

DECKBLATT

	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 357	9K	33223	---	GHR	KR	0003	00

Titel der Unterlage:

Befüllversuche für Vollversatz

Seite:

I.

Stand:

05.04.1990

Ersteller:

Preussag AG Metall

Textnummer:

Stempelfeld:

PSP-Element TP 9K/212421

zu Plan-Kapitel: 3.2.5.6.1

Freigabe für Behörden

Freigabe 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

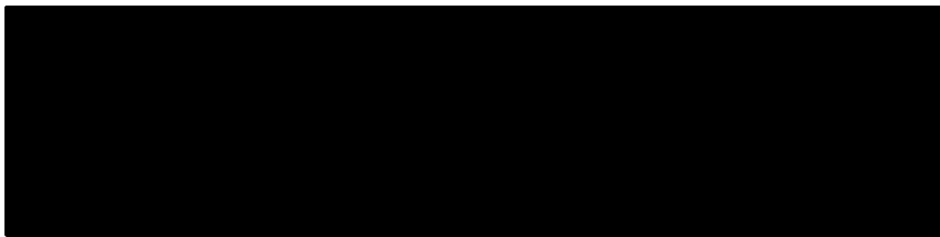
EU 357	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	33223	---	GHR	KR	0003	00

Titel der Unterlage: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Befüllversuche für Vollversatz</div>	Seite: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">II.</div>
Stand: <div style="text-align: right; margin-top: 5px;">05.04.1990</div>	

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.

P R E U S S A G A G M E T A L L



- BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ -



Bericht 'Vollversatz in Einlagerungskammern - Befüllversuche für Vollversatz - ' wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit der Zustimmung des BfS zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. zugänglich gemacht werden.

PM/BBB

Goslar, 05.04.1990

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

Vollversatz in Einlagerungskammern - Befüllversuche für
Vollversatz -

**Betonpumpe, Dickstoffförderung, Firstanschluß, Konsistenz,
Verfüllungsgrad, Zwickelhohlraumverfüllung**

Auf dem geplanten Endlagerbergwerk Konrad für radioaktiven Abfall soll für die einzulagernden Abfallgebinde ein den spezifischen Anforderungen angepaßter Vollversatz vom Typ des von der Preussag AG Metall entwickelten Pumpversatzes eingebracht werden. In zwei Laborphasen (Fördertechnik, Versatzeigenschaften), Berichte PM/BBB vom 26.07.1989 und vom 07.02.1990, wurde die grundsätzliche Machbarkeit hinsichtlich der Fördertechnik unter Verwendung von Konrad-Haufwerk untersucht und bestätigt. Die Untersuchungen der Versatzeigenschaften ergaben, daß der Versatz den Qualitätsanforderungen in allen Punkten genügt. In Technikumsversuchen wurden die fördertechnisch relevanten Ergebnisse der Untersuchungen aus Laborphase 1 in einer mit Drucksensoren und Durchflußmesser instrumentierten 100-m-Rohrschleife überprüft und bestätigt. Im Anschluß hieran wurden zwei Befüllversuche von oben und zur Kontrolle auch aufsteigend durchgeführt. Resthohlräume, die bei der Stapelung von Rundgebinden bzw. von Containern in einem Einschaltungsbauwerk entstehen, wurden mit Konrad-Versatzmaterial versetzt. Der Verfüllungsgrad des Einschaltungsbauwerks wurde nach Aushärten des Versatzes mit drei Schnitten durch das Bauwerk begutachtet. Es wurde eine vollständige Verfüllung aller Resthohlräume erreicht.

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

Inhalt	Seite
1. Einleitung	4
2. Versuchsaufbau	6
2.1 Misch-, Vorlage- und Fördereinrichtungen	6
2.2 Meßwerterfassung	7
2.3 Einschaltungsbauwerk	8
2.4 Gebindeeinlagerung	9
3. Versatzgutvorbereitung	10
4. Versuchsdurchführung	12
4.1 Mischungsherstellung	12
4.2 Befüllversuche	13
5. Versuchsauswertung	15
5.1 Befüllversuch 1 (Rundgebinde)	15
5.2 Befüllversuch 2 (Container)	17
6. Sägen des Einschaltungsbauwerkes und Begutachtung der Schnittflächen	19
7. Winterbaumaßnahmen	20
8. Zusammenfassung	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle	1	Naßsiegung Konrad-Erz
Tabelle	2	Naßsiegung Konrad-Nebengestein
Tabelle	3	Mischungszusammensetzung und Volumenbestimmung von Befüllversuch 1
Tabelle	4	Mischungszusammensetzung und Volumenbestimmung von Befüllversuch 2

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	1	Aufbau des Versuchsstandes für die Befüllversuche
Abbildung	2	Längsschnitt durch das mit Gebinden bestückte Einschaltungsbauwerk
Abbildung	3	Stapelmuster der Rundgebände
Abbildung	4	Stapelmuster der Container
Abbildung	5	Durchgangssieblinie der Naßsiegung von Konrad-Erz
Abbildung	6	Durchgangssieblinie der Naßsiegung von Konrad-Nebengestein

Anhangsverzeichnis

Anhang	1	Meßergebnisse
Anhang	2	Fotodokumentation

1. Einleitung

Das Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter (BfS), plant auf der Schachanlage Konrad die Errichtung eines Endlager-Bergwerks zur Einlagerung von radioaktiven Abfällen. Die in Containern und Rundbehältern unterschiedlicher Abmessungen verpackten Abfallprodukte sollen nicht rückholbar in streckenartigen Kammern eingelagert werden. Der Kammerquerschnitt wird bei einer Sohlenbreite von 7 m und einer Firsthöhe von 6 m etwa 40 m² betragen. Kammerlängen von bis zu 1000 m sind geplant.

Die einzulagernden Gebinde sollen vom Schacht über Einlagerungstransportstrecken und Kammerzufahrten mit Transportfahrzeugen angeliefert werden. Einlagerungsstapelfahrzeuge übernehmen den Transport zum Einlagerungsort in der Kammer und das Aufstapeln der Gebinde. Das Stapelmuster ist bei gegebener Kammergeometrie von den Gebindetypen abhängig und durch die Bauweise der Einlagerungsstapelfahrzeuge festgelegt. Das bestehende Einlagerungskonzept sieht vor, die durch die Stapeltechnik entstehenden Resthohlräume an der Firste und an den Stößen nach Beendigung einer Einlagerungskampagne mit Schleuderversatz als Teilversatz zu verfüllen. Die Kammerabschnitte sollen mit der Schleuderversatz-Technik auf eine Länge von maximal 9 m begrenzt werden.

Durch Innen- und Außenkorrosion an Abfallgebinden kann Wasserstoffgas entstehen und sich in den Resthohlräumen einer Einlagerungskammer anreichern. Bei Vorhandensein von Luftsauerstoff kann bei höheren Wasserstoff-Bildungsraten

ein zündfähiges Knallgasgemisch entstehen. Um diesem Gefährdungspotential für die während der Betriebsphase offenen Grubenräume entgegenzuwirken, wird ein basischer, korrosionshemmender Vollversatz in den Einlagerungskammern in Betracht gezogen. Durch ihn wird die Bildung des Wasserstoffgases verringert und die Ansammlung durch Resthohlraumreduzierung gering gehalten.

Die Preussag AG Metall wurde damit beauftragt, in einer Studie den von ihr auf der Grundlage der Dickstoffförderung entwickelten Pumpversatz an die spezifischen Erfordernisse des geplanten Endlagers Konrad anzupassen. Es wurden in Laboruntersuchungen geeignete Pumpversatzrezepturen entwickelt, die dann im Technikumsmaßstab in einer Rohrschleife auf ihre Fördereigenschaften hin untersucht wurden. Mit den in Technikumsversuchen modifizierten Pumpversatzrezepturen wurden zwei Befüllversuche durchgeführt, die Aufschluß über den Verfüllungsgrad bei Einlagerung von Rundgebinden bzw. Containern gaben. Hierzu wurden zunächst Rundgebinde in ein Einschalungsbauwerk gestapelt. Die Vorderfront des Einlagerungsraumes wurde abgedichtet und die Resthohlräume mit Versatzmaterial aus Konrad-Haufwerk vollversetzt. Nach Abbinden des Versatzes und Entfernen der Abdichtung wurde eine Stapelreihe Stahlblech-Container aufgestellt, die Abdichtung aufgebaut und der verbleibende Resthohlraum vollversetzt. Zur Begutachtung des Verfüllungsgrades wurde das Einschalungsbauwerk durch drei Schnitte geteilt und die Schnittflächen freigelegt.

2. Versuchsaufbau

Auf dem Erzbergwerk Rammelsberg der Preussag AG Metall wurde im stillgelegten Versatzsteinbruch "Schiefermühle" ein Versuchsstand aufgebaut, mit dem das Förderverhalten von Dickstoffgemischen im Technikumsmaßstab ermittelt und meßtechnisch aufgezeichnet werden kann (vergl. Bericht PM/BBB vom 11.01.1990 'Vollversatz in Einlagerungskammern -Technikumsversuche-'). Der Versuchsstand bestand aus Misch-, Vorlage und Fördereinrichtung. Die zum Versuchsstand gehörige Rohrleitungsschleife (95,28 m Stahlrohrleitung der Güte St37 mit der Rohrspezifikation 76,1 x 6,3 mit Anschweißbunden und Zentrifix-Kupplungen) war mit einem Durchflußmesser und zwei Druckmeßstellen versehen. Für die Befüllversuche wurde nicht die gesamte Rohrleitungsschleife eingesetzt, sondern ein ca. 28 m langes gerade vom Pumpenabgang zum Einschaltungsbauwerk abgehendes Leitungstück. Die Entfernung zwischen beiden Druckmeßdosen beträgt 23 m. Der Aufbau des Versuchsstandes ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

2.1 Misch-, Vorlage- und Fördereinrichtungen

Als Förderaggregat diente eine Doppelkolben-Dickstoffpumpe mit Vorlagebehälter. Als Mischer wurde ein Mörtelmischer eingesetzt, dessen Mischerinhalt durch Zugabe von Druckluft in die Mischkammer über einen angeschlossenen Förderschlauch zum Vorlagebehälter der Pumpe gefördert wurde.

Der Mischer war eine fahrbare Druckluft-Misch- und Förderanlage Typ MIXOKRET M241E der Firma Putzmeister mit 200 l Nutzvolumen, Elektroantrieb und eigenem Kompressor.

Als Förderpumpe wurde eine Putzmeister Betonpumpe BSA 1002D eingesetzt. Es handelte sich um eine dieselbetriebene Zweizylinderpumpe mit S-Rohr-Weiche. Das theoretische Hubvolumen eines Zylinders betrug 11 l. Die Pumpe erlaubte einen maximalen Versatzdruck von 70 bar, die Fördermenge war stufenlos bis 20 m³/h regelbar. Das Volumen des Einlauftrichters betrug 330 l.

2.2 Meßwerterfassung

Die Förderleitung war, wie in Abbildung 1 angegeben, mit Meßwertaufnehmern für Durchfluß- und Druckmessung bestückt. Die Meßwerte der drei kontinuierlich arbeitenden Meßwertgeber wurden einer digitalen Meßwertanzeige am Pumpenleitstand der Kolbenpumpe und der zentralen Meßwerterfassung im MSR-Container zugeleitet. Hier wurden die Signale fortlaufend von einem Linienschreiber aufgezeichnet. Parallel digitalisierte ein Rechner die Meßwerte mit 13.3 Hz je Kanal und speicherte sie. Für die Druckmessung wurden Meßsysteme der Firma Hottinger Baldwin Meßtechnik verwendet. Beide Meßstellen waren mit Absolutdruckaufnehmern der Druckstufe 20 bar bestückt, die werksseitig für diesen speziellen Anwendungszweck kalibriert wurden. Um Aussagen über den Füllstand im Einlagerungsraum und den damit verbundenen Druck auf die Abdichtungsblende machen zu können, wurden zwei Druckmeßstellen der Druckstufe 2 bar in die Abdichtungsblende installiert und deren Meßwerte ständig registriert. Der Durchfluß wurde mit einem induktiven Durchflußmeßgerät mit aufgebauten μ P-Meßumformer der Firma Fischer & Porter bestimmt. Das Gerät war zusätzlich mit einem Durchflußzähler ausgestattet, so daß das geförderte Gesamtvolumen

einfach zu ermitteln war. Um eine zusätzliche Kontrolle über das eingebrachte Volumen zu haben, wurde die Pumpe mit einem Hubzähler ausgestattet, über den bei bekanntem Förderzylindervolumen und Füllungsgrad das geförderte Versatzvolumen berechnet werden konnte.

2.3 Einschalungsbauwerk

Ziel der Befüllversuche war es, den Verfüllungsgrad der Einlagerungskammer unter Verwendung von Konrad-Versatzmaterial im Rahmen eines Ausschnitt-Versuches aufzuzeigen.

Zu diesem Zweck wurde ein Einschalungsbauwerk mit Rundgebunden und Containern bestückt und mit Vollversatz befüllt. Als Einschalungsbauwerk diente eine Rohgarage der Firma Fels, System Kesting, Typ IV, die in zwei Abschnitten mit Gebinden bestückt, abgedichtet und versetzt wurde. Die Rohgarage hatte eine Innenlänge von 5,77 m, eine Innenhöhe von 2,11 m und eine Innenbreite von 2,86 m.

Vor der Bestückung des Einschalungsbauwerkes mit Gebinden wurden mit Hilfe der Spritzmörtel-Technik First- und Stoßunregelmäßigkeiten nachgebildet. Die dabei auftretenden Verschmutzungen des Bodens simulierten die Sohlenunebenheiten der Einlagerungskammern im geplanten Endlager.

2.4 Gebindeeinlagerung

Nach der Vorbereitung des Einschalungsbauwerkes wurde der hintere Teil wie in Abbildung 2 dargestellt mit Rundgebinden bestückt. Es wurden zwei Stapelreihen von je vier Original-Rundgebinden vom Typ VBA (Durchmesser = 1.060 mm, Länge = 1.510 mm) nach dem Muster wie in Abbildung 3 dargestellt aufgestapelt. Ursprünglich wurden in den verbleibenden Zwickelresthohlräumen auf der Sohle mit verfestigtem Inertmaterial gefüllte Eternit-Rohre mit einem Außendurchmesser von 624 mm und einer Länge von 1.150 mm gelegt. Diese Rohre mußten jedoch auf Weisung des Bergamtes Goslar wieder entfernt werden, da das asbesthaltige Eternit nicht zerschnitten werden darf. Der Abstand zwischen der ersten Gebindereihe und der Rückwand des Einschalungsbauwerkes betrug 150 mm. Die zweite Gebindereihe wurde im Abstand von 100 mm vor der ersten errichtet. Das Rohr für die Befüllung wurde unter der Firste installiert und endete 100 mm vor der Rückwand. Zur Abdichtung des ersten zu befüllenden Abschnittes wurde 50 mm vor der zweiten Gebindestapelreihe eine Blende errichtet. Nach Versetzen des ersten Teilverschlags erfolgte die Bestückung des zweiten Abschnittes vom Einschalungsbauwerk mit Container-Simulaten. Der zweite Abschnitt sollte zunächst von unten mit aufsteigendem Versatz befüllt werden, dann sollte eine Trennfuge aus Zementmilch eingebracht werden und die Restverfüllung mit von oben eingebrachtem Versatz erfolgen. Dazu wurden vor dem Einlagern der Container zwei Versatzrohre in der Firste verlegt, wobei eines am Ende des Verschlages über einen 90°-Krümmer bis 100 mm über Sohlenniveau umgeleitet wurde.

Als Container-Simulat dienten Stahlblech-Stapelcontainer mit

einer Länge von 1.200 mm, einer Höhe von 600 mm und einer Tiefe von 1.000 mm. Die Container wurden vor dem Einlagern mit Inertmaterial befüllt und mit einem Stahlblech abgedeckt. Von den Containern wurde eine aus sechs Einzelcontainern bestehende Stapelreihe (zwei Container nebeneinander, drei übereinander) wie in Abbildung 4 schematisch dargestellt errichtet. Der vertikale Abstand zwischen den Container-Stapeln betrug 10 mm, der horizontale Abstand zur Trennwand 150 mm.

3. Versatzgutvorbereitung

Der Preussag AG Metall wurden von der Schachthanlage Konrad drei Chargen Erz und Nebengestein in zusammen 91 Fässern à 200 l bergfeucht angeliefert, wovon 68 Fässer mit Erz und 23 Fässer mit Nebengestein gefüllt waren. Das gesamte Konrad-Haufwerk wurde bei 40 mm abgeseibt und mit einem Walzenbrecher der Bauart Wedag mit einer Spaltweite von 10 mm zerkleinert. Dem Brecher war ein 5-mm-Trommelsieb nachgeschaltet, um die nach dem Brechen noch verbleibende Fraktion größer 5 mm, die für die anstehenden Versuche nicht eingesetzt wurde, abzutrennen. Der Siebdurchgang wurde wieder in 200-l-Fässer gefüllt und gewogen. Zur Restfeuchte-, Dichtebestimmung und Korngrößenanalyse wurden jeweils vom Erz und vom Nebengestein Sammelproben gezogen.

Die Restfeuchte des Ausgangsmaterials ist für die Mischungsberechnung von Bedeutung, da der für die Gesamtmischung aus fördertechnischer Notwendigkeit einzustellende Wassergehalt um diese Feuchte zu reduzieren ist.

Beim Erz ergab die Restfeuchtebestimmung von sieben Sammel-

proben des Materials unter 5 mm einen mittleren Wassergehalt von $3,1 \pm 0,3$ Gew.-%. Für das Nebengestein wurde eine mittlere Restfeuchte von $2,8 \pm 0,3$ Gew.-% ermittelt. Für die Mischungsberechnungen der einzelnen Mischerchargen wurde für Erz und Nebengestein einheitlich mit 3,0 Gew.-% Restfeuchte gerechnet.

Die Feststoffdichte des Konrad-Materials wurde über die Suspensionsdichte von Versatzmischungen bestimmt.

Von jeder Sammelprobe wurde eine Versatzmischung aus Konrad-Material und Hochofenzement mit einem Wassergehalt von 22.5 Gew.-% und einem Wasser-Zement-Wert (WZW) von 2 angesetzt. Bei einer Zementdichte von 3 g/cm^3 und einer Dichte des Anmachwassers von 1 g/cm^3 errechnete sich aus den jeweiligen Mischungsdichten eine mittlere Feststoffdichte bei Verwendung von Erz zu $3,12 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ und bei Nebengestein zu $2,87 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$.

Die Bestimmung des Kornspektrums für den Bereich größer $20 \mu\text{m}$ erfolgte für jede Sammelprobe durch Naßsiegung.

Die mittlere Korngrößenverteilung der Naßsiebungen der Sammelproben des Erzes und des Nebengesteins sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen. Die Durchgangssieblinien der Naßsiebungen sind in Abbildung 5 und 6 dargestellt.

Für das Erz ergab die Naßsiegung eine mittlere Korngröße von 0.98 mm und einen d_{50} -Wert von 0,43 mm. Die Kornverteilungen entsprechen den Ergebnissen aus den Technikumsuntersuchungen (vergl. Bericht PM/BBB 11.01.1990).

Für das Nebengestein ergab die Naßsiegung eine mittlere

Korngröße von 1,26 mm und einen d_{50} -Wert von 0,92 mm. Das für die Befüllung vorgesehene Material ist geringfügig grobkörniger als das bei den Technikumsversuchen verwendete.

4. Versuchsdurchführung

4.1 Mischungsherstellung

Zusammen mit dem in den Technikumsversuchen nicht verbrauchten Konrad-Haufwerk standen für die Befüllversuche insgesamt 102 Fässer (V=200l) mit gebrochenem und bei 5 mm klassierten Material zur Verfügung. Es handelte sich um 23 Fässer Nebengestein und 79 Fässer Erz, was bei einer Restfeuchte von 3 Gew.-% eine Trockenmasse von 5.775 kg Nebengestein und 21.439 kg Erz bedeutet. Für jede einzelne Mischercharge wurde anhand der Restfeuchte und des Gewichts des in 200-l-Fässern eingewogenen Konrad-Materials (zwischen 250 und 300 kg feucht) die für die Versatzmischung (Konrad-Haufwerk: 65,25 Gew.-%, Wasser: 22,16 Gew.-%, Bindemittel: 11,25 Gew.-%, Verzögerer: 0,34 Gew.-%) benötigte Wasser-, Verzögerer- und Zementmasse berechnet.

Wasser und Zement wurden auf einer 0 - 240 kg Balkenwaage eingewogen, der Verzögerer mittels 2-l-Meßbecher dosiert.

Als erste Komponenten wurden Anmachwasser und Verzögerer in den Mixokret-Mörtelmischer gegeben. Es folgte das Konrad-Material, das mit Hilfe einer Faßkippeinrichtung an einem Gabelstapler aus dem Faß in den Mischer gefüllt wurde.

Nach ca. 3 Minuten Mischzeit wurde die Fließfähigkeit jeder

Mischerfüllung mit einem Ausbreitmaßtisch nach DIN 1048 Teil 1 überprüft.

4.1 Befüllversuche

Vor Beginn des Befüllversuchs erfolgte am Hubzähler der Pumpe ein Reset, und die Leitung wurde mit Zementmilch bestehend aus 100 l Wasser und 200 kg Zement geschmiert. Danach wurden die Mischerchargen nacheinander in den Pumpenvorlagebehälter gefördert und von dort direkt durch die Rohrleitung in den zu verfüllenden Raum. Die Meßdatenaufnahme war im Förder- wie im Mischbetrieb aktiv. Der Befüllvorgang konnte bis zu einer Füllstandshöhe von ca. 1,20 m durch den offenen oberen Teil der Blende beobachtet werden. Nach Schließen des oberen Blendenteils war eine Füllstandskontrolle über die in der Blende eingebauten Druckmeßdosen möglich.

Der Befüllversuch 1 mußte, nachdem etwa 2/3 des Einlagerungsraumes verfüllt waren, unterbrochen werden, da sich die Seitenwände des Einschaltungsbauwerkes durch den auftretenden Versatzdruck verformten. Aus diesem Grunde wurde auch die Blende leicht undicht.

Die Weiterführung des Versuches erfolgte drei Tage später. Das eingebrachte Versatzmaterial war soweit abgebunden, daß keine nennenswerte plastische Verformung durch das Verfüllen des verbliebenen Hohlraumes zu erwarten war. Die Anlage wurde mit Zementmilch o.g. Zusammensetzung angefahren. Die Restverfüllung des Einlagerungsraum erfolgte bis zum Austritt von Versatzmischung aus den Undichtigkeiten zwischen Förderrohr und Firste.

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

Nach zwei Wochen Aushärtezeit des ersten Befüllabschnittes wurde die Blende entfernt und die Container-Simulate wie in 2.4 beschrieben vor der entstandenen Versatzwand gestapelt. Vor der Containerstapelreihe wurde die Blende in gleicher Weise wie bei den Rundgebinden wieder errichtet.

Das Versetzen des zweiten Einlagerungsraumes erfolgte in drei Phasen. Zunächst wurde etwa die Hälfte des Raumes durch die bis nahe über die Sohle reichende Rohrleitung von unten durch aufsteigenden Versatz verfüllt. Nach einem Tag Aushärtung wurde in der zweiten Phase eine Schicht aus Zementmilch (66,67 Gew.-% Bindemittel, 33,33 Gew.-% Wasser) eingebracht, um eine deutliche Trennung zwischen von unten eingebrachtem, aufsteigenden und von oben eingebrachtem Versatz zu erzeugen. In der dritten Phase des Befüllversuches wurde der verbleibende Hohlraum mit von oben durch die zweite Rohrleitung eingebrachten Versatz verfüllt bis das Versatzmaterial aus den Undichtigkeiten zwischen Firste und den beiden Förderrohren quoll.

Bei beiden Befüllversuchen wurde die Firstverfüllung ohne nennenswerte Druckaufgabe durchgeführt, um die Standfestigkeit der Blende nicht zu gefährden.

Zur Entleerung der Leitung am Versuchsende wurde sie hinter der Druckmeßstelle 2 (vergl. Abbildung 1) geöffnet und das Versatzgut aus der Rohrleitung (ca. 100 l) und aus dem Pumpenvorlagebehälter (zwischen 50 und 200 l) mit dem Reinigungswasser der Pumpe herausgefördert. Die vollständige Entleerung erfolgte nach Beendigung der Reinigungsarbeiten durch Schwammkugeln, die mittels Druckluft durch die Leitung gepreßt wurden.

5. Versuchsauswertung

Wie in Kapitel 3.2 beschrieben, wurden der Durchfluß, die Hubzahl, die Förderdrücke P1 und P2 sowie zwei Blendendrücke fortlaufend gemessen und registriert. Auf diese Weise konnte das eingebrachte Fördervolumen über den gemessenen Durchfluß und über die Hubzahl der Pumpe ermittelt werden. Die Kontrolle der Viskosität erfolgte über den Durchfluß und dem entsprechenden spezifischen Druckbedarf.

5.1 Befüllversuch 1 (Rundgebinde/VBA's)

Der Befüllversuch 1 wurde mit dem Verpumpen von 0,17 m³ Zementmilch begonnen. Es folgten 40 Fässer mit Konrad-Haufwerk, die zu 15,26 t Versatzmasse gemischt wurden, was bei einer mittleren Dichte von 2,10 t/m³ rechnerisch ein Volumen von 7,27 m³ ergibt. Für das Verpumpen dieser Masse waren 879 Pumpenhübe nötig, die bei einem Hubvolumen der Pumpe von 11 l und einem Füllungsgrad der Zylinder von etwa 80% zu einem verpumpten Volumen von 7,74 m³ führten. Die Auswertung der Meßergebnisse des Durchflußmessers ergaben ein durchgesetztes Versatzvolumen von 7,06 m³ (Anhang "Meßergebnisse"). Der Versuch wurde nach etwa zwei Drittel der Befüllung abgebrochen, da sich die Seitenwände des Einschalungsbauwerks auf Grund des Versatzdruckes verformten. Die Restbefüllung wurde nach drei Tagen Wartezeit wieder aufgenommen. Bis zur vollständigen Verfüllung des Resthohlraumes wurden weitere 0,17 m³ Zementmilch und 17 Fässer Haufwerk, die zu 6,43 t Versatz gemischt wurden, auf

die erste Schicht gepumpt. Bei einer Gemischdichte von $2,10 \text{ t/m}^3$ ergibt sich ein Versatzvolumen von $3,06 \text{ m}^3$. Für die Restverfüllung wurden 373 Pumpenhübe benötigt, was ein durchgesetztes Volumen von $3,28 \text{ m}^3$ bedeutet. Die Auswertung der Durchsatzmessung ergab ein Versatzvolumen von $3,70 \text{ m}^3$.

In der ersten und zweiten Befüllphase wurden insgesamt $10,67 \text{ m}^3$ Versatzmischung und Zementmilch hergestellt und mit 1252 Pumpenhüben verpumpt. Über das Zylindervolumen der Pumpe von 11 l und einem Füllungsgrad von etwa 80 % ergibt sich rechnerisch ein verpumptes Volumen von $11,02 \text{ m}^3$. Die Auswertung der Durchflußmessung (Anhang "Meßergebnisse") ergab einen Durchsatz von $10,78 \text{ m}^3$. Die gemittelten Werte der drei Volumenbestimmungen ergaben ein eingebrachtes Versatzvolumen $10,82 (1 \pm 1,35 \%) \text{ m}^3$. Die Maße des Einlagerungsraumes betragen $2,11 \cdot 2,86 \cdot 3,32 \text{ m}$, was einem Volumen von $20,04 \text{ m}^3$ entspricht. Das Volumen der acht Rundgebände errechnete sich zu $10,66 \text{ m}^3$, sodaß ein Resthohlraumvolumen von $9,38 \text{ m}^3$ zu verfüllen war. Durch Undichtigkeiten der Rundgebändedeckel sind $0,99 \text{ m}^3$ Versatz in die Gebände geflossen, so daß sich das Resthohlraumvolumen auf $10,37 \text{ m}^3$ erhöhte. Das Volumen der Förderrohrleitung von der Pumpe zum Einschaltungsbauwerk betrug etwa 100 l. Das sich hierin befindliche Versatzmaterial sowie das Restmaterial im Einlauftrichter der Pumpe von ebenfalls etwa 100 l muß bei jeder Teilbefüllung vom durchgesetzten Volumen abgezogen werden. Das gemittelte durchgesetzte Versatzvolumen verringert sich demnach um ca. 400 l auf $10,42 \text{ m}^3$, so daß sich ein Verfüllungsgrad von 100 % ergibt.

Der hydrostatische Druck auf die Abdichtungsblende (Meßstelle P3, Abbildung 2) betrug während des Befüllvorganges der ersten Teilbefüllung 30 mbar. Im Laufe des Abbinde-

vorganges zwischen erster und zweiter Teilbefüllung stieg der Druck in Folge Quellens der Versatzmischung auf 240 mbar. An der Meßstelle P4 (Abbildung 2) wurde ein Maximaldruck von 340 mbar am Ende der zweiten Teilbefüllung verzeichnet (Pumpendruck bei Firstanschluß).

Die Konsistenz der Mischungen betrug bei allen Chargen mehr als 99 cm Ausbreitmaß (=Diagonale des Ausbreitmaßtisches). Die Mischungen wurden mit Durchsatzraten von 1,0 bis 7,7 m³/h gefördert.

5.2 Befüllversuch 2 (Container)

Der Befüllversuch 2 wurde in drei Teilbefüllungen vorgenommen. Bei der ersten Teilbefüllung wurde der Versatz von unten aufsteigend eingebracht. Die zweite Teilbefüllung wurde mit von oben eingebrachter Zementmilch durchgeführt, um eine klar erkennbare Trennschicht zwischen erster und dritter Teilbefüllung herzustellen. Die vollständige Verfüllung erfolgte mit von oben eingebrachtem Versatz.

Für den ersten Teil des Befüllversuchs wurde die Förderleitung mit 0,17 m³ Zementmilch angefeuchtet. 12 Fässer Haufwerk wurden zu 2,29 m³ Versatzmischung (Dichte 2,06 t/m³) verarbeitet, die mit 215 Pumpenhüben von der Sohle aus aufsteigend in den Resthohlraum des Einschalungsbauwerkes gepumpt wurden (=1,89 m³ bei 11 l Zylindervolumen und 80 % Füllungsgrad). Die Durchsatzmessung ergab ein Volumen von 1,17 m³. Die starke Abweichung gegenüber der durch die Pumpenhübe berechneten Durchsatzmenge ist mit einem kurzzeitigen Ausfall des Durchflußmessers zu erklären. Für die Trennschicht wurden 0,67 m³ Zementmilch hergestellt und

eingebraucht. Die Bestimmung des eingebrachten Volumens über die Hubzahl der Pumpe (89) ergab $0,74 \text{ m}^3$ und die Auswertung der Durchflußmessung $0,86 \text{ m}^3$. Zur vollständigen Verfüllung wurden nochmals 20 Fässer Haufwerk zu $3,51 \text{ m}^3$ Versatzmaterial (Dichte $2,08 \text{ t/m}^3$) gemischt und in den Resthohlraum gepumpt. Hierzu waren 412 Pumpenhübe notwendig, woraus sich ein Volumen von $3,63 \text{ m}^3$ berechnet. Die Durchflußmessung ergab ebenfalls ein durchgesetztes Volumen von $3,63 \text{ m}^3$.

Insgesamt wurden $6,64 \text{ m}^3$ Versatzmischung und Zementmilch mit 711 Pumpenhüben in den Resthohlraum verpumpt. Die Berechnung des durchgesetzten Volumens über die Pumpenhübe ergibt $6,26 \text{ m}^3$, die Auswertung der Durchflußmessungen $5,66 \text{ m}^3$ (kurzzeitiger Geräteausfall). Gemittelt ergibt sich ein durchgesetztes Versatzvolumen von $6,19 \pm 0,4 \text{ m}^3$.

Die Maße des Einlagerungsraumes betragen $2,11 \cdot 2,86 \cdot 1,25 \text{ m}$, was ein Einlagerungsvolumen von $7,54 \text{ m}^3$ ergibt. Die eingelagerten Container nahmen ein Volumen von $4,32 \text{ m}^3$ in Anspruch. Das Resthohlraumvolumen betrug demnach $3,22 \text{ m}^3$. Unter der Annahme, daß die Container nur zu ungefähr 50 % mit Inertmaterial gefüllt waren, vergrößert sich das Resthohlraumvolumen um $2,16 \text{ m}^3$ auf $5,38 \text{ m}^3$. Für Material, daß in der Förderrohrleitung und im Einlauftrichter der Pumpe geblieben ist können ca. 800 l angesetzt werden. Der Verfüllungsgrad des mit Containergebinden bestückten Einlagerungsraumes ist demnach 100 %.

Die Druckmessung an der Blende ergab bei P3 (Abbildung 3) eine Druckerhöhung von 3 mbar durch den hydrostatischen Druck der Versatzmischung der ersten Teilbefüllung. Während der Abbindephase stieg der Druck an der Meßstelle P3 auf 390

mbar durch das Quellen des Versatzes. Druck während der Firstverfüllung der letzten Teilbefüllung wurde nicht aufgebracht. Die maximale Druckerhöhung an Meßstelle P4 betrug 1 mbar.

Die Konsistenz der Versatzmischungen lag bei Ausbreitmaßen von 99 cm (= Diagonale des Ausbreitmaßtisches). Die Mischungen wurden mit Durchsatzraten von 1 bis 7,8 m³/h gepumpt. Die Daten können im einzelnen dem Anhang "Meßergebnisse" entnommen werden.

6. Sägen des Einschalungsbauwerkes mit Begutachtung der Schnittflächen

Ergänzend zu den Aussagen über den Verfüllungsgrad der mit unterschiedlichen Gebindetypen bestückten Einschalungsbauwerke, die auf Basis von Meßdaten getroffen wurden, sollte der visuelle Eindruck diese Berechnungen bestätigen. Hierzu wurde das Einschalungsbauwerk durch drei vertikale Schnitte so getrennt, daß die Schnittfläche des ersten Schnittes den Blick auf die im Versatz eingebettete erste Stapelreihe Rundgebände freigibt, die des zweiten Schnittes auf die zweite Stapelreihe Rundgebände und die des dritten Schnittes auf die gestapelten Container. Die genaue Lage der Schnitte kann der Abbildung 2 entnommen werden.

Für die Schnitte wurde eine Seilsäge der Firma Korffmann eingesetzt, die mit einem 20-m diamantbesetzten Granit-Sägeseil für stahlarmierten Beton ausgerüstet war. Das Schneiden des verfüllten Einschalungsbauwerkes einschließlich Stahlbewehrung, Bewehrung der Rundgebände und Stahlcontainer war problemlos.

Nach Zerschneiden des vollversetzten Einschalungsbauwerkes wurden die Einzelelemente, die ein Gewicht zwischen 15 und 30 t hatten, mit Hilfe eines Raupenfahrzeugs auseinander geschoben, so daß die Schnittflächen freilagen. Durch die Begutachtung der freigelegten Schnittflächen konnte der sowohl meßtechnisch als auch rechnerisch ermittelte Verfüllungsgrad von 100 % bestätigt werden. Eine umfangreiche Fotodokumentation der Schnittflächen befindet sich im Anhang dieses Berichtes.

7. Winterbaumaßnahmen

Die Befüllversuche fanden im November und Dezember statt, das Auseinanderschneiden des Einschalungsbauwerkes im Januar, so daß ständig akute Frostgefahr bestand. Um Frostrisse des Versatzes zu vermeiden wurde ein mit einer Ölheizung ausgestattetes Winterbauzelt, das zusätzlich gegen Sturmschäden gesichert werden mußte, um das Einschalungsbauwerk gebaut. Um die Misch-, Pump- und MSR-Station in der Bergeschachtstrecke vor Frostschäden zu schützen, wurde das Stollenmundloch und der Siebraum nach außen hin mit einer Plastikplane abgedeckt. Der Raum wurde mit gasbetriebenen Heizlüftern geheizt. Die Maßnahmen sind mit Fotos im Anhang "Fotodokumentation" dokumentiert.

8. Zusammenfassung

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) plant auf der Schachtanlage Konrad die Errichtung eines Endlagerbergwerks für radioaktive Abfälle. Die Abfälle sollen in Gebinden mit unterschiedlichen Formen und Abmessungen in Einlagerungskammern eingelagert werden. Die bei der Einlagerung entstehenden Zwickelhohlräume zwischen den Gebinden sowie zwischen den Gebinden und dem umgebenden Gebirge sollen mit Vollversatz versetzt werden. Die Preussag AG Metall wurde aus diesem Grund von der BfS damit beauftragt, den von ihr auf der Grundlage der hydraulischen Dickstoffförderung entwickelten Pumpversatz an die spezifischen Erfordernisse des geplanten Endlager-Bergwerks Konrad anzupassen.

In einer Laborphase wurden Versatzrezepturen entwickelt, die den Anforderungen, die an einen Vollversatz auf Konrad zu stellen sind, gerecht werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Berichten PM/BBB vom 26.07.1989 und 05.10.1989 dokumentiert.

In einer auf die Laborphase folgenden Technikumsphase wurden die Pumpversatzmischungen im Förderbetrieb eingesetzt und optimiert. Dazu wurden die Mischungen in einer mit Druck- und Durchflußmeßeinrichtungen instrumentierten Rohrschleife gefördert. Die Ergebnisse der Technikumsuntersuchungen bestätigten grundsätzlich die im Labor entwickelten Rezepturen. Alle Versatzmischungen der Technikumsversuche ließen sich gut fördern. Im Hinblick auf die mit den Versatzmischungen sicherzustellende Resthohlraumverfüllung sind niedrig viskose Mischungen anzustreben. Diese sind bei geringem Nebengesteinsanteil und Wassergehalten von 22 bis 23 Gew.-% gewährleistet.

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

In weiteren Versuchen wurde das Versetzen von Einlagerungsräumen, die zum einen mit Rundgebunden, zum anderen mit Containern bestückt waren, getestet. Es zeigte sich, daß mit Versatzmischungen, deren Anteil an Konrad-Haufwerk 66,25 Gew.-%, Bindemittel 11,25 Gew.-% und Wasser incl. Verzögerer 22.5 Gew.-% beträgt, eine vollständige Verfüllung der Resthohlräume gewährleistet ist. Die Trennung des Einschaltungsbauwerkes nach dem Aushärten des Versatzes an drei Stellen und die Freilegung der Schnittflächen ermöglichte eine visuelle Begutachtung zur Bestätigung des Verfüllungsgrades.

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - VOLLVERSATZ IN EINLAGERUNGSKAMMERN

Probe	Konrad-Erz (Sammelprobe)	d25	0.10	mm
Datum	./14./23.11.1989	d50	0.43	mm
		d75	1.47	mm
		mittl. Kornd.	0.98	mm
		spez. Oberfl.	18.37	1/mm

Korndurchmesser [mm]	Kornverteilung [%]	Kummulierte Werte	
		Rückhalt [%]	Durchgang [%]
0.020	14.60	85.40	14.60
0.040	3.50	81.90	18.10
0.063	3.00	78.90	21.10
0.100	3.70	75.20	24.80
0.160	4.80	70.40	29.60
0.250	7.40	63.00	37.00
0.500	18.30	44.70	55.30
1.000	13.50	31.20	68.80
2.000	13.20	18.00	82.00
3.150	10.00	8.00	92.00
5.000	8.00	0.00	100.00

Tabelle 1 Naßsiegung Konrad-Erz

Probe	Konrad-Nebeng. (Sammelprobe)	d25	0.32	mm
Datum	08/09/10 1989	d50	0.92	mm
		d75	1.87	mm
		mittl. Kornd.	1.26	mm
		spez. Oberfl.	12.04	1/mm

Korndurchmesser [mm]	Kornverteilung [%]	Kummulierte Werte	
		Rückhalt [%]	Durchgang [%]
0.020	9.60	90.40	9.60
0.040	2.10	88.30	11.70
0.063	1.50	86.80	13.20
0.100	2.50	84.30	15.70
0.160	2.80	81.50	18.50
0.250	3.80	77.70	22.30
0.500	10.00	67.70	32.30
1.000	21.10	46.60	53.40
2.000	24.90	21.70	78.30
3.150	13.80	7.90	92.10
5.000	7.90	0.00	100.00

Tabelle 2 Naßsiegung Konrad-Nebengestein

MISCHUNGSZUSAMMENSETZUNG					
	Haufwerk	Bindem.	Verzög.	Wasser	
	66.25	11.25	0.34	21.16	[Gew.-%]
Erz	Nebengst.	Bindem.	Verzög.	Wasser	
3.12	2.87	3.00	1.14	1.00	[t/m ³]

B E F Ü L L V E R S U C H 1

	Erz [t]	Nebengst. [t]	Bindem. [t]	Verzög. [t]	Wasser [t]	Dichte [t/m ³]
Zementmilch Faß 4, 8-46	9.00	1.11	1.72	0.05	3.38	2.10
Zementmilch Faß 47 - 63	4.00	0.26	0.72	0.02	1.43	2.10
Summe	13.00	1.38	2.84	0.07	5.01	

V O L U M E N B E S T I M M U N G

	Volumen Mischung [m ³]	Pumpen- hübe* [-]	Hub- Volumen [m ³]	Volumen gemessen [m ³]
Zementmilch Faß 4, 8-46	0.17	879	7.74	7.08
Zementmilch Faß 47 - 63	0.17	373	3.28	3.70
Summe	10.67	1252	11.02	10.78

* Hubvolumen der Pumpe 11 l
 Füllungsgrad 80 %

Tabelle 3 Mischungszusammensetzung und Volumenbestimmung
 von Befüllversuch 1

MISCHUNGSZUSAMMENSETZUNG					
	Haufwerk	Bindem.	Verzög.	Wasser	
	66.25	11.25	0.34	21.16	[Gew.-%]
Erz	Nebengst.	Bindem.	Verzög.	Wasser	
3.12	2.87	3.00	1.14	1.00	[t/m ³]

B E F Ü L L V E R S U C H 2

	Erz [t]	Nebengst. [t]	Bindem. [t]	Verzög. [t]	Wasser [t]	Dichte [t/m ³]
Zementmilch			0.20		0.10	1.80
Faß 63 - 74	1.29	1.84	0.53	0.02	1.05	2.06
Trennschicht			0.80		0.40	1.80
Faß 75 - 86	3.47	1.38	0.82	0.02	1.62	2.08
Faß 89 - 96						
Summe	4.76	3.22	2.36	0.04	3.17	

V O L U M E N B E S T I M M U N G

	Volumen Mischung [m ³]	Pumpen- hübe [-]	Hub- Volumen [m ³]	Volumen gemessen [m ³]
Zementmilch	0.17			
Faß 63 - 74	2.29	215	1.89	1.17
Trennschicht	0.67	84	0.74	0.86
Faß 75 - 86	3.51	412	3.63	3.63
Faß 89 - 96				
Summe	6.64	711	6.26	5.66

* Hubvolumen der Pumpe 11 l
 Füllungsgrad 80 %

Tabelle 4 Mischungszusammensetzung und Volumenbestimmung
 von Befüllversuch 2

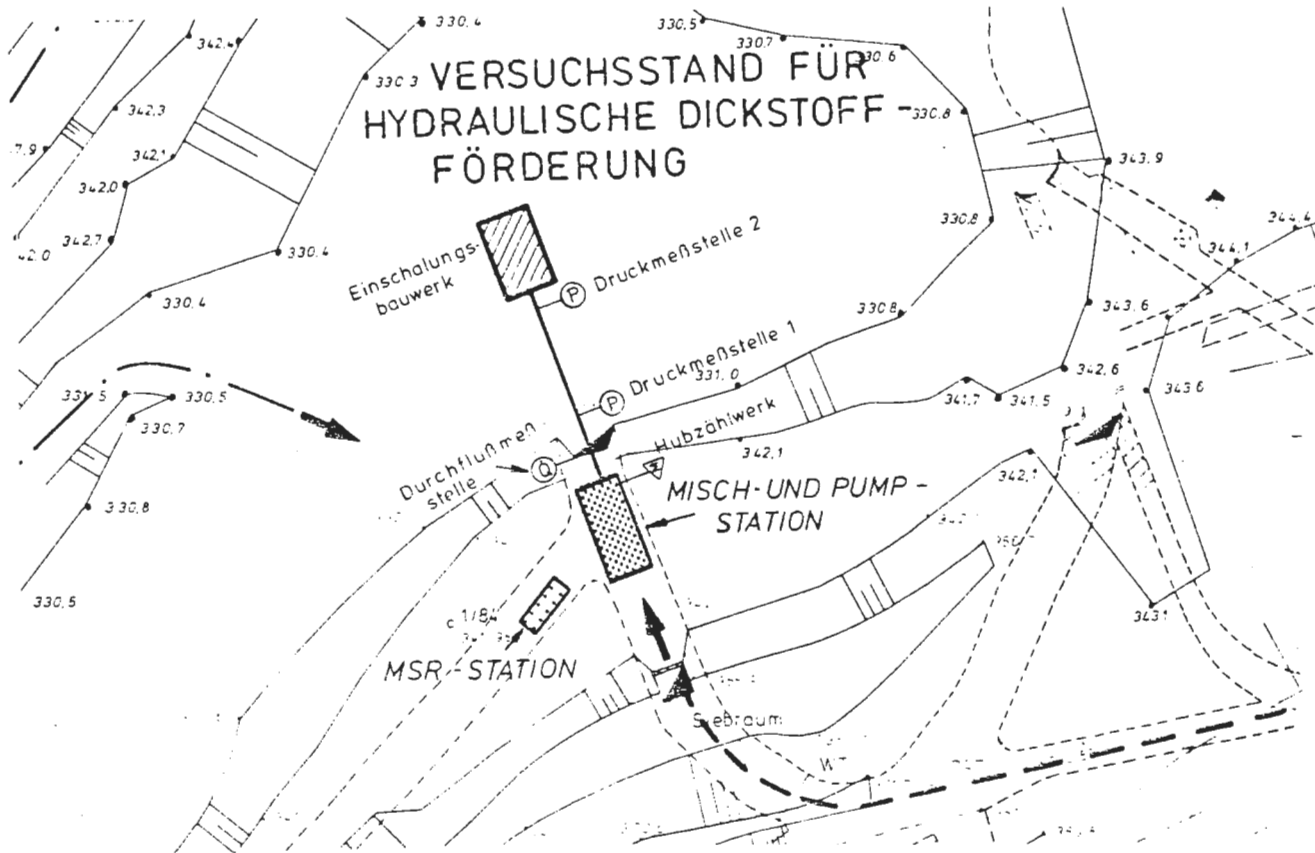


Abbildung 1 Aufbau des Versuchsstandes für die Befüllversuche

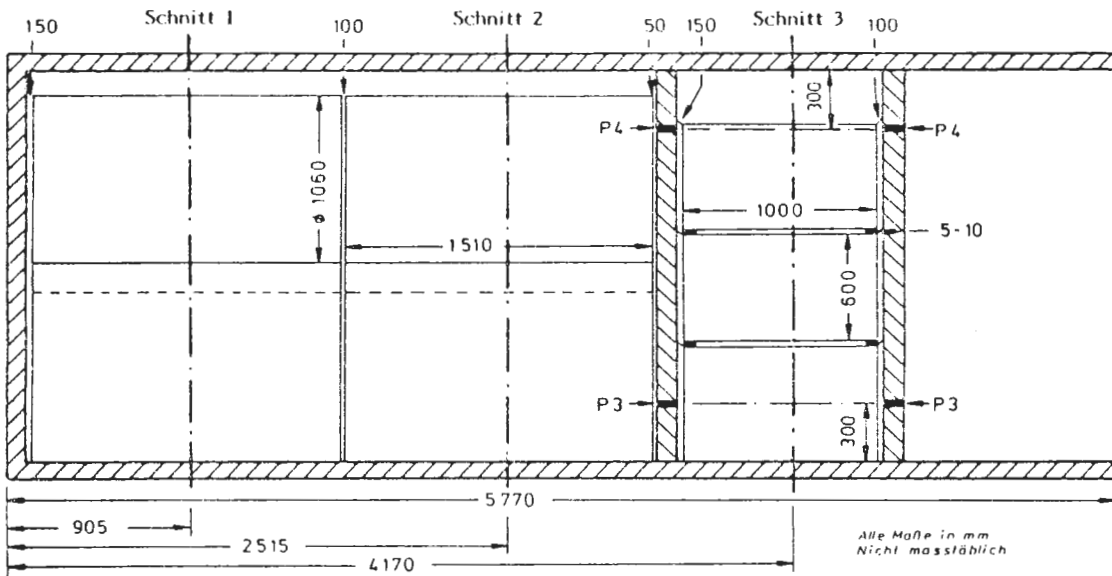


Abbildung 2 Längsschnitt durch das mit Gebinden bestückte
Einschalungsbauwerk

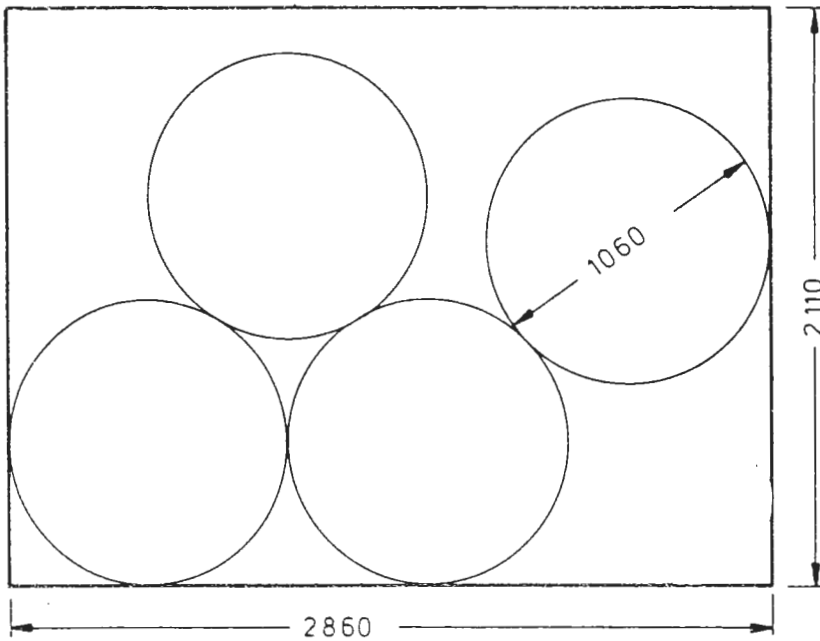


Abbildung 3 Stapelmuster der Rundgebände

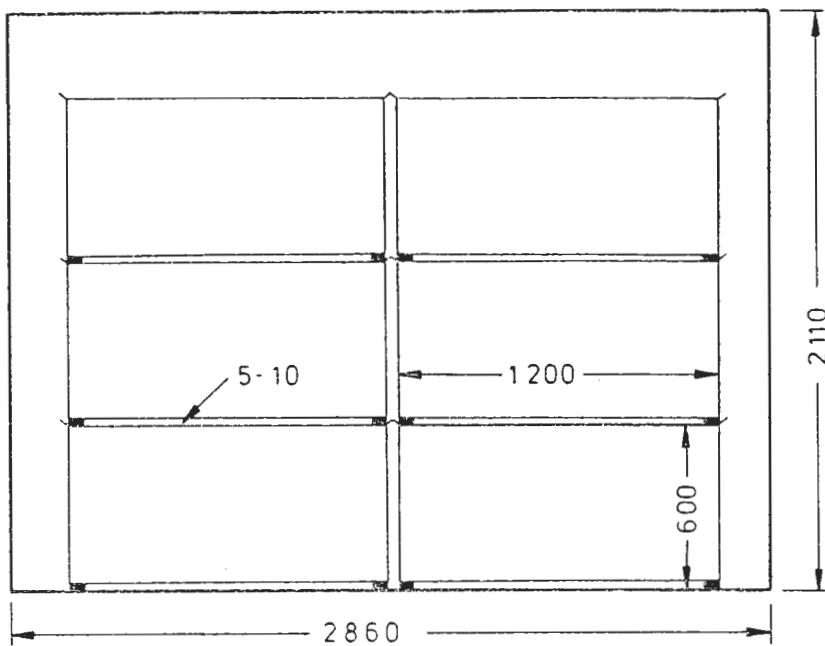


Abbildung 4 Stapelmuster der Container

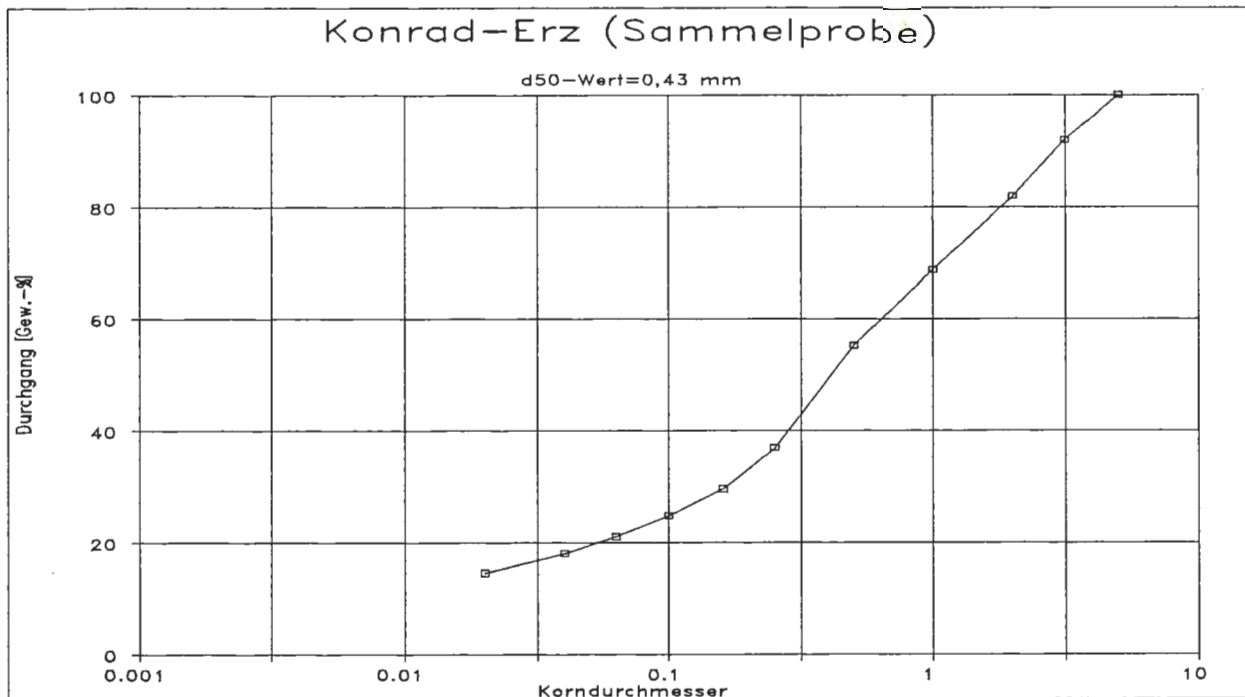


Abbildung 5 Durchgangssieblinie der Naßsiegung von Konrad-Erz

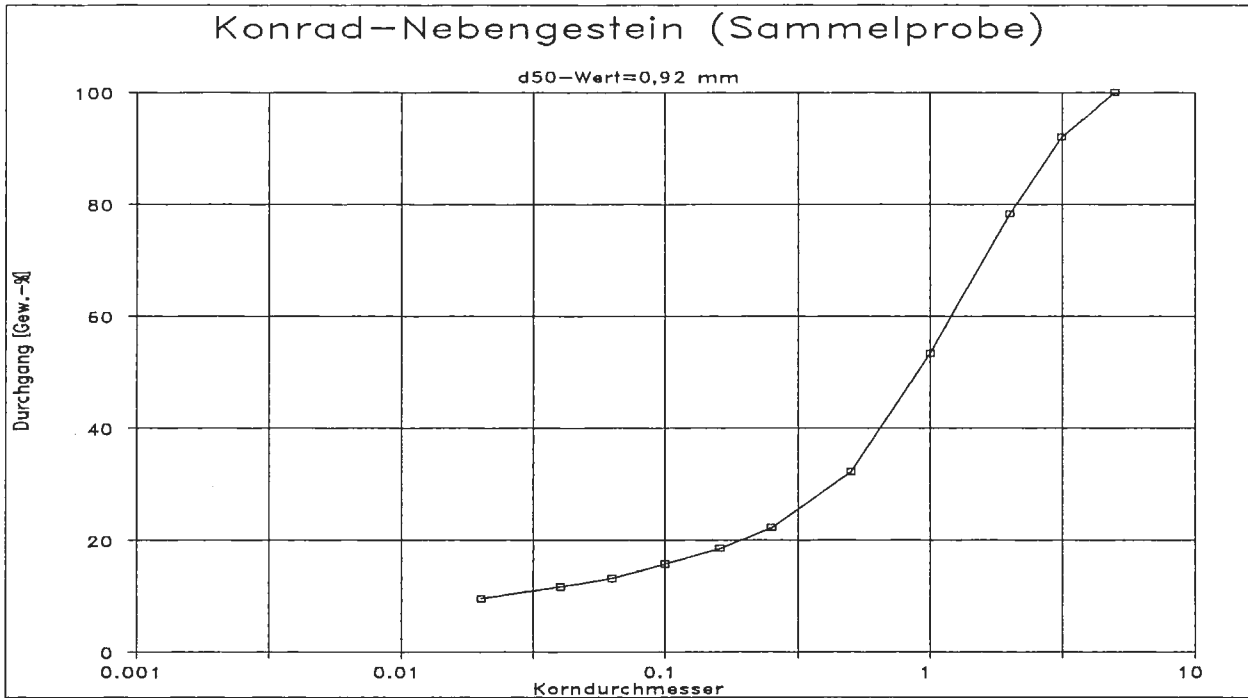


Abbildung 6 Durchgangssieblinie der Naßsiegung von Konrad-Nebengestein

M E S S E R G E B N I S S E

Versuch : 01/01 Datum: 4 Dec 1989 Datei: ADC_DATE01

Ergebnisse: AUSERG01

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 1 Teil 1 (von oben eingebrachter Versatz, VBA)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
[Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5
66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

Datei Zeit Durchfl Druck 1 Druck 2 spez.Druck dyn.Visk.
Nr. [-] [m³/h] [bar] [bar] [bar/100m] [Pa s]

2	07:56:23	6.61+- .10	-.02+-0.00	.11+-0.00	-.57+-0.00	-.12+- .03
5	08:04:30	2.43+- .15	.46+- .02	.46+- .01	0.00+- .02	0.00+-9.99
8	08:09:45	7.03+- .16	1.07+- .02	.64+- .01	1.86+- .02	.38+- .05
11	08:14:59	2.00+- .12	.56+- .01	.47+- .01	.42+- .01	.30+- .13
14	08:20:14	4.28+- .15	.69+- .03	.57+- .01	.55+- .03	.19+- .09
15	08:21:59	1.97+- .11	.27+- .02	.43+- .01	-.71+- .02	-.52+- .12
18	08:27:15	7.16+- .17	.86+- .02	.60+- .01	1.13+- .02	.23+- .05
21	08:32:29	5.02+- .21	.73+- .02	.55+- .01	.76+- .03	.22+- .10
24	08:37:44	4.40+- .19	1.09+- .03	.68+- .01	1.77+- .03	.58+- .10
25	08:39:29	1.28+- .11	.94+- .02	.66+- .01	1.21+- .02	1.35+- .20
27	08:42:59	6.44+- .24	1.59+- .03	.83+- .01	3.29+- .03	.73+- .08
29	08:46:29	3.08+- .18	1.20+- .03	.76+- .01	1.95+- .03	.91+- .13
30	08:48:14	2.35+- .15	.31+- .02	.42+- .01	-.50+- .02	-.30+- .15
32	08:51:45	6.46+- .20	.91+- .03	.61+- .01	1.32+- .03	.29+- .07
35	08:56:59	7.32+- .23	.75+- .03	.61+- .01	.62+- .03	.12+- .09
39	09:04:01	4.98+- .15	.65+- .02	.53+- .01	.53+- .02	.15+- .07
40	09:05:46	2.03+- .13	.33+- .02	.42+- .01	-.42+- .02	-.30+- .15
42	09:09:16	7.36+- .17	1.05+- .02	.64+- .01	1.78+- .02	.35+- .05
45	09:14:31	4.30+- .18	.76+- .02	.58+- .01	.77+- .02	.26+- .10
46	09:16:17	2.19+- .13	.27+- .02	.44+- .01	-.74+- .02	-.49+- .14
48	09:19:47	4.84+- .24	.53+- .04	.53+- .01	-.01+- .04	-0.00+-5.57
49	09:21:31	1.66+- .15	.17+- .01	.39+- .01	-.97+- .01	-.84+- .20
51	09:25:01	5.15+- .21	1.00+- .03	.58+- .01	1.85+- .03	.51+- .09
54	09:30:16	5.18+- .20	1.36+- .03	.73+- .01	2.73+- .03	.76+- .08
55	09:32:01	1.05+- .12	1.32+- .01	.72+-0.00	2.61+- .01	3.56+- .25
58	09:37:16	7.71+- .24	2.16+- .03	.96+- .01	5.19+- .03	.97+- .07

Versuch : 01/01 Datum: 4 Dec 1989 Datei: ADC_DATE01

Ergebnisse: AUSERG01

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 1 Teil 1 (von oben eingebrachter Versatz, VBA)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
[Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5
66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

Datei Zeit Durchfl Druck 1 Druck 2 spez.Druck dyn.Visk.
Nr. [-] [m³/h] [bar] [bar] [bar/100m] [Pa s]

59	09:39:01	1.35+- .04	1.21+-0.00	.70+-0.00	2.25+-0.00	2.39+- .07
60	09:40:46	1.10+- .03	1.24+-0.00	.70+-0.00	2.32+-0.00	3.02+- .06
61	09:42:32	5.76+- .22	1.72+- .02	.85+- .01	3.78+- .02	.94+- .08
63	09:46:02	2.41+- .17	.89+- .02	.68+- .01	.92+- .02	.55+- .16
64	09:47:47	3.72+- .14	.71+- .02	.63+- .01	.35+- .02	.14+- .10
67	09:53:01	2.16+- .13	.56+- .02	.58+-0.00	-.09+- .02	-.06+- .23
68	09:54:46	5.09+- .11	1.14+- .01	.71+-0.00	1.88+- .01	.53+- .05
71	10:00:01	4.86+- .15	1.14+- .02	.67+-0.00	2.02+- .02	.60+- .07
72	10:01:46	1.09+- .10	.86+- .01	.61+-0.00	1.10+- .01	1.44+- .21
74	10:05:16	1.47+- .13	.80+- .01	.60+-0.00	.87+- .01	.85+- .20
75	10:07:01	6.22+- .20	.67+- .03	.56+- .01	.48+- .03	.11+- .09
79	10:14:01	6.94+- .17	.82+- .02	.59+- .01	1.01+- .02	.21+- .06
83	10:21:01	6.57+- .19	.63+- .02	.56+- .01	.28+- .02	.06+- .11
85	10:24:31	2.96+- .19	.23+- .02	.46+-0.00	-.98+- .02	-.48+- .15
86	10:26:16	3.48+- .23	.31+- .02	.50+- .01	-.81+- .02	-.33+- .15
89	10:31:31	6.33+- .22	.62+- .03	.54+- .01	.35+- .03	.08+- .11
92	10:36:46	6.48+- .19	.80+- .03	.61+- .01	.84+- .03	.19+- .07
95	10:42:01	4.25+- .10	.84+- .02	.59+- .01	1.06+- .02	.36+- .06
96	10:43:46	2.61+- .09	.90+- .02	.56+- .01	1.50+- .02	.83+- .08
98	10:47:16	3.44+- .20	.86+- .02	.59+- .01	1.19+- .03	.50+- .13
99	10:49:01	2.83+- .18	.39+- .03	.45+- .01	-.27+- .03	-.14+- .17
102	10:54:15	5.61+- .19	.93+- .03	.62+- .01	1.36+- .03	.35+- .08
105	10:59:30	2.43+- .18	.43+- .02	.51+- .01	-.38+- .02	-.23+- .17
106	11:01:16	3.33+- .14	.59+- .02	.51+- .01	.34+- .02	.15+- .11
110	11:08:17	1.51+- .13	.44+- .02	.48+- .01	-.18+- .02	-.17+- .22
111	11:10:02	4.71+- .16	1.01+- .02	.60+- .01	1.78+- .02	.54+- .08

Versuch : 01/01 Datum: 4 Dec 1989 Datei: ADC_DATE01

Ergebnisse: AUSERG01

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 1 Teil 1 (von oben eingebrachter Versatz, VBA)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1	Komp.2	Komp.3	Komp.4	Bindem.	Zusatz.	Wasser
[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]
Haufwerk				HOZ 35L	VZ 5	
66.25	0.00	0.00	0.00	11.25	.34	22.16

Datei	Zeit	Durchfl	Druck 1	Druck 2	spez.Druck	dyn.Visk.
Nr.	[-]	[m ³ /h]	[bar]	[bar]	[bar/100m]	[Pa s]
114	11:15:17	6.10+- .18	1.18+- .02	.66+- .01	2.23+- .02	.53+- .06
126	11:36:17	6.31+- .19	1.16+- .03	.71+- .01	1.96+- .03	.45+- .07
129	11:41:32	5.92+- .22	1.11+- .02	.71+- .01	1.77+- .03	.43+- .08
131	11:45:02	4.52+- .16	1.00+- .02	.67+- .01	1.44+- .02	.46+- .08
132	11:46:47	1.38+- .13	.14+- .02	.39+-0.00	-1.08+- .02	-1.13+- .21
135	11:52:02	6.10+- .20	.87+- .03	.61+- .01	1.15+- .03	.27+- .08
138	11:57:17	2.03+- .14	.28+- .02	.47+- .01	-.79+- .02	-.56+- .16
139	11:59:02	3.95+- .18	.65+- .03	.50+- .01	.68+- .03	.25+- .11

Versuch : 01/01 Datum: 4 Dec 1989 Datei: ADC_DATE01

Ergebnisse: AUSERG01

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 1 Teil 2 (von oben eingebrachter Versatz, VBA)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
 [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5
 66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

146	07:28:01	2.80+-	.12	.14+-0.00	.31+-0.00	-.73+-	.01	-.38+-	.10		
148	07:31:31	1.05+-	.07	.35+-0.00	.46+-0.00	-.47+-0.00		-.65+-	.16		
149	07:33:16	6.09+-	.11	.66+-	.01	.57+-0.00	.39+-	.01	.09+-	.05	
152	07:38:32	2.12+-	.12	.29+-	.01	.51+-0.00	-.93+-	.01	-.63+-	.13	
153	07:40:16	4.08+-	.12	.67+-	.02	.56+-	.01	.49+-	.02	.17+-	.08
156	07:45:31	2.63+-	.12	.56+-	.02	.52+-	.01	.15+-	.02	.08+-	.16
158	07:49:01	2.60+-	.13	.50+-	.02	.54+-	.01	-.16+-	.02	-.09+-	.16
159	07:50:46	1.77+-	.12	.35+-	.02	.47+-	.01	-.49+-	.02	-.40+-	.15
161	07:54:16	4.28+-	.17	.85+-	.02	.64+-	.01	.88+-	.02	.29+-	.09
162	07:56:01	2.07+-	.12	.24+-	.02	.42+-	.01	-.79+-	.02	-.55+-	.13
164	07:59:31	3.26+-	.15	.57+-	.03	.57+-	.01	-.02+-	.03	-.01+-	1.51
165	08:01:16	3.61+-	.13	.77+-	.02	.56+-	.01	.92+-	.02	.37+-	.08
168	08:06:32	5.57+-	.16	.99+-	.02	.66+-	.01	1.46+-	.02	.38+-	.06
169	08:08:17	1.35+-	.11	.45+-	.02	.50+-0.00		-.24+-	.02	-.26+-	.20
171	08:11:47	5.18+-	.15	1.15+-	.02	.69+-	.01	1.98+-	.02	.55+-	.07
172	08:13:32	1.46+-	.11	.47+-	.02	.56+-0.00		-.36+-	.02	-.36+-	.18
176	08:20:32	4.22+-	.15	.86+-	.03	.66+-	.01	.86+-	.03	.29+-	.09
177	08:22:17	2.71+-	.12	.53+-	.02	.51+-	.01	.08+-	.03	.04+-	.33

Versuch : 01/01 Datum: 7 Dec 1989 Datei: ADC_DATE01

Ergebnisse: AUSERG01

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 1 Teil 2 (von oben eingebrachter Versatz, VBA)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1	Komp.2	Komp.3	Komp.4	Bindem.	Zusatz.	Wasser
[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]

Haufwerk				HOZ 35L	VZ 5	
66.25	0.00	0.00	0.00	11.25	.34	22.16

Datei	Zeit	Durchfl	Druck 1	Druck 2	spez.Druck	dyn.Visk.
Nr.	[-]	[m ³ /h]	[bar]	[bar]	[bar/100m]	[Pa s]

180	08:27:32	5.56+- .07	1.43+- .01	.80+-0.00	2.74+- .01	.71+- .03
183	08:32:48	6.29+- .17	1.17+- .02	.71+- .01	1.97+- .03	.45+- .06
186	08:38:02	2.13+- .10	.47+- .02	.55+- .01	-.36+- .02	
187	08:39:47	4.22+- .13	.70+- .02	.59+- .01	.50+- .02	.17+- .08
190	08:45:02	4.73+- .04	1.16+- .01	.73+-0.00	1.87+- .01	.57+- .02
191	08:46:47	1.24+- .06	.53+- .01	.54+-0.00	-.07+- .01	-.09+- .20
193	08:50:17	5.51+- .14	1.05+- .02	.69+-0.00	1.55+- .02	.41+- .06
194	08:52:02	1.06+- .11	.28+- .01	.43+-0.00	-.65+- .02	-.88+- .22
198	08:59:03	2.21+- .03	1.20+-0.00	.74+-0.00	1.98+-0.00	1.29+- .03
199	09:00:48	3.49+- .05	1.15+- .01	.73+-0.00	1.83+- .01	.75+- .03
200	09:02:33	1.42+- .05	.81+- .01	.60+-0.00	.92+- .01	.93+- .07
201	09:04:18	3.40+- .04	1.14+-0.00	.72+-0.00	1.82+- .01	.77+- .03
202	09:06:03	1.55+- .06	.82+- .01	.59+-0.00	1.03+- .01	.96+- .08
204	09:09:34	6.38+- .20	1.09+- .02	.69+- .01	1.73+- .02	.39+- .07
207	09:14:49	4.30+- .12	.80+- .02	.63+- .01	.74+- .02	.25+- .07
208	09:16:34	1.94+- .11	.63+- .02	.53+- .01	.41+- .02	.30+- .14
210	09:20:04	2.52+- .10	.81+- .02	.62+- .01	.81+- .02	.46+- .09
211	09:21:50	3.82+- .12	1.13+- .02	.74+- .01	1.69+- .02	.64+- .07
213	09:25:20	6.34+- .15	1.30+- .02	.79+- .01	2.19+- .02	.50+- .05
216	09:30:34	4.32+- .15	.88+- .03	.64+- .01	1.02+- .03	.34+- .08
219	09:35:49	1.28+- .09	.46+- .02	.49+- .01	-.14+- .02	-.16+- .20
222	09:41:04	1.85+- .09	.70+- .02	.56+- .01	.61+- .02	.47+- .11

Versuch : 02/1 Datum: 13 Dec 1989 Datei: ADC_DATE03

Ergebnisse: AUSERG03

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 2 Teil 1 (von unten eingebracht, aufsteigender Versatz)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
[Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5

66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

Datei Zeit Durchfl Druck 1 Druck 2 spez.Druck dyn.Visk.
Nr. [-] [m³/h] [bar] [bar] [bar/100m] [Pa s]

24	08:17:48	7.79+- .18	1.09+- .02	.37+- .01	3.14+- .02	.58+- .05
38	09:53:03	4.64+- .23	1.52+- .02	.46+-0.00	4.59+- .02	1.42+- .11
42	10:00:02	2.71+- .16	1.69+- .02	.63+- .01	4.60+- .02	2.44+- .13
43	10:01:47	6.09+- .14	1.78+- .01	.61+- .01	5.07+- .01	1.20+- .05
51	10:15:47	3.29+- .13	.96+- .02	.31+- .01	2.84+- .02	1.24+- .09
57	10:26:17	1.49+- .11	.75+- .02	.29+-0.00	1.98+- .02	1.91+- .17
58	10:28:02	7.27+- .12	1.10+- .02	.39+- .01	3.11+- .02	.62+- .04
63	10:36:48	1.45+- .03	.73+- .01	.32+-0.00	1.80+- .01	1.79+- .04
64	10:38:33	3.34+- .12	1.03+- .01	.39+-0.00	2.77+- .01	1.19+- .08

Versuch : 02/1 Datum: 13 Dec 1989 Datei: ADC_DATE03

Ergebnisse: AUSERG03

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 2 Teil 2 (Trennschicht aus Zementmilch)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
[Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5
66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

66	07:20:31	8.23+-	.01	.10+-0.00	.07+-0.00	.14+-0.00	.03+-0.00
67	07:21:01	8.43+-	.01	.10+-0.00	.07+-0.00	.16+-0.00	.03+-0.00
68	07:21:31	7.81+-	.01	.10+-0.00	.06+-0.00	.17+-0.00	.03+-0.00
69	07:22:01	8.71+-	.01	.10+-0.00	.06+-0.00	.18+-0.00	.03+-0.00
70	07:22:31	4.80+-	.13	.11+-0.00	.06+-0.00	.21+-0.00	.06+- .06
71	07:23:01	1.45+-	.06	.27+-0.00	.17+-0.00	.43+- .01	.42+- .10
72	07:23:31	1.30+-	.06	.40+-0.00	.35+-0.00	.20+-0.00	.22+- .10
90	07:32:31	2.33+-	.01	.47+-0.00	.35+-0.00	.53+-0.00	.33+- .01
91	07:33:02	2.10+-	.02	.50+-0.00	.35+-0.00	.64+-0.00	.44+- .02
92	07:33:32	2.14+-	.02	.54+-0.00	.35+-0.00	.84+-0.00	.56+- .02
93	07:34:01	1.97+-	.02	.59+-0.00	.35+-0.00	1.02+-0.00	.75+- .02
94	07:34:31	1.94+-	.02	.64+-0.00	.37+-0.00	1.16+-0.00	.86+- .02
95	07:35:01	1.69+-	.02	.67+-0.00	.39+-0.00	1.22+-0.00	1.04+- .02
96	07:35:31	1.77+-	.02	.70+-0.00	.40+-0.00	1.31+-0.00	1.07+- .03
97	07:36:01	1.59+-	.02	.72+-0.00	.41+-0.00	1.34+-0.00	1.21+- .02
98	07:36:31	1.76+-	.02	.74+-0.00	.42+-0.00	1.43+-0.00	1.16+- .02
109	07:42:02	5.81+-	.04	.96+-0.00	.46+-0.00	2.16+-0.00	.53+- .01
110	07:42:31	5.43+-	.02	1.02+-0.00	.48+-0.00	2.34+-0.00	.62+- .01
111	07:43:01	5.12+-	.03	1.06+- .01	.49+-0.00	2.45+- .01	.69+- .01
112	07:43:31	5.07+-	.03	1.09+-0.00	.51+-0.00	2.55+-0.00	.72+- .01

Versuch : 02/1 Datum: 14 Dec 1989 Datei: ADC_DATE03

Ergebnisse: AUSERG03

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 2 Teil 2 (Trennschicht aus Zementmilch)

F Ö R D E R M E D I U M :

 Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
 [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

 Haufwerk HOZ 35L VZ 5

66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

 Datei Zeit Durchfl Druck 1 Druck 2 spez.Druck dyn.Visk.
 Nr. [-] [m^3/h] [bar] [bar] [bar/100m] [Pa s]

 133 07:54:02 4.16+- .02 1.01+-0.00 .49+-0.00 2.29+-0.00 .79+- .01
 135 07:55:02 1.21+- .03 .78+- .01 .43+-0.00 1.54+- .01 1.84+- .06
 136 07:55:33 2.26+- .01 1.05+-0.00 .46+-0.00 2.53+-0.00 1.61+- .01
 137 07:56:03 2.48+- .01 1.21+-0.00 .47+-0.00 3.22+-0.00 1.87+- .01
 138 07:56:33 2.16+- .01 1.36+-0.00 .48+-0.00 3.84+-0.00 2.55+- .01
 139 07:57:02 2.08+- .01 1.53+- .01 .51+-0.00 4.46+- .01 3.08+- .01
 140 07:57:32 2.29+- .02 1.74+- .01 .55+-0.00 5.13+- .01 3.23+- .02
 141 07:58:02 2.42+- .02 1.92+- .01 .61+-0.00 5.68+- .01 3.38+- .02
 142 07:58:32 2.48+- .02 2.07+- .01 .67+-0.00 6.09+- .01 3.53+- .02
 143 07:59:02 1.47+- .03 1.75+- .02 .63+-0.00 4.90+- .02 4.81+- .05

Versuch : 02/3 Datum: 14 Dec 1989 Datei: ADC_DATE04

Ergebnisse: AUSERG04

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 2 Teil 3 (von oben eingebrachter Versatz)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
[Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

Haufwerk HOZ 35L VZ 5
66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16

Datei Zeit Durchfl Druck 1 Druck 2 spez.Druck dyn.Visk.
Nr. [-] [m³/h] [bar] [bar] [bar/100m] [Pa s]

139	07:57:02	2.08+- .01	1.53+- .01	.51+-0.00	4.46+- .01	3.08+- .01
140	07:57:32	2.29+- .02	1.74+- .01	.55+-0.00	5.13+- .01	3.23+- .02
141	07:58:02	2.42+- .02	1.92+- .01	.61+-0.00	5.68+- .01	3.38+- .02
142	07:58:32	2.48+- .02	2.07+- .01	.67+-0.00	6.09+- .01	3.53+- .02
143	07:59:02	1.47+- .03	1.75+- .02	.63+-0.00	4.90+- .02	4.81+- .05
145	08:00:02	2.07+- .08	1.19+- .04	.55+- .01	2.79+- .04	1.94+- .09
149	07:39:04	6.18+- .17	.56+- .02	.26+-0.00	1.29+- .02	.30+- .06
152	07:44:19	1.05+- .08	.30+- .01	.24+-0.00	.26+- .01	.35+- .19
153	07:46:04	5.10+- .15	.82+- .02	.34+- .01	2.07+- .02	.58+- .07
156	07:51:19	2.24+- .12	.70+- .02	.27+- .01	1.83+- .02	1.18+- .12
157	07:53:04	3.56+- .12	.95+- .02	.37+- .01	2.52+- .02	1.02+- .07
161	08:00:04	6.89+- .10	1.57+- .01	.53+-0.00	4.50+- .01	.94+- .03
164	08:05:18	2.53+- .12	1.03+- .02	.40+-0.00	2.74+- .02	1.55+- .10
165	08:07:03	3.60+- .12	1.12+- .01	.42+-0.00	3.01+- .02	1.20+- .07
174	10:02:02	5.37+- .26	.68+- .02	.24+- .01	1.89+- .03	.51+- .11
178	10:09:02	5.17+- .06	1.18+- .01	.45+-0.00	3.19+- .01	.89+- .03
181	10:14:18	4.58+- .09	1.13+- .01	.42+-0.00	3.09+- .01	.97+- .04
186	10:23:02	1.80+- .07	.84+- .01	.39+-0.00	1.95+- .01	1.56+- .08
187	10:24:47	5.97+- .15	1.54+- .01	.48+-0.00	4.64+- .01	1.12+- .05
189	10:28:17	1.70+- .09	1.18+- .02	.54+-0.00	2.78+- .02	2.35+- .12
190	10:30:02	5.63+- .13	1.62+- .02	.57+-0.00	4.56+- .02	1.16+- .05
193	10:35:17	5.88+- .16	1.28+- .02	.52+-0.00	3.34+- .02	.82+- .06
194	10:37:02	1.41+- .11	.47+- .01	.30+-0.00	.74+- .01	.75+- .17
196	10:40:33	2.39+- .11	.74+- .01	.38+-0.00	1.56+- .01	.94+- .10
197	10:42:18	3.64+- .10	.94+- .01	.38+-0.00	2.41+- .01	.95+- .06
200	10:47:32	4.21+- .05	1.10+- .01	.42+-0.00	2.97+- .01	1.01+- .03

Versuch : 02/3 Datum: 18 Dec 1989 Datei: ADC_DATE04

Ergebnisse: AUSERG04

Entfernung P1-P2: 23.00 m Rohrinnendurchmesser: 63.50 mm

Ausbreitmaß (Versuchsanfang): 99.00cm Ausbreitmaß (Versuchsende): 99.00 cm

Befüllversuch 2 Teil 3 (von oben eingebrachter Versatz)

F Ö R D E R M E D I U M :

Komp.1 Komp.2 Komp.3 Komp.4 Bindem. Zusatz. Wasser
 [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%] [Gew.-%]

 Haufwerk HOZ 35L VZ 5
 66.25 0.00 0.00 0.00 11.25 .34 22.16
 =====

201	10:49:17	1.41+-	.07	.70+-	.01	.35+-0.00	1.54+-	.01	1.56+-	.11
203	10:52:47	1.94+-	.08	.76+-	.01	.37+-0.00	1.69+-	.01	1.25+-	.09
204	10:54:32	4.81+-	.12	1.00+-	.02	.41+-0.00	2.57+-	.02	.77+-	.06
206	10:58:02	5.04+-	.10	1.04+-	.01	.44+-0.00	2.63+-	.02	.75+-	.04
207	10:59:47	1.11+-	.09	.44+-	.01	.30+-0.00	.61+-	.01	.80+-	.19
209	11:03:17	3.79+-	.12	.86+-	.02	.39+-0.00	2.05+-	.02	.78+-	.07
210	11:05:03	2.04+-	.12	.58+-	.02	.33+-0.00	1.10+-	.02	.78+-	.13
212	11:08:34	1.33+-	.09	.49+-	.01	.32+-0.00	.75+-	.01	.82+-	.16
213	11:10:19	5.28+-	.09	1.15+-	.01	.44+-0.00	3.09+-	.01	.84+-	.04
218	11:19:03	4.54+-	.04	1.07+-	.01	.44+-0.00	2.74+-	.01	.87+-	.02
219	11:20:48	1.98+-	.08	.56+-	.01	.31+-0.00	1.08+-	.01	.78+-	.09
225	11:31:18	2.72+-	.05	.78+-	.01	.35+-0.00	1.87+-	.01	.99+-	.04
228	11:36:34	1.40+-	.01	.89+-	0.00	.39+-0.00	2.17+-	0.00	2.23+-	.02
242	12:01:04	1.01+-	.04	.75+-	.01	.35+-0.00	1.72+-	.01	2.44+-	.08

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - VOLLVERSATZ IN EINLAGERUNGSKAMMERN

F O T O D O K U M E N T A T I O N

BEFÜLLVERSUCH 1: EINSCHALUNGSBAUWERK MIT RUNDGEBINDEN

1. Anlieferung des Einschalungsbauwerkes.(Fertiggarage)
2. Aufstellung des Einschalungsbauwerkes (Fertiggarage)
3. Verlorene Betonabschirmungen (VBA)
4. Transport VBA
5. VBA an der Rückwand des Einschalungsbauwerkes
6. Erste Stapelreihe
7. Eingelagerte VBA inklusive Eternitrohre
8. Ausgebautes vorderes Eternitrohr
9. Zwickelraum nach Ausbau des vorderen Eternitrohres
10. Ausbau des hinteren Eternitrohres

BEFÜLLVERSUCH 1

11. Für die Befüllung vorbereitete Haufwerksmenge
12. Befüllrohrleitung
13. Aufsteigender Versatz zwischen den VBA
14. Aufsteigender Versatz zwischen den VBA
15. Blende mit Instrumentierung
16. Abbau der Blende

BEFÜLLVERSUCH 2

17. Versatzfront
18. Eingelagerte Container
19. Distanz Container - Stoß
20. Distanz zwischen Container - Stapelreihen

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG

BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

21. Verlorene Versatzrohrleitungen zur Befüllung des zweiten Teilverschlag
22. Instrumentierte Versatzblende 2. Teilverschlag
23. Rohraustrag aufsteigender Versatz
24. Einbringen der Zementsteinfuge

ZERSCHNEIDEN DES EINLAGERUNGSBAUWERKES

25. Anlieferung des Antriebsaggregates der Seilsäge
26. Diamant-Sägeseil
27. Umschlingung des Einschalungsbauwerkes
28. Ausrichten des Antriebes
29. Anschnitt
30. Anschnitt
31. Sägeseil im Stillstand
32. Sägeseil in Betrieb
33. Sägeseil in Betrieb
34. Schnitt
35. Schnitt
36. Spülwasser mit Versatzmehl

RÜCKEN DER SCHNITTHÄLFEN

37. Auseinanderrücken der Teile
38. Auseinanderrücken der Teile
39. Auseinanderrücken der Teile
40. Schnitt durch zersägte Container

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ

41. Schnitt durch zersägte VBA
42. Übergang VBA - Vollversatz
43. Zwickelhohlraumverfüllung
44. Verfüllte Sicken der Containerböden
45. Verfüllte Container-Innenräume
46. Verfüllte Container-Innenräume
47. Versatzrohr und Firstanbindung
48. Wechselndes Konrad-Haufwerk im Versatz
49. Trennfuge zwischen aufsteigendem und von oben eingebrachten Versatz
50. Einzelteile des zersägten Einschalungsbauwerkes

WINTERBAUMASSNAHMEN

51. Beheiztes Winterbauzelt am Einschalungsbauwerk
52. Abdichtung Mundloch der Bergeschachtstrecke
53. Beheizung der Pump- und Mischstation
54. Firste der Bergeschachtstrecke
55. Abdichtung des Siebraumes



1. Anlieferung des Einschalungsbauwerks (Fertiggerage)



2. Aufstellung des Einschalungsbauwerks (Fertiggerage)



3. Verlorene Betonabschirmungen (VBA)



4. Transport VBA



5. VBA an der Rückwand des Einschaltungsbauwerks



6. 1. Stapelreihe

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ



7. Eingelagerte VBA incl. Eternitrohre



8. Ausgebautes vorderes Eternitrohr



9. Zwickelraum nach Ausbau des vorderen Eternitrohres



10. Ausbau des hinteren Eternitrohres

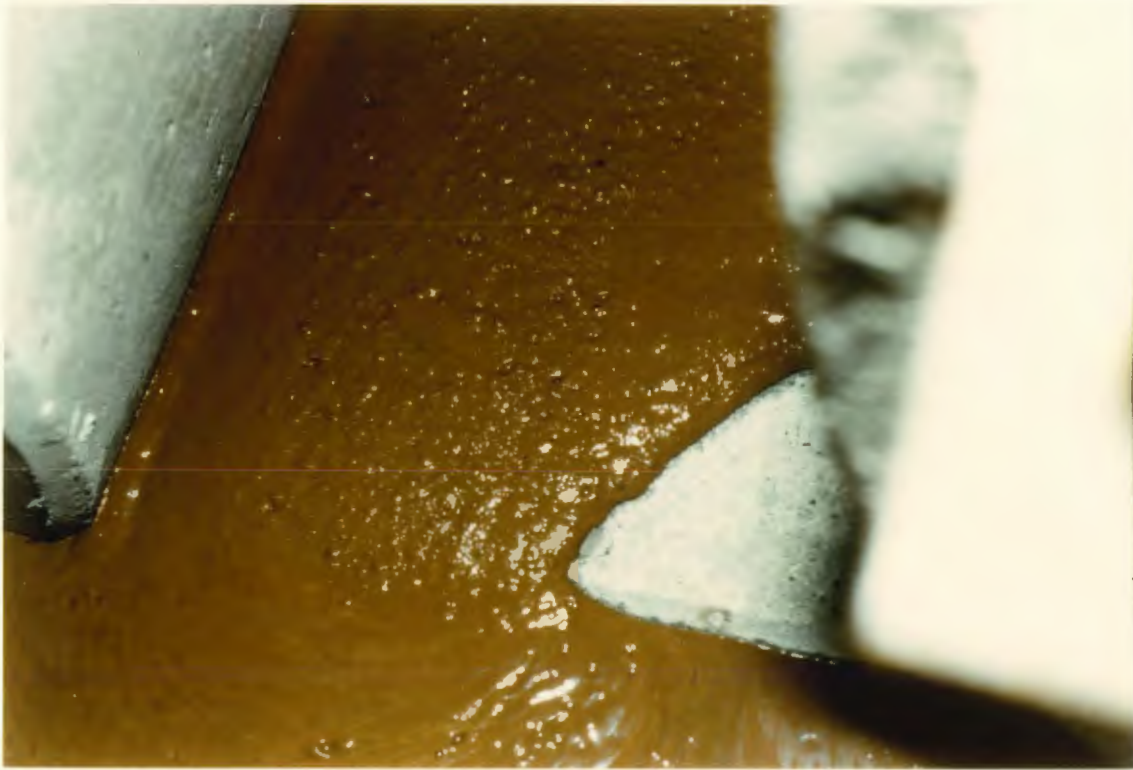


11. Für die Befüllung vorbereitete Haufwerksmengen

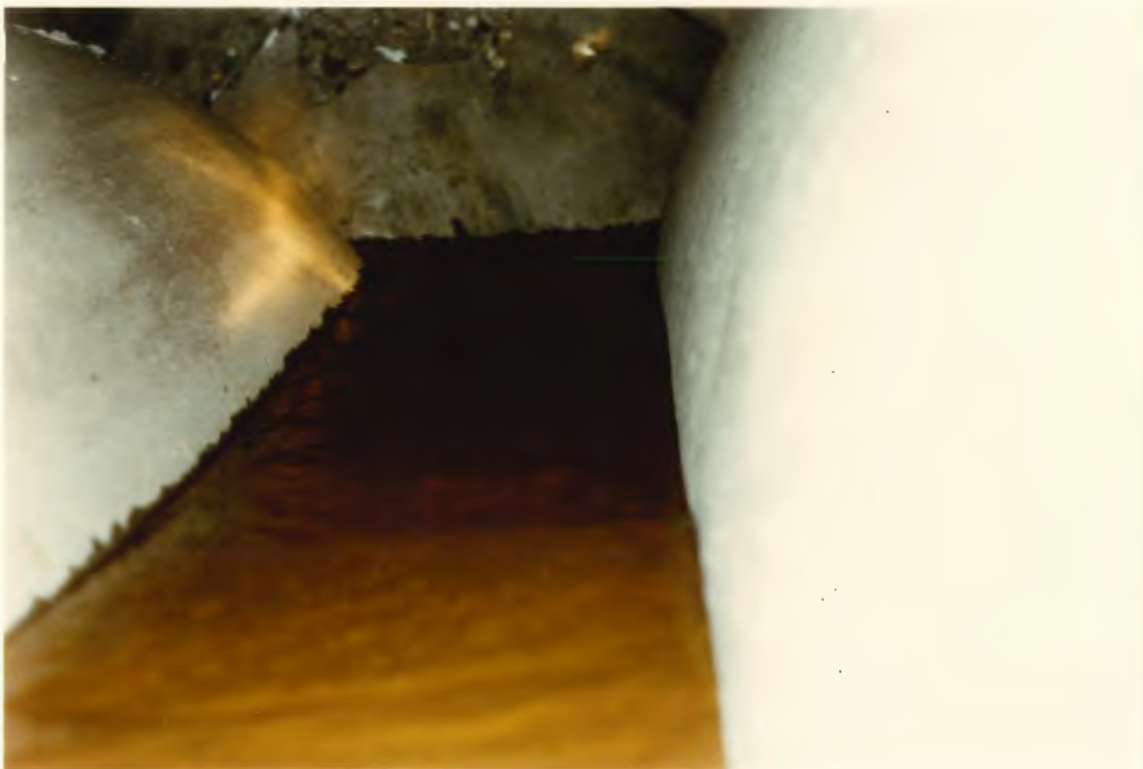
PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ



12. Befüllrohrleitung



13. Aufsteigender Versatz zwischen den VBA



14. Aufsteigender Versatz zwischen den VBA



15. Blende mit Instrumentierung

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ



16. Abbau der Blenden



17. Versatzfront



18. Eingelagerte Container



19. Distanz Container - Stoß

PREUSSAG AG METALL - BERGBAUBERATUNG
BFS/KONRAD - BEFÜLLVERSUCHE FÜR VOLLVERSATZ



20. Distanz zwischen Container - Stapelreihen



21. Verlorene Versatzrohrleitungen zur Befüllung
des zweiten Teilverschlages



22. Instrumentierte Versatzblende 2. Teilverschlag



23. Rohraustrag aufsteigender Versatz



24. Einbringen der Zementsteintrennfuge



25. Anlieferung des Antriebsaggregates der Seilsäge



26. Diamant-Sägeseil



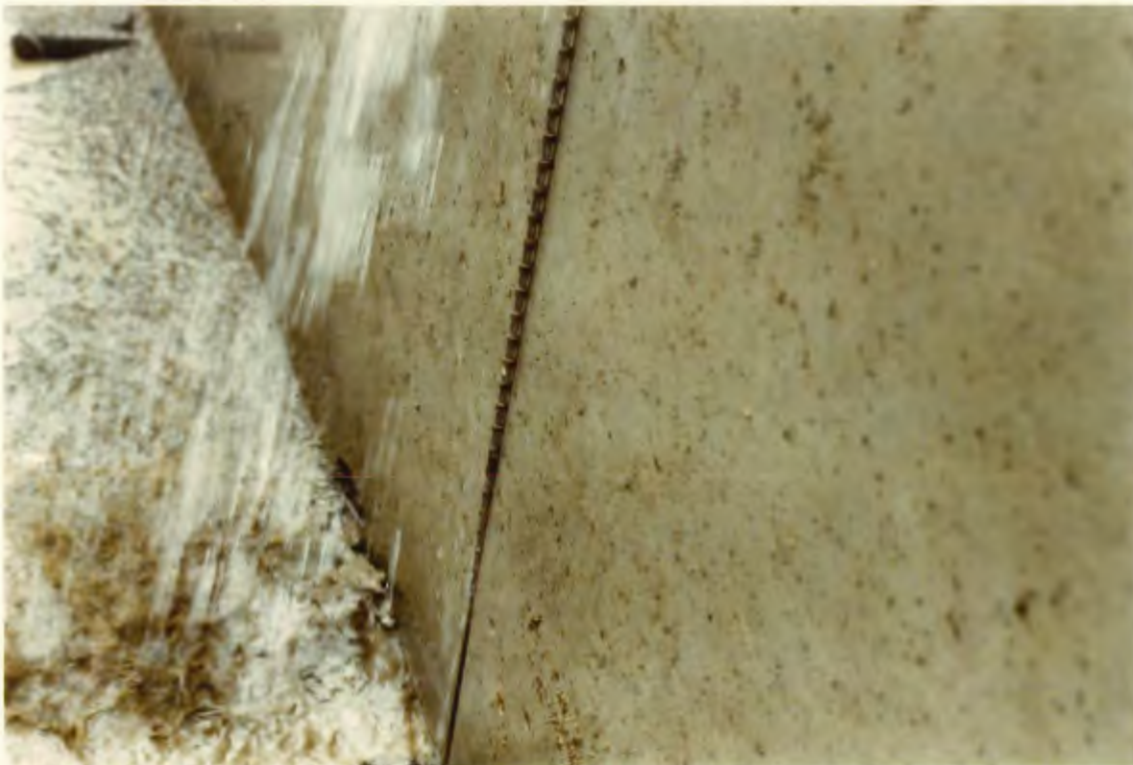
27. Umschlingung des Einschaltungsbauwerks



28. Ausrichten des Antriebes



29. Anschnitt



30. Anschnitt



31. Sägeseil im Stillstand



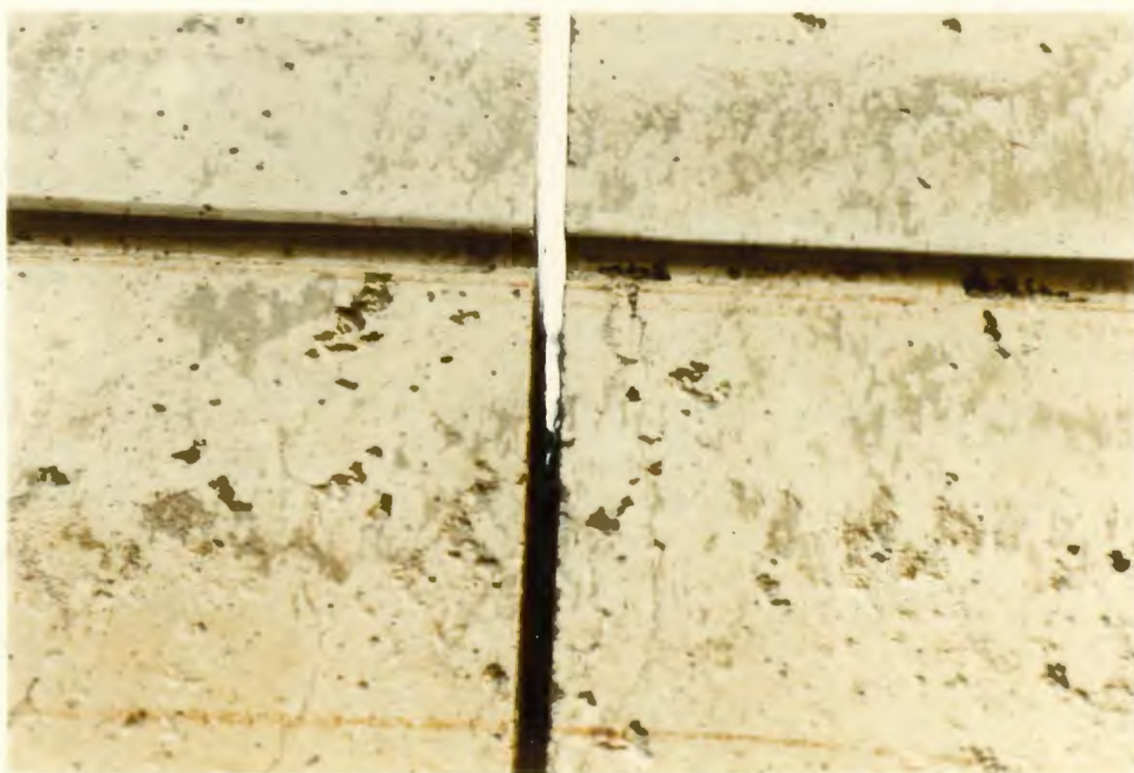
32. Sägeseil in Betrieb



33. Sägeseil in Betrieb



34. Schnitt



35. Schnitt



36. Spülwasser mit Versatzmehl



37. Auseinanderrücken der Teile



38. Auseinanderrücken der Teile



39. Auseinanderrücken der Teile



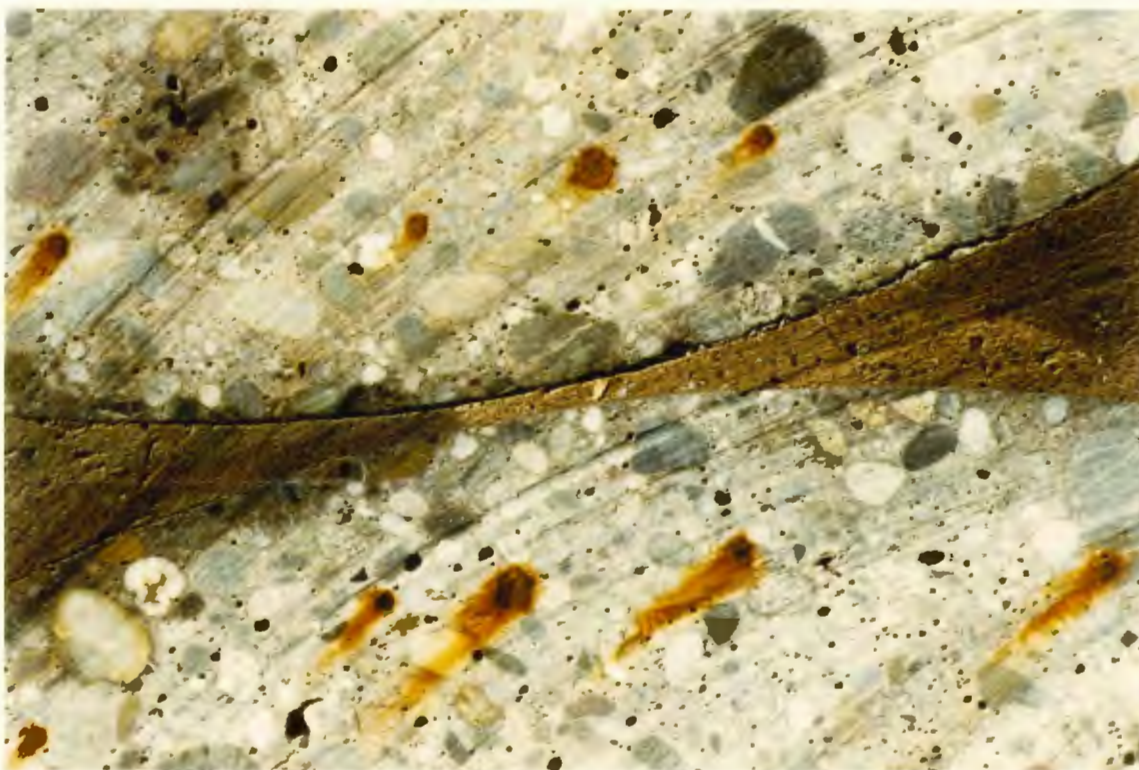
40. Schnitt durch zersägte Container



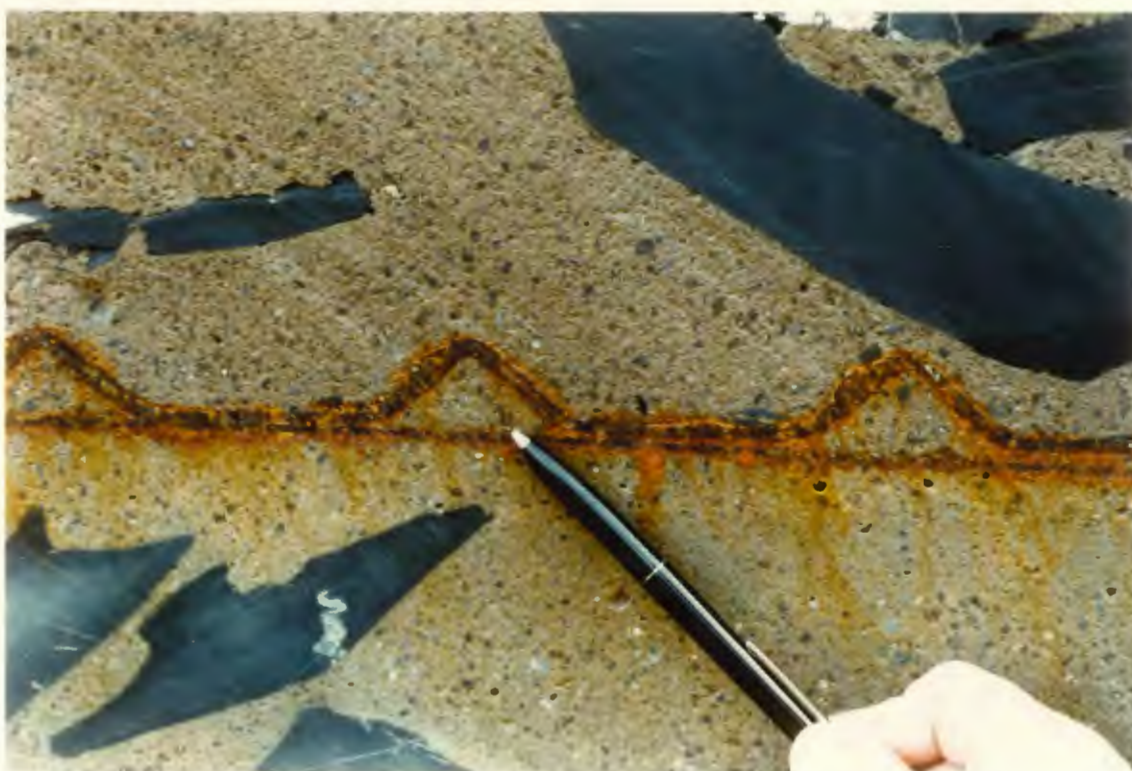
41. Schnitt durch zersägte VBA



42. Übergang VBA-Vollversatz



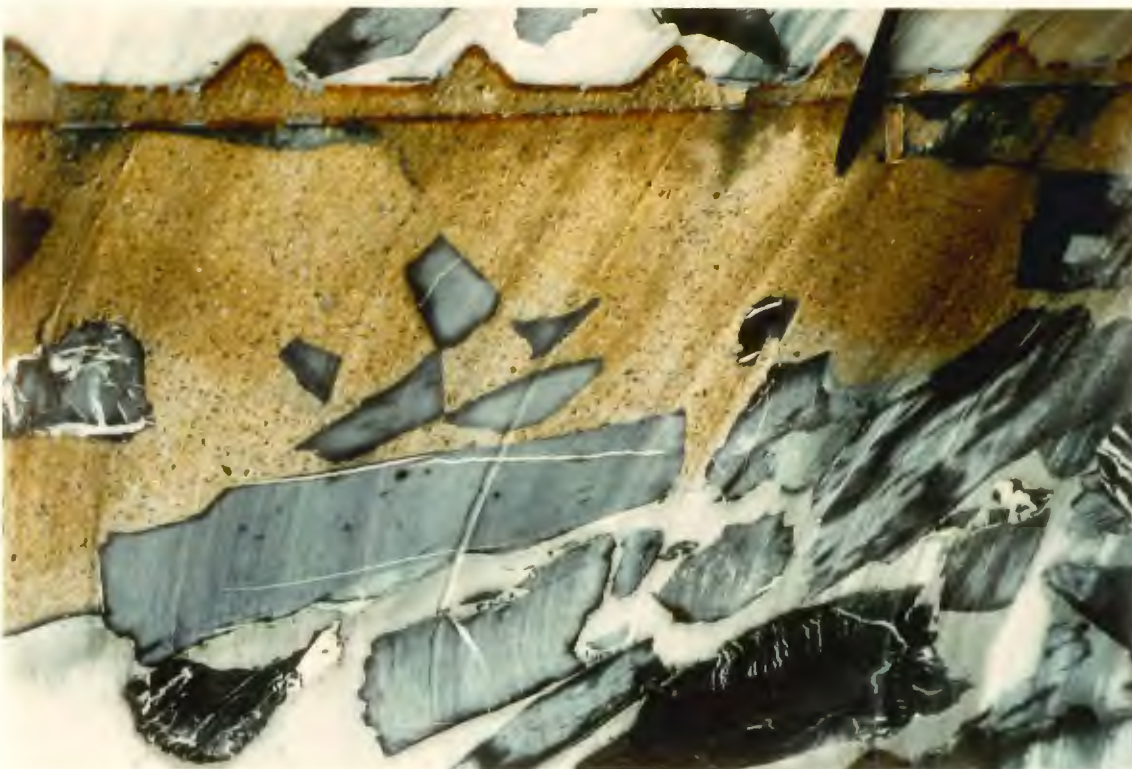
43. Zwickelhohlraumverfüllung



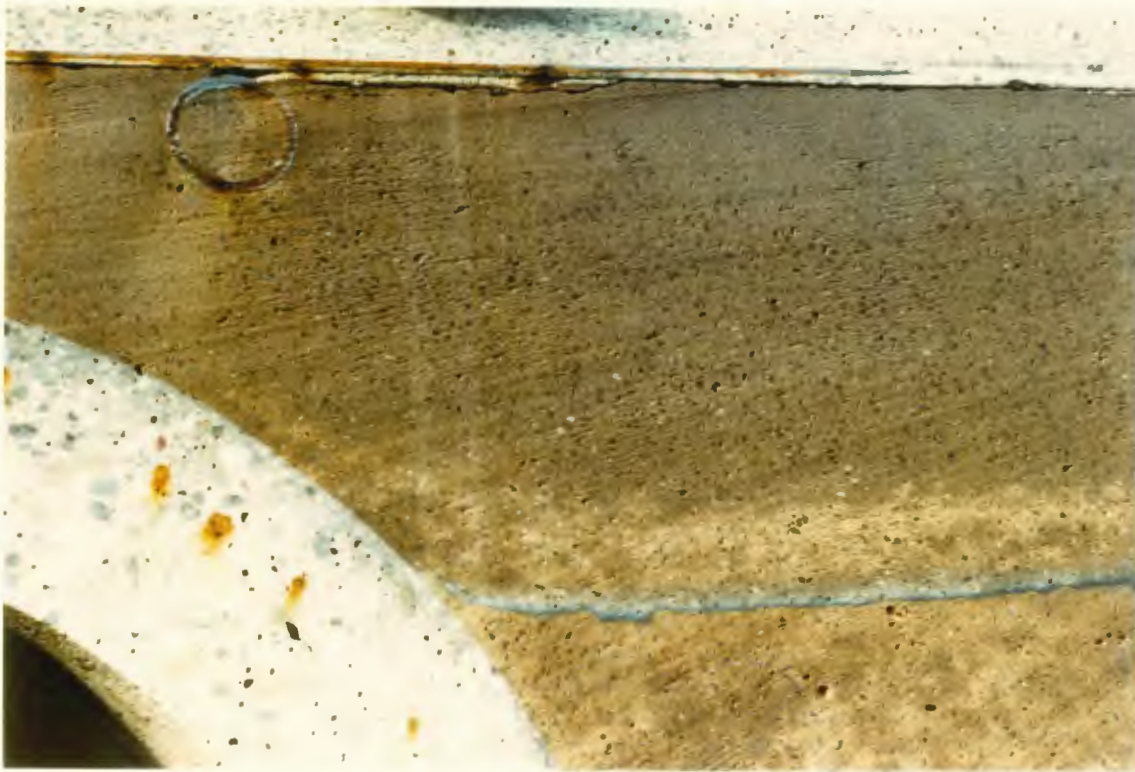
44. Verfüllte Sicken der Containerböden



45. Verfüllte Container-Innenräume



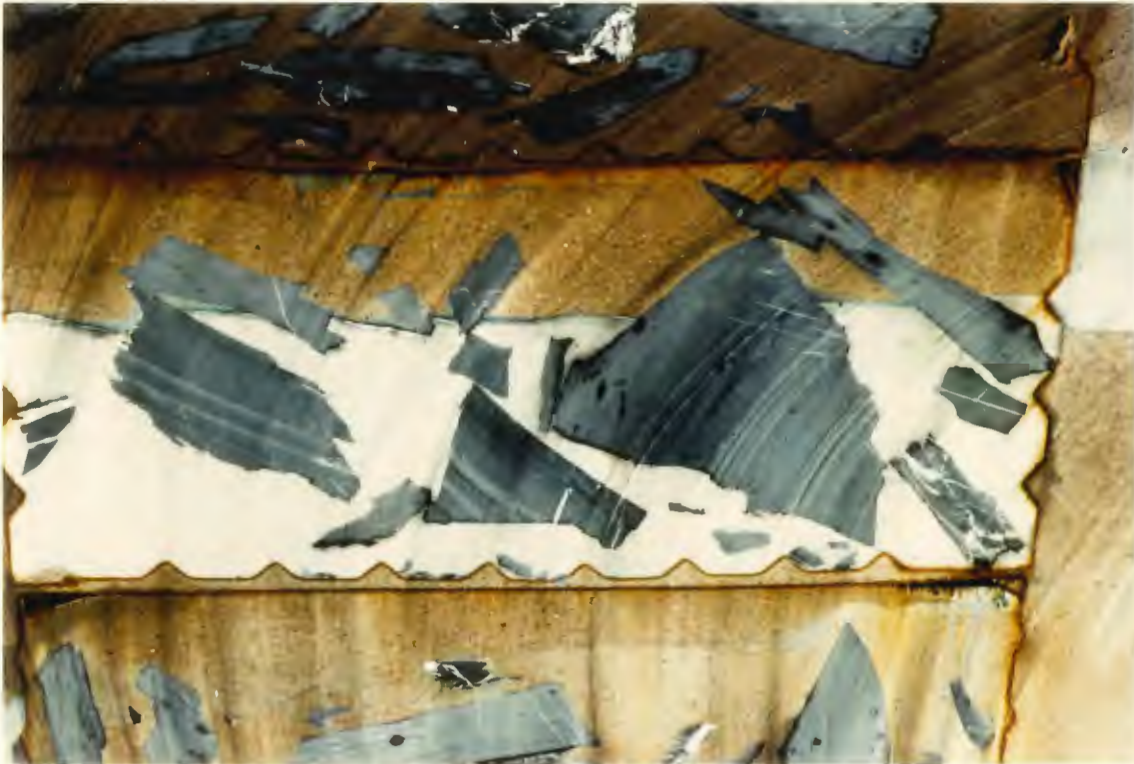
46. Verfüllte Container-Innenräume



47. Versatzrohr und Firstanbindung



48. Wechselndes Konrad-Haufwerk im Versatz



49. Trennfuge zwischen aufsteigendem und von oben eingebrachtem Versatz



50. Einzelteile des zersägten Einschaltungsbauwerks



51. Beheiztes Winterbauzelt am Einschalungsbauwerk



52. Abdichtung Mundloch der Bergeschachtstrecke



53. Beheizung der Misch- und Pumpstation



54. Firste der Bergeschachtstrecke



55. Abdichtung des Siebraumes