen, enge Verzahnungen zu weiteren Bausteinen im Schließungskonzept. Was sind die Aufgaben der Strömungsbarrieren? Wie bauen wir die Strömungsbarrieren? Ich möchte Ihnen die Konstruktionsprinzipien erläutern, wie auch die vorbereitenden Arbeiten. Ich habe Ihnen dazu eine Auswahl der Baustoffe mitgebracht, die zum Bau benötigt werden. Ich lade Sie dazu ein, im Anschluss an diesen Vortrag die Baustoffe etwas näher zu betrachten und auch einmal in die Hand zu nehmen.

Ich möchte Ihnen außerdem einige ausgewählte Fotos von Barrieren, Testbarrieren und Pilotbarrieren zeigen. Herr Kappei sagte es bereits in der Einleitung, mit Hilfe dieser Testbauwerke haben wir Erfahrungen gewonnen. Zum Abschluss möchte ich Ihnen einen Ausblick auf die anstehenden Tätigkeiten in den nächsten Jahren geben.

Die Bausteine des Schließungskonzeptes



Zunächst einmal möchte ich Ihnen diese 3-D-Perspektive des Grubengebäudes zeigen. Für die ortskundigen Gäste, die evtl. aus den umliegenden Ortschaften kommen: Wenn Sie aus der Richtung Klein Vahlberg nach unter Tage in unsere Schachtanlage blicken könnten, würde Ihnen dieses Gebilde erscheinen. Hier im Zentrum die Schächte Asse 2 und Asse 4 mit der anschließenden Kaverne. Im Süden die Abbaue der Südflanke, im Norden die Kaliabbaue. Oberhalb der 775-m-Sohle befindet sich das historische Grubengebäude mit den ehemaligen Abbauen. Unterhalb schließt sich der sog. Tiefenaufschluss an, das sind die Bereiche, die in den 80er Jahren aufgefahren wurden.

Ein Baustein zur Schließung ist die Verfüllung der Abbaue in der Südflanke gewesen. Diese Maßnahme wurde 2003 beendet.

Ein weiterer Baustein ist die Resthohlraumverfüllung. Diese gliedert sich in drei Teilbereiche.

- Die Verfüllung der Kaliabbaue hier im Norden. Diese Maßnahme ist inzwischen auch beendet. Es werden nur noch wenige Zugangsstrecken offen gehalten, um Salz zu lagern.
- Der Tiefenaufschluss. Mit der Verfüllung wurde 2005 begonnen. Dort wird also Salz eingebracht und der Porenraum wird mit einem sog. Schutzfluid verfüllt.
- Das restliche Grubengebäude, das im Nachgang auch zu verfüllen ist.

Ein weiterer Baustein ist die Einleitung des Schutzfluides, dieses ist eng mit dem Bau von Strömungsbarrieren verzahnt. Ich werde auf diesen Punkt später noch einmal zurückkommen.

Der Bau der Strömungsbarrieren, das Hauptthema des heutigen Vortrages, erfolgt im Bereich der 750-m-Sohle, hier in diesem Niveau. Eine Einlagerungskammer befindet sich im Niveau der 725-m-Sohle, die Einlagerungskammer für die mittelradioaktiven Abfälle auf der 511-m-Sohle.

Ein weiterer Baustein ist der Einbau von Magnesiumdepots in die Einlagerungskammern. Das wird zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Und schließlich folgt die Verfüllung der Tagesschächte, der letzte Baustein zur Schließung der Schachtanlage.



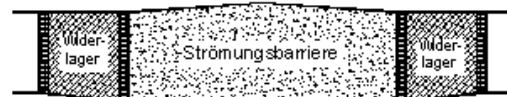
Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Definition und Aufgaben der Strömungsbarrieren auf der Schachtanlage Asse

Geotechnische Bauwerke aus Beton zur

- Beeinflussung (Lenkung/Drosselung) von Fluidströmen
- ⇒ **Barrierefunktion**



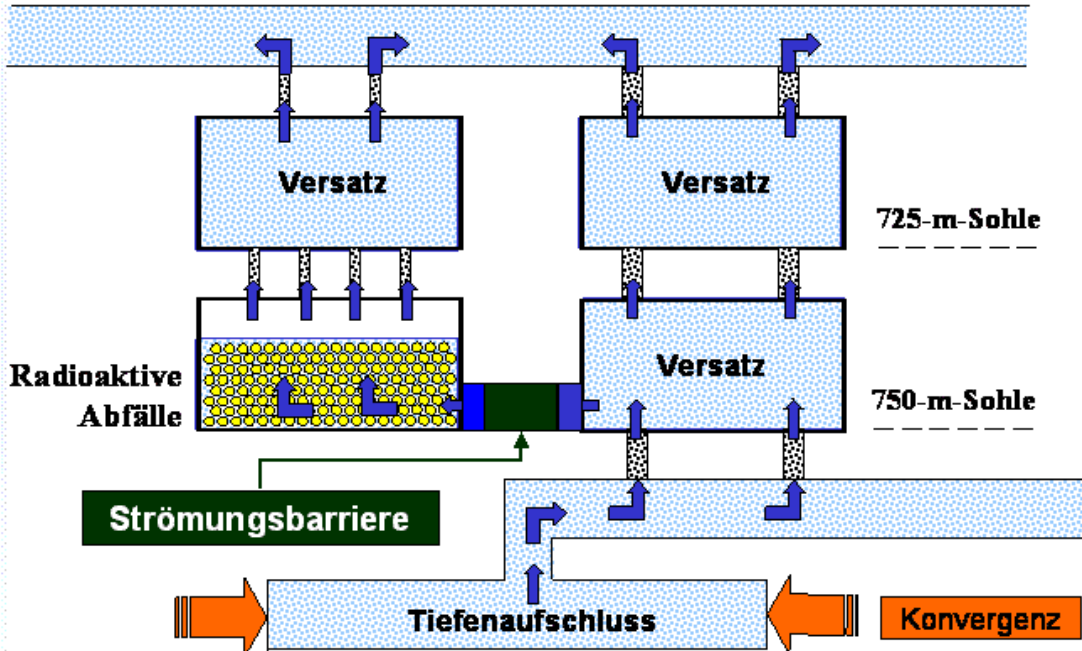
Die Definition und Aufgabe der Strömungsbarrieren. Welche Aufgaben haben die Strömungsbarrieren zu erfüllen? Zunächst einmal sind es geotechnische Bauwerke, die aus einem bestimmten Beton erstellt werden. Ich werde später darauf eingehen, um welchen Beton es sich handelt. Die Bauwerke sollen die Fluidströmung lenken und drosseln. Deshalb bezeichnen wir sie als Strömungsbarrieren.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Prinzipskizze - Aufgabe der Strömungsbarrieren -



10. Informationsveranstaltung der GSF 23.11.2001

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

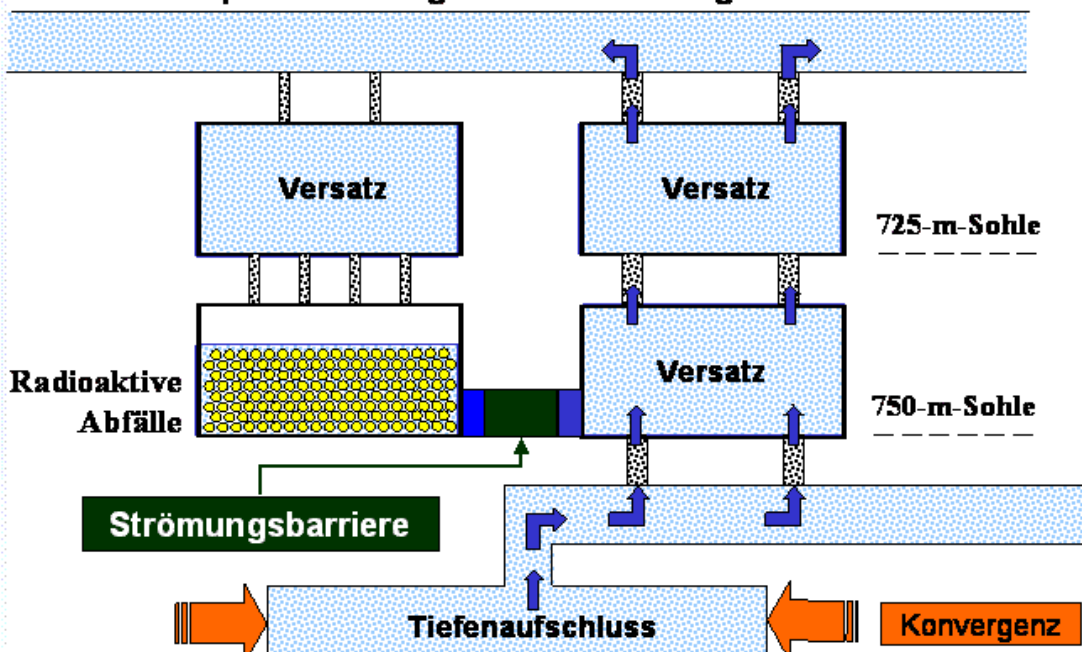
1



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Prinzipskizze - Aufgabe der Strömungsbarrieren -



10. Informationsveranstaltung der GSF 23.11.2001


Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

1

Nun klingt das wahrscheinlich recht trocken. Zur Veranschaulichung zeige ich Ihnen folgende Animation auf der nächsten Folie. Hierzu ein paar einleitende Worte. Diese Prinzipskizze zeigt das Grubengebäude im Bereich der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle. Nördlich der Einlagerungskammer, hier rechts, sind die Nebenabbaue, die bereits versetzt sind. Unter Versatz versteht man im Bergbau die Einbringung von Fremdmaterialien in die vorher geschaffenen Hohlräume. Diese Nebenabbaue haben eine Verbindung zu den Einlagerungskammern, aber auch zur darüber- und darunterliegenden Sohle. Unterhalb der Einlagerungsbereiche befindet sich der sog. Tiefenaufschluss.

Nun gibt es einen weiteren wichtigen Begriff, das ist die Konvergenz. Ich habe Ihnen zwei kleine Modelle mitgebracht, um Ihnen diese zu demonstrieren. Die Konvergenz, verursacht durch den Gebirgsdruck, ist teufenabhängig und verursacht ein Verkleinern der Hohlräume, ein Konvergieren. Wenn Sie eine äußere Kraft auf dieses Gefäß aufbringen, sehen Sie, wie die Flüssigkeit steigt. Bei genügender Kraft würde sie dann auch oben aus dem Gefäßhals herauslaufen. Nun verstehen Sie das bitte nicht falsch: Wir bringen kein Wasser in das Grubengebäude ein. Wir bringen ein sog. Schutzfluid ein, das ist eine Magnesiumchloridlösung. Das wurde in vergangenen Vorträgen auch bereits vorgestellt. Und wir bringen es auch nicht pur in die Hohlräume ein, sondern wir verfüllen die Grubenhohlräume mit Salz oder Beton und füllen den Porenraum mit dem Schutzfluid. Und wenn Sie hier auf das zweite Behältnis – welches mit Salz und Schutzfluid gefüllt ist – drücken, müssen Sie schon wesentlich mehr Kraft aufbringen, damit die Lösung nach oben getrieben wird. Aber sie wird nach oben getrieben, das ist nun einmal die Kraft der Natur. Die Konvergenz bewirkt, dass das Fluid, das sich hier im Porenraum befindet, nach oben gedrückt wird und dann später das Niveau der Einlagerungskammern erreicht und sich dann auch im übrigen Grubengebäude verteilt. Die Aufgabe der Strömungsbarrieren ist es nun, diesen Fluss zu drosseln bzw. zu lenken. Und deshalb bauen wir in den Zugangsbereichen, im Nahbereich der Einlagerungskammern, Strömungsbarrieren. Wenn diese Strömungsbarrieren dann erstellt sind, wird der Fluss hier über die linke Seite unterbunden, so dass die Strömung überwiegend an den Einlagerungsbereichen vorbeigeleitet wird. Das sind die Aufgaben der Strömungsbarrieren.

Das Konstruktionsmodell




Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Konstruktionsprinzip

~ 5m
~ 30m
~ 5m



- ⇒ Einfache geometrische Formen
- ⇒ Massive Widerlager mit $L \geq \varnothing_{\max}$
- ⇒ Quellfähiger Baustoff (Form- bzw. Kraftschluss)

10. Information zur Umsetzung der GRS 23.11.2001
Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren
7

Wie bauen wir die Strömungsbarrieren? Zunächst einmal haben wir uns für einfache geometrische Formen entschieden. Wir wollen keine komplizierten, sondern insbesondere robuste Bauwerke erstellen. Sie sehen hier eine leichte Erhöhung im Zentrum. Das hängt damit zusammen, dass der Beton, den wir einbringen, ein gewisses Ausbreitverhalten aufweist. Aber ein wesentliches Konstruktionsprinzip ist der Bau von massiven Widerlagern an den Flanken der Strömungsbarrieren. Diese Widerlager haben eine Länge, die mindestens so lang ist, wie der größte Streckendurchmesser. Das ist notwendig, weil der Baustoff, den wir einbringen, ein gewisses Quellvermögen aufweist.

Ich habe Ihnen hier einen Probekörper aus dem in der Schachtanlage Asse verwendeten Beton mitgebracht. Dieser Beton ist bündig mit dem Probekörper eingegossen worden. Und während des Härteprozesses ist er stark aufgequollen. Sie können sich den Probekörper dann später gerne etwas näher betrachten.

Wir wollen das Quellen in axialer Richtung unterbinden, so dass es im Bereich der Kernbarriere zu einem Form- oder gar Kraftschluss kommt. Das ist genau das Gegenteil, was man bei übertägigen Brückenbauwerken nutzt. Man baut ganz bewusst Gleitfugen ein, weil es Temperaturdehnungen gibt. Weil wir das unterbinden möchten, erstellen wir diese massiven Widerlager.

An dieser Stelle möchte ich Ihnen auch gleich die Abmessungen unserer Bauwerke zeigen. Die Widerlager haben in der Regel eine Länge von 5 m. Die Kernbarrieren sind in der Regel 30 m lang. Im Einzelfall können aber auch bis zu 50 oder 60 m lange Barrieren entstehen. Der Querschnitt einer Barriere beträgt um die 20 qm, so dass wir hier von insgesamt rund 800 cbm Beton ausgehen.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Vorbereitende Arbeiten

Markscheiderische (vermessungstechnische) und geologische Aufnahmen

- Aktualisierung der Planungsgrundlagen
- Bauwerksabsteckungen
- Dokumentation und Qualitätssicherung




Die vorbereitenden Arbeiten zum Bau der Strömungsbarrieren sind sehr umfangreich. Sie beginnen bei der vermessungstechnischen Aufnahme des Standortes. Das kennen Sie auch von über Tage. Wenn Sie ein Haus bauen, kommt vorab in der Regel das Katasteramt, um die Aktualität der Pläne zu überprüfen. Nun, wir kennen unser Grubengebäude. Für den Bau der Strömungsbarrieren ist jedoch ein höherer Detaillierungsgrad gefordert und deshalb messen wir den Standort noch

einmal auf. Wir aktualisieren die zeichnerischen Darstellungen und schaffen damit die Grundlagen für die weiteren Planungen.

Die Bauwerksabsteckung – wenn Sie den Bauantrag eingereicht haben und die Baugenehmigung erteilt ist, kommt auch ein Vermessungstrupp und steckt Ihnen das Haus oder die Garage ab. Auch hierin unterscheiden wir uns nicht von übertägigen Baumaßnahmen.

Die Dokumentation und die Qualitätssicherung ist natürlich auch ein wichtiger Punkt. Es muss nachgewiesen werden, dass das Bauwerk auch an der Stelle gebaut wurde, wo es geplant war, dass die Befüllbohrungen, die hierfür erforderlich sind, auch zielgerichtet und genau gestoßen werden, um ein paar Beispiele zu nennen.

Die Standorterkundung



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Standorterkundung

- Konvergenzmessungen
- Erstellen von Erkundungsbohrungen und anschließender Bohrlochinspektionen
- Geotechnische Messungen in den Bohrungen



10. Information zur Umsetzung der GSF 23.11.2001


Dipl.-Ing. Matthias Heylert
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren

9

Das ist aus meiner Sicht mit der wichtigste Punkt für den Bau der Strömungsbarrieren. Sie kennen vielleicht den Begriff Baugrunduntersuchung. Wenn Sie ein Hochhaus oder eine Brücke bauen, müssen Sie auch wissen, ob der Baugrund dieses Bauwerk trägt. Und genau das machen wir bei uns auch, indem wir zunächst Konvergenzmessungen durchführen. Das, was ich Ihnen anhand der

kleinen Modelle gezeigt habe, dieses messen wir in der Grube nach. Diese Messungen laufen schon seit über 20 Jahren. Wir verfügen also über umfangreiches Datenmaterial. Aber damit geben wir uns noch nicht zufrieden und haben das Messnetz im Bereich der geplanten Barrierestandorte verdichtet.

Zusätzlich erfolgen die Erstellung von Erkundungsbohrungen mit anschließender Bohrlochinspektion und die geotechnischen Messungen in den Bohrungen.

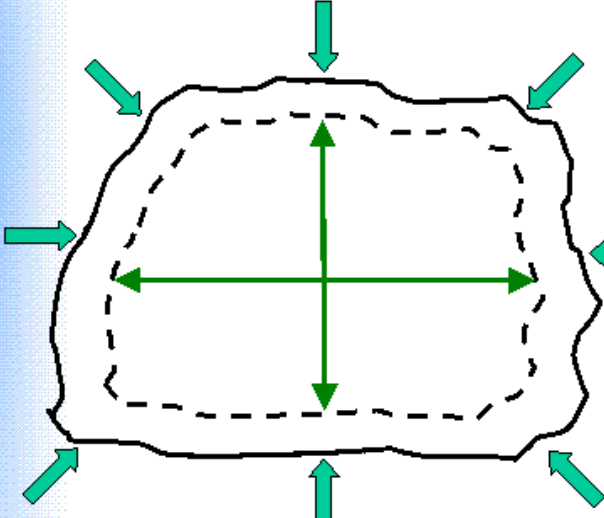


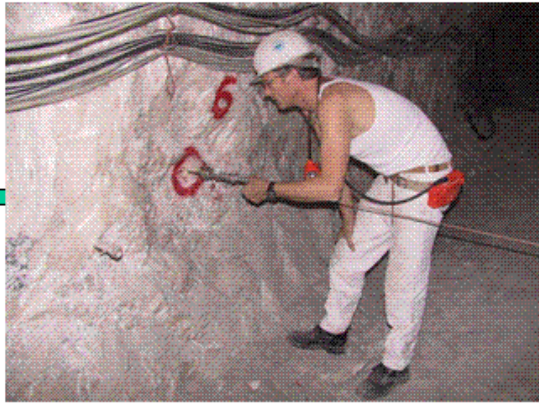
Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Konvergenzmessungen





10. Information zur Umsetzung der GEF 23.11.2001
Dipl.-Ing. Matthias Högler
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren
10

Ich werde nun kurz auf diese einzelnen Messverfahren eingehen. Stellen Sie sich bitte eine untertägige Strecke vor, die seit Jahren, mitunter seit Jahrzehnten offensteht. Verursacht durch den Gebirgsdruck bzw. durch die Konvergenz haben sich an der Oberfläche kleine Abschalungen ergeben, der Streckendurchschnitt hat sich verkleinert. Dies wird durch die Pfeile symbolisiert. Die Konvergenz ist im Übrigen auch ein Effekt, den wir uns für den Bereich der Strömungsbarrieren wünschen. Sie können sich vorstellen, wenn wir unter Tage eine Strömungsbarriere erstellt haben und das umliegende Gebirge auf den Betonkörper aufkriecht, führt das zu einer erhöhten Einspannung der Strömungsbarriere und letztlich zu einer verbesserten Barrierewirkung. Dieses Konvergenzverhalten messen wir sowohl in horizontaler

Richtung als auch in vertikaler Richtung. Hier sehen Sie ein Foto von solch einer Messung, mit der die Verringerung des Streckenquerschnittes ermittelt wird.

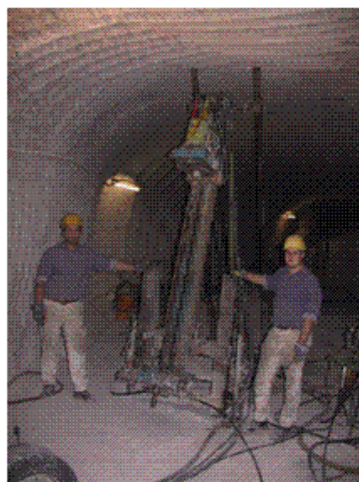


Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Erstellen von Erkundungsbohrungen mit anschließender Bohrlochinspektion



10. Information zur Veranstaltung der GRS, 23.11.2001



Dipl.-Ing. Matthias Heylorn
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren

11

Die Durchführung von Erkundungsbohrungen mit anschließender Bohrlochinspektion hat ebenfalls einen großen Stellenwert, da wir natürlich nicht ohne weiteres in das Gebirge blicken können. Wir möchten trotzdem wissen, wie der Zustand des Gebirges hinter dem Stoß ist. Im Laufe der Jahre bildet sich durch die Konvergenz auch eine Auflockerungszone und genau die gilt es zu beurteilen. Wie weit reicht diese Auflockerungszone in das Gebirge hinein? Dazu werden kleinkalibrige Bohrungen gestoßen. Die Bohrungen haben in der Regel einen Durchmesser von 42 mm, es sind also recht kleine Bohrungen. Auf dieser Folie ist eine Bohrmaschine dargestellt, hier wird gerade an einem Standort eine Sohlbohrung erstellt. Wir erstellen sie aber nicht nur in der Sohle, sondern auch in der Firste und an den Stößen.

Wenn die Bohrungen dann gestoßen sind, erfolgt eine Videokamera-Befahrung, um den Zustand des Gebirges zunächst einmal visuell beurteilen können. Nach Auswertung der Filme wird anschließend das Messprogramm festgelegt. Danach

erfolgen in den Bohrungen die geotechnischen Messungen, d. h. die messtechnische Beurteilung des umliegenden Gebirges. Wir können damit die Frage beantworten, wie weit die Auflockerungszone in das Gebirge hineinreicht. Außerdem wird die Durchlässigkeit des Gebirges bestimmt. Wir wissen, der Baustoff selbst ist sehr dicht. Wir müssen aber das System als Ganzes betrachten, d. h. den Baustoff und das umliegende Gebirge. Deshalb bestimmen wir in unterschiedlichen Tiefen die Durchlässigkeit.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Geotechnische Messungen in den Bohrungen



10. Information zur Veranstaltung der GGF, 23.11.2004



Dipl.-Ing. Matthias Hoyer
Projektleiter des von Strömungsbarrieren

12

Hier ein Blick auf eine solche Messeinrichtung. Wir führen diese Messungen nicht selbst durch, sondern lassen die Permeabilität von externen Sachverständigen der Firma IBEWA bestimmen. Sie sehen hier einen Messschrank mit einer Regel- und Messtechnik. Die Bohrung wird gerade bestückt. Die Untersuchungen werden online über einen handelsüblichen Laptop erfasst, dokumentiert und zeitnah ausgewertet.

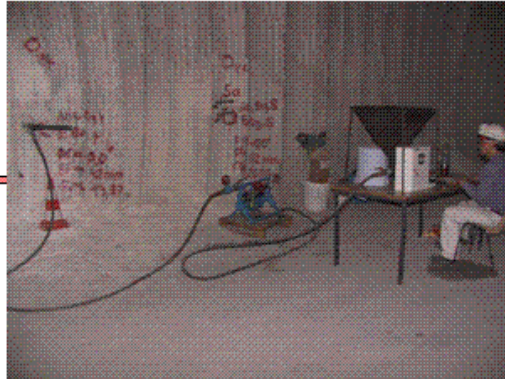
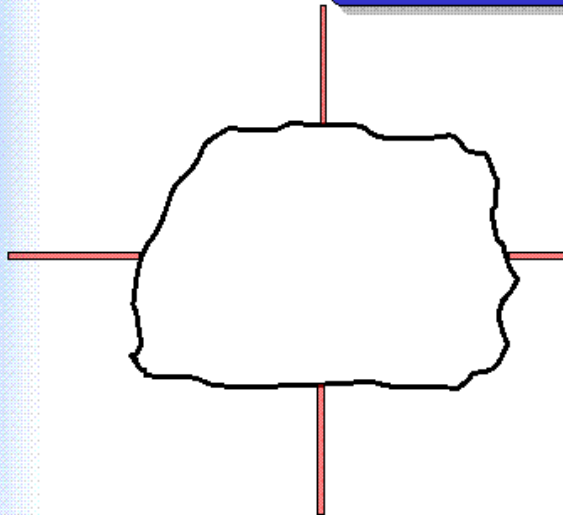


Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Bohrlochverfüllungen

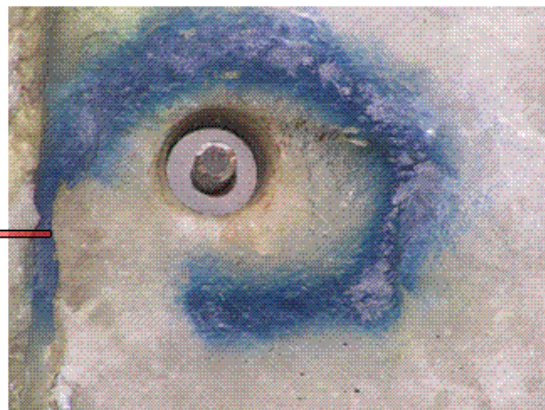
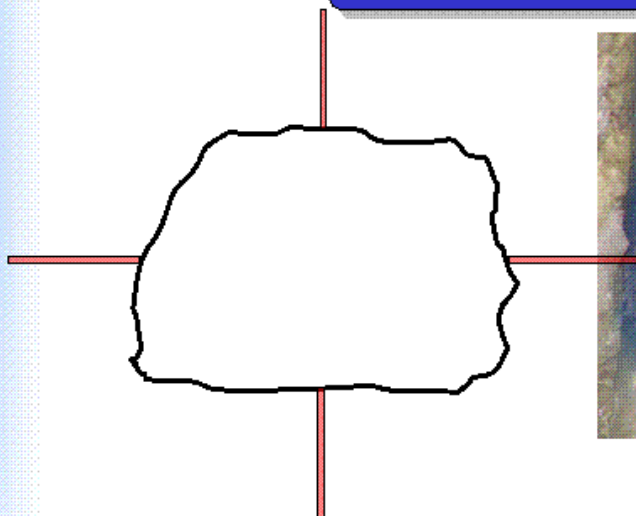


Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Bohrlochverfüllungen



Im Nachgang dieser Messungen müssen die Bohrungen natürlich wieder verfüllt werden. Es nutzt nichts, wenn wir einen sehr dichten Baustoff im Kernbereich haben und Wegsamkeiten im umliegenden Gebirge zulassen. Hier sehen Sie ein Bild einer Bohrlochverfüllung. Das Bohrloch ist mit einem sog. Packer versehen. Der ist verbunden mit einer Injektionspumpe, diese wiederum mit einem Vorlagebehälter. Das Bohrloch wird so lange verpresst, bis über eine Entlüftungsleitung das Injektionsgut austritt. Damit ist dann diese Bohrung vollständig verfüllt. Die Bohrverfüllung wird ebenfalls dokumentiert.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Bohrlochverfüllungen




10. Information zur Veranstaltung der GSK 23.11.2001
Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren
15

Ich zeige hier noch einmal eine Nahaufnahme. Sie sehen, die Entlüftungsleitung ist auch vollständig mit dem Injektionsgut verfüllt.

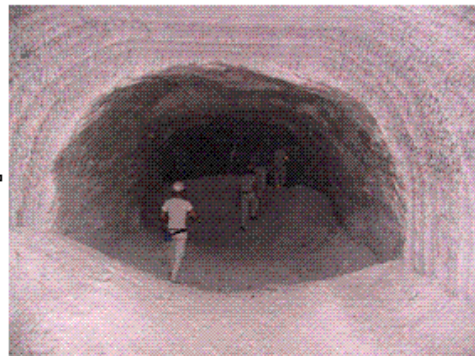
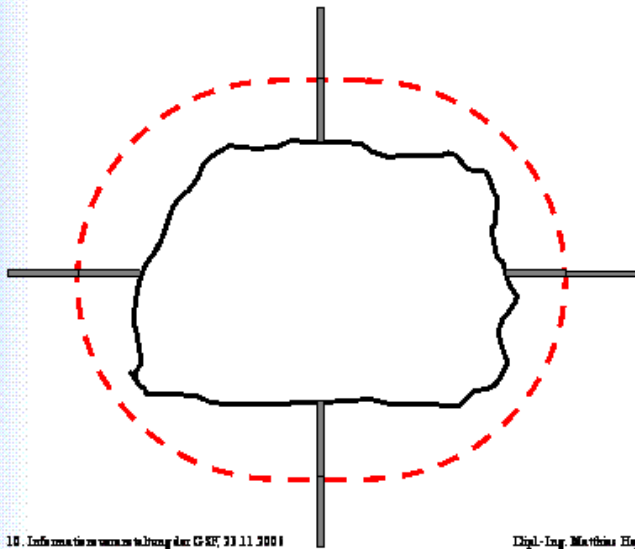


Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Vorbereitende Arbeiten

Streckensaumnachschnitt zur Entfernung der Auflockerungszone



10. Information zur Umsetzung der GEF 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

11

Nach Auswertung der geotechnischen Messungen bekommen wir von unserem Sachverständigen die Meldung, wie weit wir den Streckensaum nachzuschneiden haben. Stellen Sie sich bitte vor, wenn Sie zu Hause neue Fliesen an die Wand bringen und der Putz darunter brüchig ist. Dann werden Sie auch diesen zunächst auswechseln. Und genau das machen wir bei uns auch. Wir müssen die Auflockerungszone entfernen, dabei darauf achten, dass wir harmonische Übergänge zwischen den Stößen und der Sohle bzw. der Firste und den Stößen erzielen. Das sind die Anforderungen, die wir an den Streckensaumnachschnitt haben.

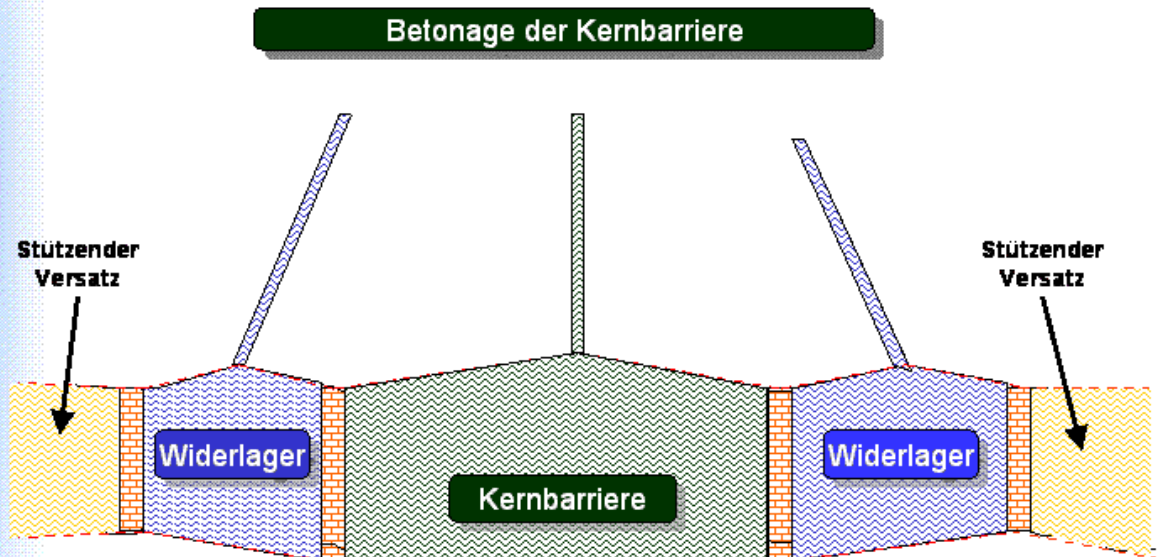
Hier einmal ein Blick in einen nachgeschnittenen Bereich. Sie sehen hier das Dunklere, das ist die Strecke, die über Jahrzehnte offengestanden ist und sich Abschalungen gebildet haben. Dass die Streckenoberfläche dunkel ist, liegt an den Abgasen, die bei den mit Diesel betriebenen Fahrzeugen entstehen. Hier im vorderen Bereich das weiße, nachgeschnittene Steinsalz und die harmonischen Übergänge zwischen der Sohle und den Stößen.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Bauablauf



10. Informationsveranstaltung der GEF, 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

17

Erst nachdem die umfangreichen vorbereitenden Arbeiten abgeschlossen sind, können wir mit dem eigentlichen Bau der Barrieren beginnen. Auch hier ist ein altes Streckensystem mit Unebenheiten sowohl in der Firste als auch in der Sohle dargestellt. Hier gilt es, zunächst einmal die Befüll- und Entlüftungsbohrung zu erstellen. In der Regel wird das von einer darüber liegenden Sohle aus gemacht. Einmal für den Bereich der Widerlager, dann für den Bereich der Kernbarriere. Wenn das erfolgt ist, müssen wir den Streckensaum nachschneiden, dessen Tiefe uns mittlerweile bekannt ist. Wir müssen dann noch zusätzlich darauf achten, dass der höchste Punkt mit dem Bohrlochaustrag identisch ist. Das liegt einfach daran, dass der Sorelbeton ein gewisses Ausbreitungsverhalten aufweist.

Anschließend werden dann die Schalungswände gestellt. Das ist nichts anderes, als im Übertagebau. Wir bauen die Schalungswände aus handelsüblichen Kalksandsteinen, können aber auch mobile Schalungen einsetzen. Danach werden zunächst die Widerlager betoniert und nach einer gewissen Aushärtungszeit die Kernbarriere. Die Betonierung erfolgt bis zur darüberliegenden Sohle. Wir nutzen damit den hydrostatischen Druck während der Erhärtungsphase aus.

Die Bereiche an den Flanken der Strömungsbarrieren werden ebenfalls verfüllt. Diese werden überwiegend aus Sorelbeton sein, können aber auch aus Salz und Schutzfluid sein. Damit sollen weitere Auflockerungen an den Flanken der Strömungsbarrieren unterbunden werden. Wir bezeichnen diese Bereiche als stützenden Versatz.

Die Anforderungen an den Baustoff



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

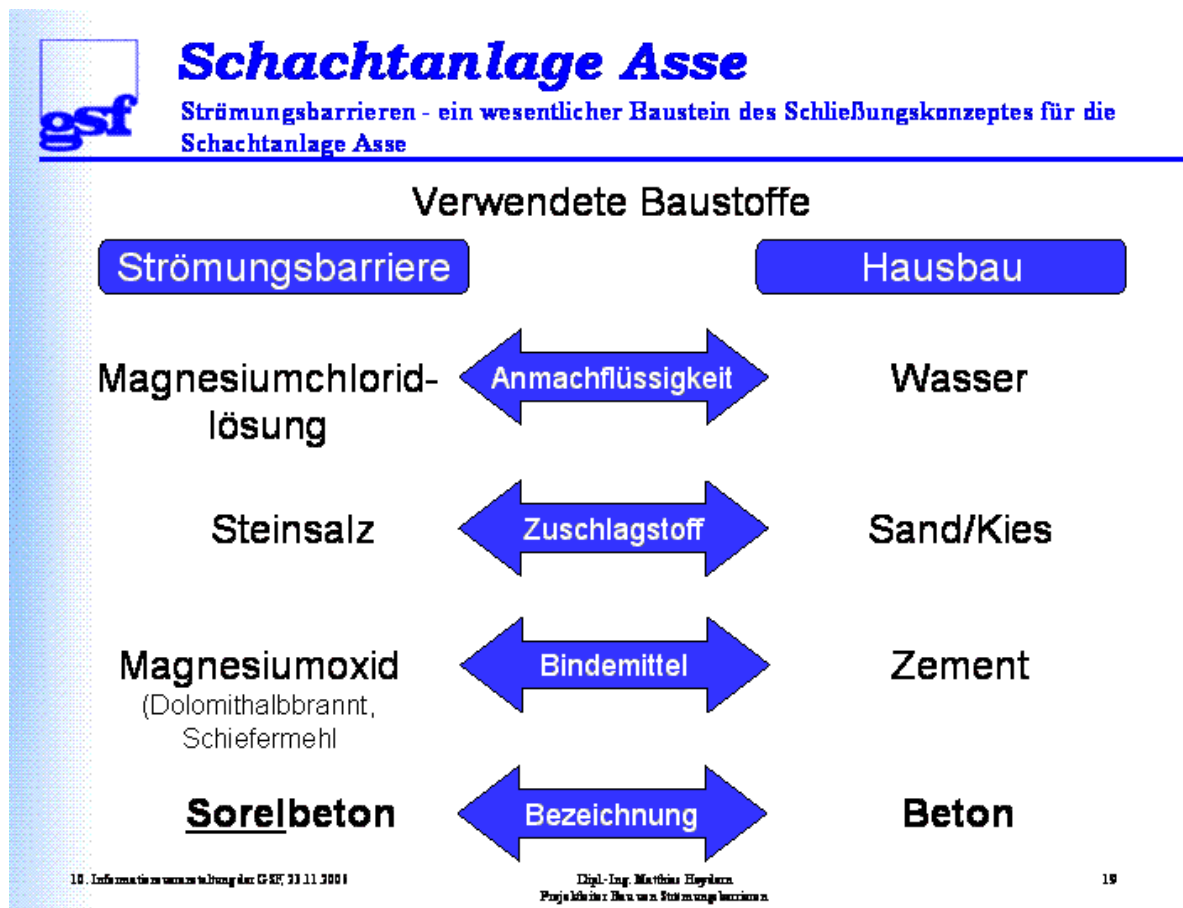
Anforderungen an den Baustoff

- Mechanische und chemische Langzeitbeständigkeit
- Geringe Durchlässigkeit (Permeabilität)
- Festigkeit (Steifigkeit)
- Verarbeitbarkeit

Hier gibt es jetzt enge Verzahnungen zu weiteren Bausteinen des Schließungskonzeptes. Wesentliche Anforderungen an den Baustoff sind die mechanische und chemische Langzeitbeständigkeit, das bedeutet gegenüber dem Schutzfluid – ich habe Ihnen hier eine Magnesiumchloridlösung mitgebracht – gegenüber dieser Lösung muss unser Baustoff langzeitstabil sein.

Da wir die Strömungen im Grubengebäude drosseln bzw. behindern wollen, ist es selbstverständlich, dass unser Baustoff eine geringe Durchlässigkeit aufweisen muss. Außerdem muss er bestimmte Festigkeitseigenschaften – der Bergingenieur sagt „Kompaktionseigenschaften“ – aufweisen, damit er dem Gebirgsdruck einen ausreichenden Widerstand bietet.

Es mag trivial klingen, ist es aber tatsächlich nicht, der Baustoff muss natürlich verarbeitbar sein. Sie können sich sicherlich vorstellen, dass bei uns unter Tage besondere klimatische Bedingungen herrschen. Der Baustoff darf nicht zu früh erhärten, denn er muss über längere Strecken zu transportieren sein. Er darf auch keine Überschussflüssigkeit bilden, etc.



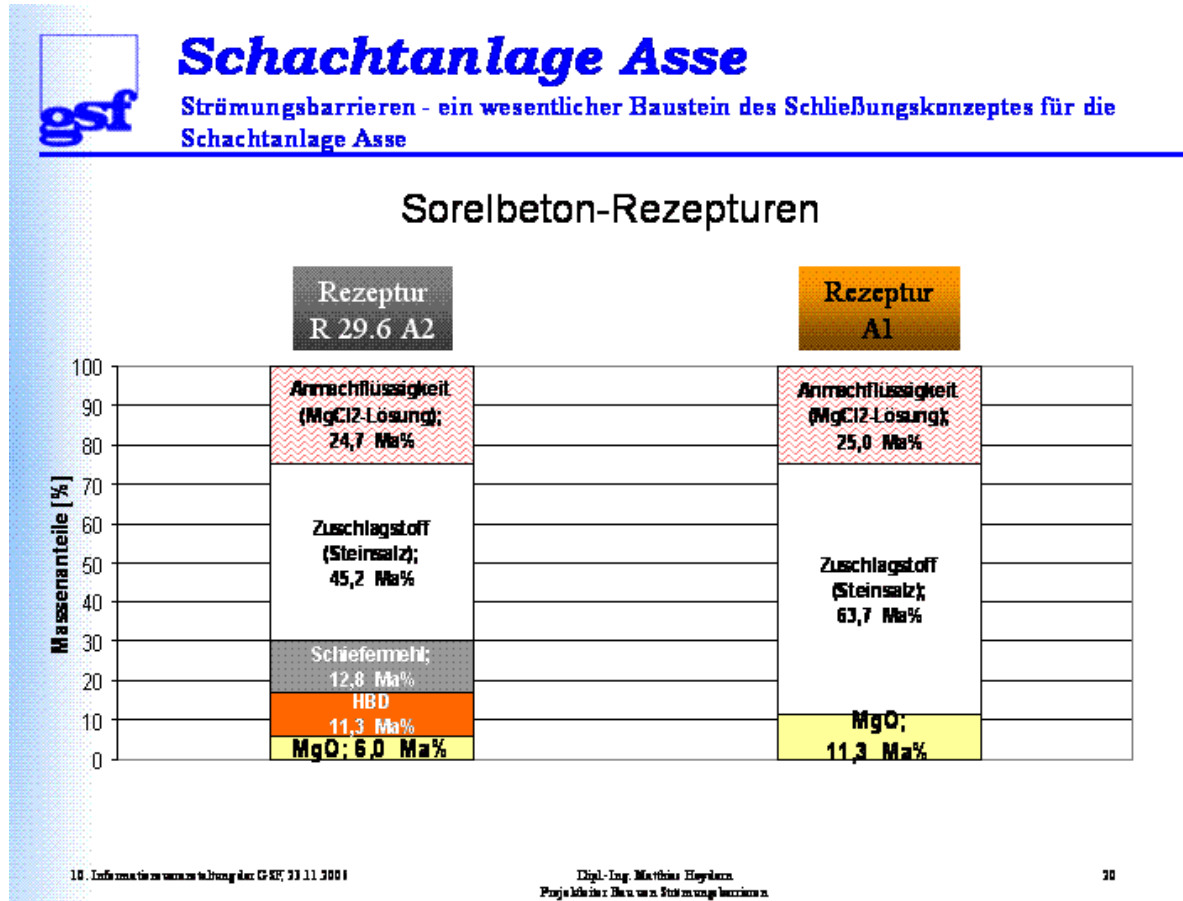
Als nächstes möchte ich Ihnen die verwendeten Baustoffe in Analogie zum Hausbau zeigen. Als Anmachflüssigkeit, das kennen Sie, verwendet man über Tage in der Regel Wasser. Das können wir bei uns nicht. Es gibt zwar auch im Salzbergbau Baustoffe, die mit Wasser angemischt werden, aber wir benötigen einen Baustoff, der langzeitstabil gegenüber dem chemischen Milieu im Grubengebäude – der Magnesiumchloridlösung – ist. Deshalb verwenden wir bei uns als Anmachflüssigkeit ebenfalls eine Magnesiumchloridlösung. Ich hatte die Probe vorhin schon mal hochgehalten. Hier noch einmal, die etwas gelbliche Lösung, das ist unsere Anmachflüssigkeit.

Als Zuschlagstoffe werden im Übertagebau Sand- und Kiesgemische verwendet. Dies könnten wir auch, aber es liegt ja nahe, dass wir vor Ort unser Steinsalz verwenden, das wir z. B. unter Tage beim Streckensaumnachschnitt gewinnen. Es

muss aufbereitet werden, weil es in einer bestimmten Körnung vorliegen muss. Der Steinsalzanteil beträgt bis zu 60 %, je nach Rezeptur. Auch hier habe ich Ihnen einmal aufbereitetes Steinsalz mitgebracht. Sie können es sich im Anschluss gerne anschauen.

Als Bindemittel wird beim Hausbau üblicherweise Zement verwendet. Wir verwenden für unsere Arbeiten ein Magnesiumoxid und können dann, je nach Rezeptur, auch noch Dolomithalbrannt begeben, welches auch am Erhärtungsprozess beteiligt ist. Weiterhin können wir Schiefermehl, ein Tonmineral, begeben, welches die Fließfähigkeiten des Betons verbessert. Die Bezeichnung des Fertigproduktes kennen Sie als Beton. Bei uns heißt der Beton Sorelbeton, genannt nach einem Herrn Sorel, ein französischer Chemiker, der bereits im Jahre 1867 eine Abhandlung über diese Verbindungen geschrieben hat.

Ich erwähne dies, um darauf hinzuweisen, dass wir den Baustoff nicht neu erfinden. Es liegen schon seit über 100 Jahren Erfahrungen mit dem Umgang von Sorelbeton vor und er wurde auch erfolgreich im Steinsalz- und Kalibergbau eingesetzt.



Nun zu unseren beiden Rezepturen.

Da haben wir zunächst einmal die Rezeptur A2 , die von der Firma K-UTEC für unsere Asse-spezifischen Bedingungen entwickelt wurde. Sie besteht zu sechs Massenprozent aus Magnesiumoxid. Hinzu kommen noch elf Massenprozent Dolomithalbbrannt und das bereits erwähnte Schiefermehl zu rund 13 %. Die drei Komponenten werden vorgemischt. Diese Vormischung bezeichnen wir als Basismaterial. Auch von diesen Materialien habe ich Ihnen eine Probe mitgebracht. Das Basismaterial sieht leicht gräulich aus, das kommt von dem Tonmineral Schiefermehl. Ein großer Bestandteil ist Steinsalz. Bei der Rezeptur A2 beträgt der Anteil 45 Massenprozent. Der Rest, etwa 25 Massenprozent des Baustoffes ist dann die Anmachflüssigkeit.

Alternativ zur Rezeptur A2 haben wir eine weitere Rezeptur entwickeln lassen, die zunächst einmal für die Bereiche mit stützendem Versatz vorgesehen war. Sie ist ein wenig einfacher aufgebaut. Sie hat als Bindemittel rund 11 Massenprozent Magnesiumoxid, es wird kein Halbbrantdolomit und kein Schiefermehl zugesetzt, dafür ist der Anteil an Steinsalz höher, rund 64 Massenprozent. Das restliche Viertel ist vergleichbar mit der Rezeptur A2, also rund 25 Massenprozent Anmachflüssigkeit.

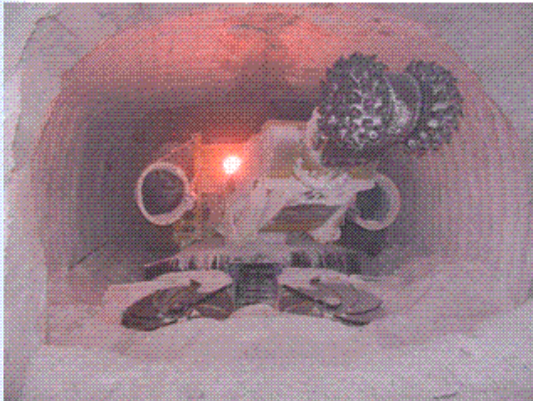
Mittlerweile ist es uns aber durch Rezepturmodifikation gelungen, auch diese Rezeptur für den Bau von Strömungsbarrieren zu verwenden. Diese Rezeptur neigte ursprünglich zu Überschussflüssigkeit. Durch Veränderungen an der Körnung des Zuschlagstoffes haben wir den Mangel beheben können. So sind wir nun in der glücklichen Lage, zwei Rezepturen für den Bau der Strömungsbarrieren, der Widerlager und der Bereiche mit stützendem Versatz einsetzen zu können.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Ausgewählte Fotos – Streckensaumnachschnitt -



10. Informationveranstaltung der GSF, 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

21

Ich möchte Ihnen nun ein paar ausgewählte Fotos der beschriebenen Arbeiten zeigen. Hier noch einmal ein Blick auf die Nachschnitarbeiten: Einmal unsere Teilschnittmaschine – auf dem linken Foto von vorne fotografiert, auf dem rechten Foto aus der rückwärtigen Perspektive. Die Nachschnitarbeiten werden durch den Einsatz eines Vermessungslasers unterstützt. Mit dem Vermessungslaser erreichen wir auch ein zielgenaues Nachschneiden der Strecken.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Ausgewählte Fotos – vorbereiteter Barrierestandort -



Als Nächstes ein Blick in einen nachgeschnittenen Barrierestandort von etwa 40 m Länge. Sie sehen hier die geforderten harmonischen Übergänge zwischen der Sohle und den Stößen.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Ausgewählte Fotos - Erstellung von Schalungswänden -



Fundamenterstellung



**Schalungswände
Variante 1: Mauern**



**Variante 2:
mobile Schalungswand**

10. Informationveranstaltung der GEF, 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

21

Auf dieser Folie ein Blick auf die Schalungsarbeiten. Es wird wie beim Hausbau über Tage zunächst einmal ein Streifenfundament gesetzt, ebenfalls aus Sorelbeton. Dann können wir die Schalungswände mit handelsüblichen Kalksandsteinen mauern, oder alternativ mobile Schalungswände setzen. Die mobilen Schalungswände setzen wir nur auf der Luftseite, da der Aufwand zum Stellen und Rückbauen auf der Barriereninnenseite zu groß ist.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Ausgewählte Fotos – über- und untertägige Baustoffanlagen -



Siloanlage

- Basismaterialannahme
- Förderung nach unter Tage

10. Informationveranstaltung der GEF, 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

24

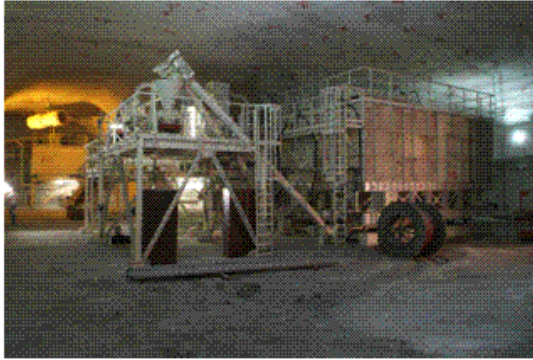
Die Vorstellung des Maschinenparks zur Erstellung der Strömungsbarrieren könnte einen eigenständigen Vortrag füllen. Ich zeige Ihnen deshalb nur ein paar ausgewählte Fotos der Baustoffanlagen. Wenn Sie schon einmal zu Besuch auf der Asse waren, werden Sie sicher diese drei grünen Silos bereits gesehen haben. Jedes hat ein Fassungsvermögen von rund 200 Kubikmeter. Dort wird das bereits von einem externen zertifizierten Werk vorgemischte Basismaterial aufgenommen, welches per LKW angeliefert wird. Aus den Silos erfolgt die pneumatische Förderung nach unter Tage zur 700-m-Sohle.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Ausgewählte Fotos – über- und untertägige Baustoffanlagen -



700-m-Sohle

- Aufbereitung Steinsalz
- Herstellung Vorprodukt
- pneumatische Weiterförderung

Auf der 700-m-Sohle ist eine Baustoffanlage zur Aufnahme des Basismaterials in diesen Vorratsbunkern errichtet worden. Hier wird das Steinsalz aufbereitet, das Basismaterial mit dem aufbereiteten Steinsalz zu einem Vorprodukt vermischt und dieses anschließend pneumatisch zu der Baustelleneinheit vor Ort weitertransportiert.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Ausgewählte Fotos – über- und untertägige Baustoffanlagen -



Misch- und Pumpeinheit

- Mischen des Vorproduktes mit Anmachflüssigkeit
- Förderung (Pumpen) in die Bauwerke

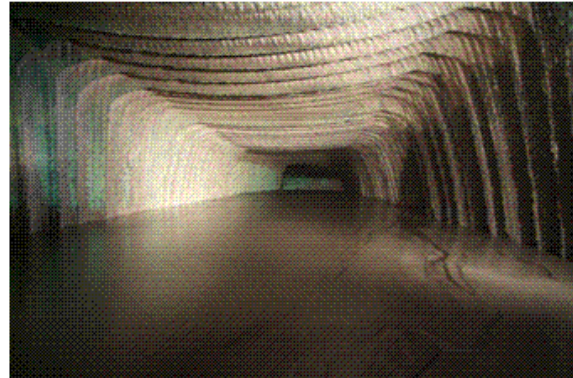
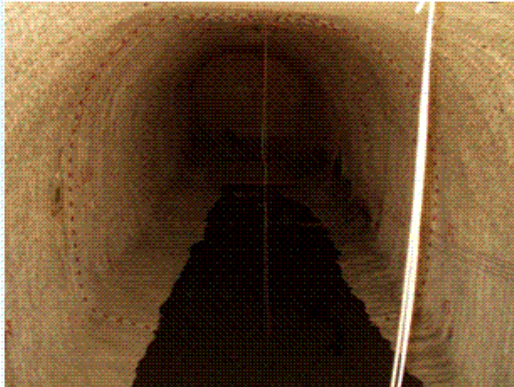
Diese wiederum sieht dann folgendermaßen aus: Im Hintergrund die Zuleitung der Anmachflüssigkeit und die Zuleitung des Vorproduktes. Nach der Vermischung wird das Fertigprodukt in die Bauwerke verpumpt.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse

Ausgewählte Fotos - Betonage -



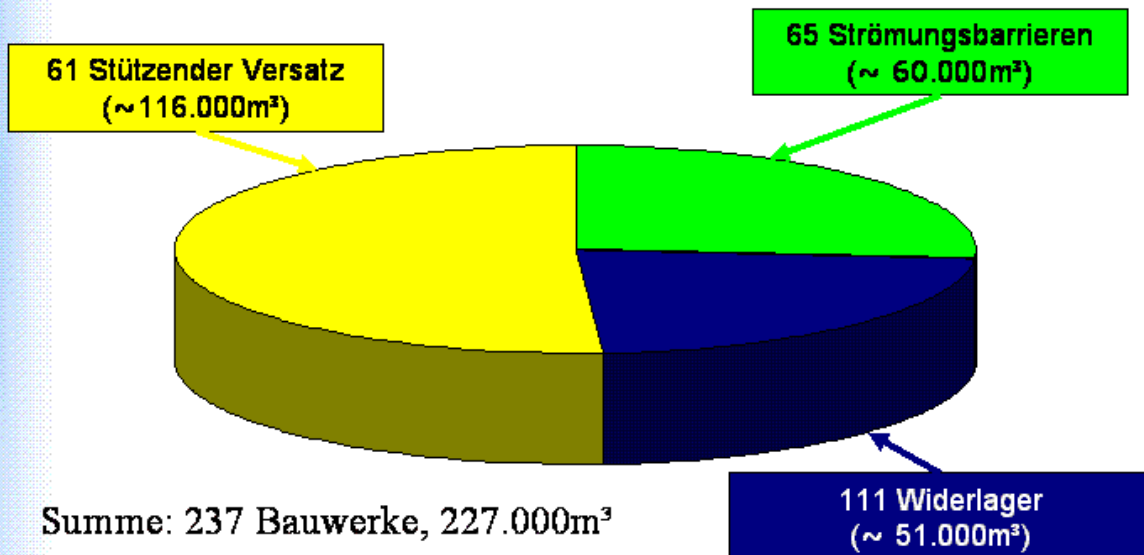
Hier sehen Sie ein Bauwerk während der Betonage: Auf dem linken Foto wird das Ausbreitungsverhalten des Sorelbetons messtechnisch erfasst. Es nivelliert sehr schön aus, der Winkel der sich ausbildet liegt unter zwei Grad, das ist ein sehr gutes Ergebnis. Sie sehen auf dem rechten Bild einen Streckenabschnitt, der etwa zur Hälfte verfüllt ist.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Ausblick – geplante Baustoffmassen -



18. Informationsveranstaltung der GSF, 23.11.2004

Dipl.-Ing. Matthias Heyden
Projektleiter Division Strömungsbarrieren

28

Nun ein Ausblick auf die Arbeiten, die in den nächsten Jahren anstehen. Wir müssen insgesamt 65 Strömungsbarrieren mit einem Gesamtvolumen von rund 60.000 m³ erstellen. Diese Strömungsbarrieren werden zwischen 111 massiven Widerlagern eingespannt, die ein Volumen von ca. 51.000 m³ aufweisen. Der größte Teil ist allerdings der stützende Versatz an den Flanken der Strömungsbarrieren. Der stützende Versatz nimmt ein Volumen von 116.000 m³ ein. Insgesamt sind 237 Bauwerke mit einem Gesamtvolumen von 227.000 m³ zu errichten.

Im Vergleich: Wenn Sie ein Fußballfeld von 120 m Länge und 60 m Breite über 30 m in die Höhe betonieren, entspricht das einem solchen Volumen.

Nun zu den Arbeiten, die aktuell anstehen.



SchachtanlageASSE

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die SchachtanlageASSE

Stand der Arbeiten im Baufeld I (775-m-S.)



18. Information zur Umsetzung der GEF 23.11.2001

Dipl.-Ing. Matthias Hoyer
Projektleiter des von Strömungsbarrieren

29

Sie sehen hier den Grundriss der 775-m-Sohle. Wenn Sie das Grubengebäude in seiner Länge von 775 m horizontal durchschneiden, ergibt sich ein solches Streckensystem. Ein Planquadrat hat eine Länge von 100 m x 100 m. Die grün dargestellten Bereiche sind die Kernbarrieren, die blau dargestellten Bereiche sind die Widerlager. Gelb dargestellt sind die Bereiche mit stützendem Versatz.

Ganz im Westen auf der 775-m-Sohle – auf der Abbildung schwarz umrandet – ist die Pilotbarriere. Sie diene zum Nachweis, dass wir solche Strömungsbarrieren erstellen können. Herr Kappei sagte es bereits, der Sonderbetriebsplan zum Bau der Strömungsbarrieren ist genehmigt. Wir haben die Auflage der Behörde, pro Barriere neun Einzelexpertisen zur Zustimmung vorzulegen. Diese ist für die erste Strömungsbarriere bereits erfolgt. Hier im Ostfeld der 775-m-Sohle laufen derzeit die vorbereitenden Arbeiten zum Bau dieser Barriere. Wir schneiden hier im Bereich des stützenden Versatzes und der Widerlager den Streckensaum nach. Außerdem wurden die Befüll- und Entlüftungsbohrungen bereits gestoßen. Natürlich sind vorab die Erkundungsarbeiten durchgeführt worden. Im Moment setzen wir hier im Bereich des stützenden Versatzes die erste Schalung. Parallel

dazu haben wir hier im Norden der 775-m-Sohle mit der Ausführungsplanung für die nächste Barriere begonnen. Auch hier sind die Standorterkundungen abgeschlossen.



Schachtanlage Asse

Strömungsbarrieren - ein wesentlicher Baustein des Schließungskonzeptes für die Schachtanlage Asse



Glück auf!

10. Information zur Veranstaltung des GEF 23.11.2001

Dipl.-Ing. Matthias Hoyer
Projektleiter Bau von Strömungsbarrieren

10

Ja, meine Damen und Herren, das war es von meiner Seite. Ich hoffe, ich bin meinem Ziel etwas näher gekommen, Ihnen eine Vorstellung der Strömungsbarrieren zu vermitteln und dass Sie darüber hinaus eine Vorstellung zur Planung und Bauwerkherstellung sowie über die in den nächsten Jahren auf der Schachtanlage Asse zu leistenden Arbeiten bekommen haben. Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit. Glückauf.