

Bundesamt für Strahlenschutz

Genehmigungsunterlagen

Konrad

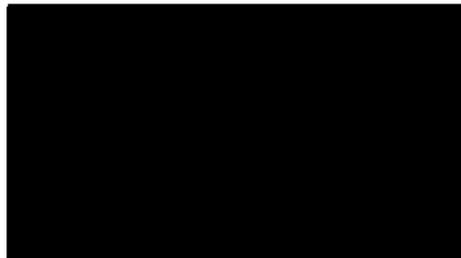
EU 266

Gesamte Blattzahl dieser Unterlage: 66 Blatt

Die Übereinstimmung der ~~vorstehenden~~
Abschrift - ~~auszugsweisen~~ Abschrift -
~~Fotokopie~~ - mit der Urschrift wird beglaubigt.

Hannover, den

15. Jan 98



Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev.	Seite:	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	XAAXX	AA	NNNN	NN		II
9K	33222.37		GHK	RB	0004	00	EU 266	
							Stand:	März 1989

Titel der Unterlage:

Kammerabschlußbauwerk, Konzept- und Systembeschreibung

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Kürzel)	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	18.04.91	ET 1.3	[Redacted]	6	S	Aufgrund der Einführung des Vollversatzes gibt es nur noch einen Typ Kammerabschlußbauwerk. Das Kammerabschlußbauwerk Modell 1 entfällt, da der Vollversatz inclusive Kammerabschluß die Anforderungen abdeckt. Das KAB Modell 2 wird jetzt als KAB weitergeführt (ohne den Zusatz „Modell 2“). KAB Modell 2 heißt jetzt KAB S. Rev. S. 6; Kammern Modell 1 werden jetzt Kammern mit Kammerabschlüssen S. Rev. S. 6 S. Rev. S. 6 Gemäß Hinweis der Bergbehörde wird folgender Zusatz aufgenommen: „Die letzte oder eine weitere Gebirgsinjektion im Bereich des Kammerabschlußbauwerkes ist nach dem Errichten des Stahlbetonbauwerkes vorzusehen. S. Rev S. 6 S. Rev. S. 6 S. Rev. S. 6 S. Rev. S. 6
				7	R	
				8	R	
				9	R	
				12	R	
				15	S	
				31	R	
				34	R	
				44	R	
				Abb	R	
02	28.09.95	ET 2.4	[Redacted]	1-18		Änderung der Seitenzahl aufgrund Revision Ort und Datum gestrichen Begriffsumstellung, „Kammerabschluß“ durch „Abschlußkonstruktion“ ersetzt „Abschlußbauwerke“ durch „Kammerabschlußbauwerke“ konkretisiert Zusätzlicher Punkt im Inhaltsverzeichnis: Erläuterungen zu einigen verwendeten Begriffen Begriffsumstellung, „Kammerabschlüsse“ durch „Kammerabschlußbauwerke“ ersetzt Redaktionelle Klarstellung Begriffsumstellung „Kammerabschluß“ durch „Kammerabschlußbauwerke“ ersetzt
				1	R	
				3,	V	
				4,		
				16,		
				30,		
				32,		
				33		
				4	V	
				5	V	
6	V					
6	V					
9	V					

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision

mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev	Seite: III
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	X A A X X	AA	NNNN	NN	
9K	33222.37		GHK	RB	0004	00	Stand: März 1989

Titel der Unterlage:

Kammerabschlußbauwerk, Konzept- und Systembeschreibung

Rev	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Kürzel)	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
02	28.09.95	ET 2.4	[Redacted]	11	V	"dem Kammerabschluß" und Komma gestrichen „mit Beton verschlossen" ersetzt durch „mit einem Betonabschluß verschlossen" Begriffsumstellung „Kammerabschluß" durch „Betonabschluß" ersetzt „in Anlehnung an" konkretisiert durch „gemäß" Literaturverweise gestrichen „mit Abschluß" ersetzt durch „Stahlabschlußwand und Betonabschluß", Komma ergänzt Begriffsumstellung, „Abschlußbauwerke" durch „Kammerabschlußbauwerke" konkretisiert Vorschriften aktualisiert Abb. 8 und 17: Text im Verzeichnis am Text des Anlagenspiegels angepaßt als zusätzlicher Punkt aufgenommen. Erläuterungen zu einigen verwendeten Begriffen
				11	V	
				12	V	
				17	V	
				21,	R	
				22,		
				41,		
				42		
				30	V	
				36	V	
38,	R					
39,						
40						
44	R					
45	V					

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision

mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.



**Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport**

KAMMERABSCHLUSSBAUWERK

Konzept- und Systembeschreibung

| 02



INHALTSVERZEICHNIS

- 1 **AUFGABENSTELLUNG**

- 2 **ANFORDERUNGEN**
- 2.1 Radiologische Anforderungen
- 2.2 Betriebliche Anforderungen
- 2.2.1 Lichtraumprofil
- 2.2.2 Planung des Grubengebäudes
- 2.3 Geotechnische Anforderungen
- 2.3.1 Lage in der Schichtenfolge
- 2.3.2 Anordnung der Einlagerungskammern
- 2.3.3 Ausbruchquerschnitt
- 2.3.4 Anordnung des Kammerabschlußbauwerks

- 2.3.5 Reihenfolge der Auffahrung

- 3 **KONZEPT FÜR DAS KAMMERABSCHLUSSBAUWERK**
- 3.1 Vorbemerkungen
- 3.2 Auffahrung der Einlagerungskammer
- 3.2.1 Ausbruch und Sofortsicherung
- 3.2.2 Wetterbohrloch
- 3.3 Sicherung
- 3.3.1 Spritzbetonausbau
- 3.3.2 Gebirgsanker
- 3.4 Abdichtung des streckennahen Bereiches
- 3.4.1 Mehrstufeninjektion
- 3.4.2 Überprüfung des Abdichtungserfolgs



- 3.5 Errichtung der Abschlußkonstruktion
- 3.5.1 Stahlbetonbauwerk
- 3.5.2 Stahlabschlußbauwand
- 3.5.3 Betonabschluß

- 4 **NACHWEIS DER MACHBARKEIT**
- 4.1 Auswertung bisher durchgeführter Messungen
- 4.2 Auswertung bisher durchgeführter Messungen
 - 4.2.1 Verformungsmessungen auf der 4., 5. und 6. Sohle
 - 4.2.2 Verformungsmessungen an der Geländeoberfläche
 - 4.2.3 Verformungs- und Spannungsmessungen im Feld 5/1
 - 4.2.4 Feldversuche
 - 4.2.5 Laborversuche
- 4.3 Ergänzende geotechnische Untersuchungen
 - 4.3.1 Rechenmodell zur Beschreibung des Spannungs-Dehnungsverhaltens
 - 4.3.2 Laborversuche
 - 4.3.3 Verformungs- und Spannungsmessungen im Bereich der Strecke 532
- 4.4 Aufweitung der Strecke 532
 - 4.4.1 Ausbruch und Sofortsicherung
 - 4.4.2 Ausbruchsfolge
- 4.5 Sicherung der Strecke 532
 - 4.5.1 Spritzbetonausbau
 - 4.5.2 Gebirgsanker
- 4.6 Injektionsversuche in Strecke 522
 - 4.6.1 Mehrstufeninjektion
 - 4.6.2 Überprüfung des Abdichtungserfolgs
- 4.7 Bewertung

02



5 QUALIFIZIERUNGSPROGRAMM

- 5.1 Feldeignungsprüfung
- 5.2 Planung der Einlagerungskammer
- 5.3 Herstellung der Einlagerungskammer
- 5.4 Abdichtung des streckennahen Bereiches
- 5.5 Bemessung und Errichtung der Abschlußkonstruktion
- 5.6 Eignungsprüfung der Einlagerungskammer

|02

6 ERKENNUNG UND BEHERRSCHUNG VON UNDICHTIGKEITEN VON KAMMERN IN DER BETRIEBSPHASE

- 6.1 Erkennung von Undichtigkeiten
- 6.2 Beherrschung von Undichtigkeiten
 - 6.2.1 Abdichtung des streckennahen Bereiches
 - 6.2.2 Abdichtung des Stahlbetonbauwerks
 - 6.2.3 Abdichtung der Festen
 - 6.2.4 Errichtung zusätzlicher Kammerabschlußbauwerke

|02

7 QUALITÄTSSICHERUNG

- 7.1 Felsbau
- 7.2 Spritz- und Stahlbetonbau
 - 7.2.1 Spritzbetonbau
 - 7.2.2 Stahlbetonbau
- 7.3 Stahlbau
- 7.4 Ankertechnik
- 7.5 Injektionstechnik



8	VORSCHRIFTEN UND EMPFEHLUNGEN	
8.1	Felsbau	
8.2	Spritz- und Stahlbetonbau	
8.3	Stahlbau	
8.4	Ankerteknik	
8.5	Injektionstechnik	
8.6	Versuchstechnik	
8.7	Fahrzeugbetrieb	
9	LITERATURVERZEICHNIS	
10	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	
11	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
12	Erläuterungen zu einigen verwendeten Begriffen	02



1 AUFGABENSTELLUNG

Kammerabschlußbauwerke trennen für besondere Abfälle in der Betriebsphase des Endlagers mit Abfallgebinden befüllte Einlagerungskammern vom betriebenen Grubengebäude. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Kammerabschlußbauwerke mit einer geringen Durchlässigkeit für flüchtige radioaktive Stoffe realisiert. Wesentliche Antriebsmechanismen einer Freisetzung flüchtiger radioaktiver Stoffe sind Diffusion, Konvergenz und Luftdruckschwankungen .

Die Grundanforderungen an Kammerabschlußbauwerke ergeben sich aus den Sicherheitsanalysen zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers und sind unten beschrieben. In diesen Sicherheitsanalysen wurde die erforderliche Reduzierung einer Freisetzung flüchtiger radioaktiver Stoffe durch Diffusion und Strömung ermittelt. Der Antriebsmechanismus für eine Freisetzung durch Diffusion ist hierbei ein Konzentrationsgefälle von Radionukliden zwischen abgeworfener Kammer und bewettertem Grubengebäude, für eine Freisetzung durch Strömung ist es die Druckdifferenz, hervorgerufen durch Konvergenz des Resthohlraumes der Einlagerungskammer, durch Temperaturerhöhung in der Einlagerungskammer, durch Gasbildung sowie durch Luftdruckschwankungen .

Die Kammerabschlußbauwerke besitzen folgende Eigenschaften:

- Rückhaltung von Aerosolen,
- Reduzierung der 3H- , 14C- und 222Rn- Freisetzung.

Diese radiologischen Grundanforderungen werden für das Kammerabschlußbauwerk durch die in Kapitel 2 angegebenen Systemanforderungen erfüllt.

In diesem Bericht wird das Konzept des Kammerabschlußbauwerks beschrieben.



2 ANFORDERUNGEN

2.1 Radiologische Anforderungen

Zur Erreichung der für Kammerabschlußbauwerke beschriebenen Zielsetzung ergeben sich bezüglich der Radiologie während der Betriebsphase zu erfüllende Anforderungen gemäß Tab. 1:

Permeabilität des Kammerabschlußbauwerks (KAB)	P_{KAB}	$\leq 10^{-14} \text{ m}^2$
Permeabilität des streckennahen Bereiches (SNB)	P_{SNB}	$\leq 10^{-14} \text{ m}^2$
Auslegungsdruck des KAB		
- zwischen Einlagerungskammer und bewetterter Strecke	P_i	1 bar
- zwischen bewetterter Strecke und Einlagerungskammer	P_a	100 mbar
Zeitraum der Funktionsfähigkeit		≥ 40 Jahre

Tab. 1: Anforderungen an Kammerabschlußbauwerk

2.2 Betriebliche Anforderungen

2.2.1 Lichtraumprofil

Die Stapel- und Transportfahrzeuge bestimmen die Lichtraumprofile der Kammerzufahrt, der Entladekammer und des Kammerabschlußbauwerks. Das Lichtraumprofil im Bereich des Kammerabschlußbauwerks ergibt sich aus den Abmessungen des Stapelfahrzeugs, sowie den erforderlichen Sicherheitsabständen (siehe Kapitel 8.7), unter Berücksichtigung der Infrastruktureinrichtungen.

Abb. 1 zeigt das Regellichtraumprofil des Stahlbetonbauwerks, und Abb. 2 die Regelquerschnitte im Bereich des Kammerabschlußbauwerks.

2.2.2 Planung des Grubengebäudes

Die Planung des Grubengebäudes für das Endlager schließt an die Gegebenheiten des ehemaligen Erzbergwerks an. Der geplante Einlagerungsbereich ist in einzelne Felder unterteilt.



Diese Felder sind durch Erkundungsstrecken erschlossen. Die Einlagerungskammern befinden sich innerhalb der so erschlossenen Felder. Jede Einlagerungskammer wird durch ein Wetterbohrloch an die Abwettersammelstrecke des Feldes angeschlossen.

Die Auslegungsmerkmale sind unter anderem:

- Regelquerschnitte bei aufzufahrenden Strecken, Rampen und Wendeln 25 m²
- Regelneigung bei Rampen und Wendeln 12 %
- Mindestaußenkurvenradius für Rampen und Wendeln etwa 20 m
- maximale Längsneigung der Einlagerungskammern 2.5 %.

Das Kammerabschlußbauwerk wird in der Regel in der Einlagerungskammer, kammerseitig hinter der Entladekammer, errichtet (siehe Abb. 3).

Kammern mit Kammerabschlußbauwerken können in Feldern ausschließlich oder in Kombination mit Kammern errichtet werden, die mit Kammerabschlüssen versehen werden. Die Lage von Kammern innerhalb dieser Felder wird unter Berücksichtigung der geotechnischen Anforderungen festgelegt.

2.3 Geotechnische Anforderungen

2.3.1 Lage in der Schichtenfolge

Einlagerungskammern werden im standfesten Gebirge innerhalb des Korallenooliths, vorzugsweise im Unteren Erzlager aufgefahren. Kammerabschlußbauwerke werden außerhalb des Einflußbereiches geologischer Störungen und Großluftsysteme errichtet.

2.3.2 Anordnung der Einlagerungskammern

Als Abstände der jeweiligen Einlagerungskammer werden eingehalten:	(m)
- zu den unmittelbaren Nachbarstrecken bzw. Kammern	≥ 28
- zur ersten Kammer im angrenzenden Nachbarfeld	≥ 50
- zu angrenzenden Abbaufeldern	≥ 50
- zur Abwettersammelstrecke	≥ 28
- zu Kopf- oder Grundstrecken	≥ 35



2.3.3 Ausbruchquerschnitt

Die Kammern bzw. Strecken werden unter Berücksichtigung betrieblicher und statischer Belange gebirgsschonend aufgefahren.

Im Bereich des Kammerabschlußbauwerks wird ein Kreisprofil gewählt.

Als Ausbruchquerschnitte gemäß Tab. 2 sind vorgesehen:

Ausbruchquerschnitt	Querschnittsform	Höhe/Sohlbreite (m)
Kammerzufahrt	Hufeisen	4,5/6,0
Entladekammer	Hufeisen	4,5/7,0
Kammerabschlußbauwerk	Kreis	$\varnothing \geq 8,5$
Einlagerungskammer	Hufeisen	6,0/7,0
Abwettersammelstrecke	Hufeisen	4,5/5,0
Wetterbohrloch	Kreis	$\varnothing = 1,4$

Tab. 2: Ausbruchquerschnitte

2.3.4 Anordnung des Kammerabschlußbauwerks

Der Abstand zwischen Kammerabschlußbauwerk und Abzweig Kammerzufahrt beträgt mindestens 50 m.

Der im Kreisquerschnitt aufgefahrenen und mit Spritzbeton und Ankern gesicherte Hohlraum im Bereich des Kammerabschlußbauwerks ist hinsichtlich der Langzeitverformungen günstiger zu beurteilen, als die ungesicherten Einlagerungskammern und Zufahrtstrecken mit hufeisenförmigen Querschnitt. Die Längen der Übergangsbereiche U1 und U2 werden deshalb so festgelegt, daß der Einfluß der im Hufeisenprofil aufgefahrenen Strecken vor und hinter dem Kammerabschlußbauwerk auf die Verformungen im Bereich des Kammerabschlußbauwerks ausgeschlossen werden kann.

02



2.3.5 Reihenfolge der Auffahrung

Die zeitliche Reihenfolge der Auffahrung wird so geplant, daß auffahrungsbedingte Gebirgsverformungen im Bereich eines Kammerabschlußbauwerks mit bereits abgedichtetem streckennahen Bereich ausgeschlossen sind.



3 KONZEPT FÜR DAS KAMMERABSCHLUSSBAUWERK

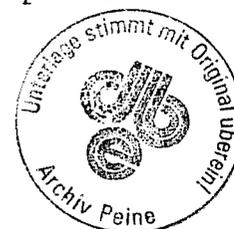
3.1 Vorbemerkungen

Das Kammerabschlußbauwerk besteht aus einer ausgebauten Strecke mit abgedichtetem streckennahen Bereich sowie einem in der Strecke gebetteten konisch ausgebildeten Stahlbetonbauwerk, das nach Befüllen der Kammer mit einem Betonabschluß verschlossen wird (siehe Abb.3).

In Kapitel 2 sind die radiologischen, betrieblichen und geotechnischen Anforderungen angegeben. Daraus ergeben sich folgende Vorgaben hinsichtlich der Auffahrung und Errichtung:

- Reduzierung der Tiefe der Auflockerungszonen
- durch gebirgsschonendes Auffahren,
- durch sofortige Sicherung mit bewehrtem Spritzbeton und Gebirgsankern,
- durch frühzeitigen Einbau des Sohlgewölbes.
- Fertigstellung der Spritzbetonschale erst nach Abklingen der zeitabhängigen Gebirgsverformungen.
- Abdichtung des streckennahen Bereichs nach Fertigstellung der Spritzbetonschale.
- Errichtung des Stahlbetonbauwerks nach Fertigstellung der Abdichtung des streckennahen Bereichs.

In den Kapiteln 3.2 und 3.3 werden zunächst die Auffahrung der Einlagerungskammer sowie deren Ausbau mit Spritzbeton und Gebirgsankern beschrieben. Die Abdichtung des streckennahen Bereiches nach Fertigstellung des Spritzbetonausbaus und die Errichtung der Abschlußkonstruktion werden in den Kapiteln 3.4 und 3.5 dargestellt.



3.2 Auffahrung der Einlagerungskammer

3.2.1 Ausbruch und Sofortsicherung

Zur Auffahrung werden zwei Verfahren angewendet:

- Vortrieb mit Teilschnittmaschine (TSM),
- Vortrieb durch gebirgsschonendes Bohren und Sprengen.

Der Vortrieb mit TSM hat im Vergleich zum Sprengvortrieb den Vorteil der schonenderen Gebirgsbehandlung und der profilgenaueren Herstellung der erforderlichen Querschnittsformen. Er kommt vorrangig zum Einsatz.

Der Sprengvortrieb in gebirgsschonender Weise ist insbesondere für die Auffahrung von Strecken in schwer schneidbarem Gestein vorgesehen.

Da allgemein der kreisförmige Querschnitt die günstigste Stand sicherheitsbedingung hat, wird im Bereich des Kammerabschlußbauwerks diese Form als Ausbruchquerschnitt gewählt.

Der Ausbruch der Firste, Stöße und Sohle im Bereich des Kammerabschlußbauwerks einschließlich der beiden Übergangsbereiche erfolgt in Teilabschnitten mit Abschlügen, deren Längen im wesentlichen von der jeweils vorhandenen Gebirgsfestigkeit bestimmt werden.

Im unmittelbaren Bereich des Stahlbetonbauwerks wird die Strecke aufgeweitet, um die infolge Druckdifferenz zwischen abgeworfener Einlagerungskammer und bewettertem Grubengebäude auf das Kammerabschlußbauwerk wirkenden Kräfte über den Betonabschluß und das Stahlbetonbauwerk in das Gebirge einleiten zu können. Die Größe der Aufweitung richtet sich nach den einzu leitenden Kräften und den jeweils vorhandenen Gebirgsfestigkeiten . 02

Während der Auffahrung wird die Firste geankert. Zur Ausführung kommen unvermörtelte Anker, z.B. Keilanker. Abweichend hiervon werden im Bereich des Stahlbetonbauwerks vermörtelte Anker eingesetzt, um die Gebirgspermeabilität nicht zu vergrößern.

Die Gebirgsverformungen werden ab Beginn der Auffahrung gemessen.



3.2.2 Wetterbohrloch

Das Wetterbohrloch liegt außerhalb der verschlossenen Einlagekammer und ist daher hier nicht weiter zu betrachten.

3.3 Sicherung

3.3.1 Spritzbetonausbau

Der Spritzbetonausbau dient der Begrenzung der Gebirgsverformungen und der streckennahen Auflockerungen.

Dem Auffahren eines Abschlags folgt die Versiegelung und Profilierung (siehe Abb.4) der Ausbruchlaibung mit Spritzbeton und zeitlich versetzt, entsprechend der Gebirgsfestigkeit und Vortriebsgeschwindigkeit, die abschnittsweise Ausführung der Spritzbetonschale:

- Im Abstand einer Abschlagslänge hinter dem Einbau der Versiegelung werden die äußere Bewehrungslage und etwa 10 cm Spritzbeton eingebaut. Zur zerstörungsfreien Aufnahme von Gebirgsverformungen sind in diesem äußeren Teil der Spritzbetonschale streckenparallel Fugen angeordnet.
- Eine weitere Abschlagslänge zurück erfolgt der Einbau von Gebirgsankern.

Nach Abschluß des Streckenvortriebs, frühestens jedoch nach Abklingen der Gebirgsverformungen, d.h. wenn die Verformungszuwächse des streckennahen Bereichs gegen Null konvergieren und sich die Spritzbetonschale über einen Zeitraum von 3 Monaten im baupraktischen Sinn nicht verformt, wird der innere Teil der Spritzbetonschale wie folgt eingebaut:

- Gegebenenfalls abgeplatzte Teile der Spritzbetonschale werden entfernt und durch Auftragen von Spritzbeton wird die Sicherung nachgebessert.
- Die streckenparallelen Fugen werden mit Spritzbeton geschlossen und die Gleitanker werden auf voller Länge vermortelt.



- Die Oberfläche der Spritzbetonschale wird zur Verbesserung der Verbundwirkung mit dem inneren Teil der Schale gemäß Abs. 6.1 in DIN 18551 (siehe Kapitel 9.2) vorbehandelt, ggf. kann der Auftrag einer Haftemulsion vorgesehen werden.
- Nach Einbau der inneren Bewehrungslage wird der Tragquerschnitt der Schale auf die Gesamtdicke von etwa 25 cm ergänzt.

3.3.2 Gebirgsanker

Nach Einbau des äußeren Teils der Spritzbetonschale erfolgt eine zusätzliche Sicherung der Ausbruchlaibung mit Gebirgsankern. Zur Ausführung kommen z.B. Gleitanker, die bei Erreichen der zulässigen Ankerkraft Gebirgsverformungen ohne zusätzliche Ankerkraftaufnahme zulassen.

Gleitanker als Ausbaumittel erlauben außerdem, daß nach Einbau des äußeren Teils der Spritzbetonschale eine Beobachtung des Gebirgsverhaltens durchgeführt werden kann. Zusätzlich werden in ausgewählten Meßquerschnitten mit Hilfe von Ankerkraftmeßdosen die sich infolge von Gebirgsverformungen einstellenden Ankerkräfte gemessen.

Zur Ausführung kommen Anker mit Verankerungslängen von 4 m bis 8 m. Die Anker werden den statischen Erfordernissen entsprechend zunächst als Freispielanker mit einer vermörtelten Verankerungsstrecke von etwa 1,0 m bis 1,2 m eingebaut.

Durch die Vermörtelung im Bereich der Verankerungsstrecke erfolgt eine feste Verspannung und Verzahnung des Stahlzuggliedes im Gebirge und über die Ankerplatte am Ankerende eine sichere Übertragung der Vorspannkraft auf das Gebirge.

Im Zuge der Fertigstellung der Spritzbetonschale werden die Anker im Bereich der freien Ankerlänge mit Mörtel verpreßt. Die Nachvermörtelung des Ringraumes zwischen Bohrloch und Anker erfolgt z.B. durch das Ankerrohr und die Mörtelaustrittsöffnungen (siehe Abb.4).



3.4 Abdichtung des streckennahen Bereiches

3.4.1 Mehrstufeninjektion

Nach Fertigstellung des Ausbaus mit Spritzbeton und Gebirgsankern wird der streckennahe Bereich des Kammerabschlußbauwerks in einer ersten Injektionsphase mit Zementpasten und ergänzend mit Zementsuspensionen abgedichtet.

In einer zweiten Injektionsphase wird der streckennahe Bereich mit Zementsuspensionen und ggf. Kunstharz schrittweise so verpreßt, bis die erreichte Abdichtung die radiologischen Anforderungen gemäß Tab. 1 erfüllt. Ergänzend zu Suspensionen aus Normzementen kommen Ultrafeinzemente zur Anwendung, die sich in feinste Hohlräume einpressen lassen.

Zur Begrenzung von Inhomogenitäten innerhalb der injizierten Bereiche werden die Injektionen durch die Wahl kleiner Injektionsabschnitte und Mehrphaseninjektionen mit den vorgenannten Injektionsmitteln durchgeführt.

Die Lage und Form der Injektionszonen sind Abb.5 zu entnehmen.

Die zu injizierenden Bereiche werden durch Bohrungen nach dem Drehbohrverfahren zugänglich gemacht. Die Injektion selbst erfolgt durch in das Bohrloch eingeführte Injektionspacker.

Die letzte oder eine weitere Gebirgsinjektion im Bereich des Kammerabschlußbauwerks ist nach dem Errichten des Stahlbetonbauwerks vorzusehen.

3.4.2 Überprüfung des Abdichtungserfolgs

Die durch Injektionen erzielte Gebirgsdichtigkeit wird durch Wasserdruckversuche (WD-Versuche) gemäß Empfehlung Nr. 9 der deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau "Wasserdruckversuche in Fels" (siehe Kapitel 8.6) nachgewiesen.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen der so ermittelten Wasserdurchlässigkeit des Gebirges in k_f (m/s) und der Gasdurchlässigkeit in k_g (m/s) wird auf [1] verwiesen. Das absolute Viskositätsverhältnis von Wasser/Luft ist temperaturabhängig. In Abhängigkeit von der geothermischen Tiefenstufe sind Temperaturen um 40 °C zu erwarten.



3.5 Errichtung der Abschlußkonstruktion

Ca

3.5.1 Stahlbetonbauwerk

Das Stahlbetonbauwerk wird nach Abklingen der Gebirgsverformungen und nach Fertigstellung der Spritzbetonschale im Kreisprofil - mit einer den betrieblichen Anforderungen entsprechenden Gestaltung des nutzbaren Innendurchmessers - errichtet (siehe Abb.6).

Im Bereich des Stahlbetonbauwerks wird der relativ gasdurchlässige Spritzbeton entfernt, um durch eine direkte Anbindung des Stahlbetons an das Gebirge Umläufigkeiten zu vermeiden.

Das Stahlbetonbauwerk wird mit einem nutzbaren Innendurchmesser von 6,5 m und Wanddicken von etwa 0,8 m bis 1,4 m errichtet. Im Hinblick auf die Permeabilitätsanforderung erfolgt die Ausführung in wasserundurchlässigem Beton gemäß Abs. 17.6 in DIN 1045 (siehe Kapitel 8.2).

Entsprechend den betrieblichen Notwendigkeiten wird der Sohlbereich als Fahrebene ausgebildet. Die Errichtung erfolgt abschnittsweise, zuerst das Sohlgewölbe mit Fahrebene, anschließend die Stöße und das Firstgewölbe.

Arbeitsfugen im Stahlbeton werden mit Arbeitsfugenband und für erforderliche Nachdichtungsarbeiten ggf. mit Injektionseinrichtungen ausgerüstet. Zusätzlich wird die Fuge zwischen Gebirge und Stahlbeton mit zwei voneinander unabhängigen Nachinjektionseinrichtungen ausgerüstet:

- Zur Nachdichtung infolge des Betonschwindens
- zur ggf. erforderlichen Nachdichtung während der Betriebsphase

Die Betonrezeptur wird entsprechend den in DIN 1045 (siehe Kapitel 8.2) an wasserundurchlässigen und schwindarmen Beton gestellten Anforderungen festgelegt. Auf Grund der erforderlichen Qualität wird der Beton vor Ort hergestellt.



3.5.2 Stahlabschlußwand

Nach Fertigstellung des Stahlbetonbauwerks wird die Kammer mit einer gasdichten Stahlabschlußwand zum bewetterten Grubengebäude hin abgeschlossen, um die Eignungsprüfung der Einlagerungskammer durchführen zu können. Nach Durchführung der Eignungsprüfung wird der Stahlabschluß demontiert.

Die Abschlußwand wird als Trägerrost mit gasdicht verschweißter Stahlblechverkleidung ausgeführt. Der Trägerrost besteht aus verschraubten Stahlträgerprofilen. Für die Versorgung der zur Eignungsprüfung zum Einsatz kommenden meßtechnischen Geräte sind gasdichte Leitungs- und Rohrdurchführungen vorgesehen. Um ggf. erforderliche Nacharbeiten in der Einlagerungskammer durchführen zu können, kann die Abschlußwand auf einer begrenzten Fläche geöffnet werden. Für die dann erforderliche Bewetterung der Einlagerungskammer sind im Firstbereich der Abschlußwand Anschlüsse für Lutten geplant.

Die Anbindung der Abschlußwand an das Stahlbetonbauwerk (siehe Abb.7) ist wie folgt vorgesehen:

- Das Eigengewicht wird über Elastomerlager im Sohlbereich in der Fahrebene eingeleitet.
- Die Druckkräfte infolge Überdruck in der Einlagerungskammer werden über vertikal auf dem Kreisumfang des Bauwerks angeordnete Elastomerlager in den Stahlbeton eingeleitet.
- Die Dichtigkeit der Fuge zwischen Stahlabschluß und Stahlbeton wird über ein umlaufendes Dichtungsprofil sichergestellt. Dieses Dichtungsprofil wird gemäß DIN 18195 (siehe Kapitel 8.3) mittels Los-Festflansch-Konstruktionen an der Stahlwand und dem Stahlbeton auf der bewetterten Seite angeflanscht.

3.5.3 Betonabschluß

Nach Befüllung der Einlagerungskammer erhält das Stahlbetonbauwerk auf seiner Gesamtlänge in mehreren Arbeitsabschnitten einen Betonabschluß (siehe Abb.7).

Arbeitsfugen im Beton werden mit Arbeitsfugenband und für erforderliche Nachdichtungsarbeiten ggf. mit Injektionsentwässerungen ausgerüstet.



02

Zusätzlich wird die Fuge zwischen Stahlbetonbauwerk und Betonabschluß mit zwei voneinander unabhängigen Nachinjektionseinrichtungen ausgerüstet

- zur Nachdichtung infolge des Betonschwindens,
- zur ggf. erforderlichen Nachdichtung während der Betriebsphase.

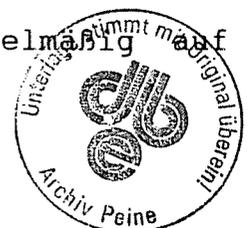
Die Herstellung des Betons erfolgt wie in Kapitel 3.5.1 beschrieben.

Zur Überwachung und Regelung des Überdrucks während der Betriebsphase wird in den Betonabschluß eine Rohrleitung integriert und auf der bewetterten Seite eine Instrumentierungs- und Armaturenkombination installiert (siehe Abb. 8). Das Drucküberwachungs- und Regelsystem besteht aus den Hauptkomponenten Differenzdruckmeßgerät sowie Druckentlastungsventil nebst Drosselarmatur. Das Differenzdruckmeßgerät erfaßt die Druckdifferenz zwischen Einlagerungskammer und bewettertem Grubengebäude. Das Druckentlastungsventil, dessen Ansprechdruck durch die Vorspannung einer Feder regelbar ist, begrenzt den Überdruck in der Einlagerungskammer auf 1 bar. Die Druckabsenkung im Anforderungsfall wird auf Werte unterhalb 100 mbar eingestellt. Der Volumenstrom bei Druckentlastung wird durch die Drosselarmatur auf Werte zwischen 1 m³/d und 100 m³/d begrenzt.

Die Durchführung durch das Kammerabschlußbauwerk besteht aus einer Rohrleitung mit einer Nennweite von etwa 50 mm. Zur dichten Einpassung in den Betonabschluß ist die Rohrleitung außen mit Schikanen versehen. Das Absperrventil nach der Durchführung durch das Kammerabschlußbauwerk ermöglicht eine Druckentkopplung zur Prüfung der Drucküberwachungs- und Regelungskomponenten. Ein Absperrventil im Bypass zum Druckentlastungsventil ermöglicht im Bedarfsfall das Absenken des Druckes in der Einlagerungsstrecke durch Handmaßnahmen.

Die Ableitung des bei Überdruck abzuführenden Gasvolumens erfolgt über eine Rohrleitung in die Abwettersammelstrecke bzw. in den Abwetterschacht. Das beschriebene Gesamtsystem wird einschl. der Durchführung redundant ausgelegt.

Das Drucküberwachungs- und Regelsystem wird regelmäßig auf Funktionsfähigkeit überprüft.



4 NACHWEIS DER MACHBARKEIT

4.1 Vorbemerkungen

Die nachfolgend skizzierten Ergebnisse von geotechnischen Verformungsmessungen sowie von Labor- und Feldversuchen stellen zusammen mit den verfügbaren Kenntnissen über die geologischen Verhältnisse eine Grundlage für die Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Gebirges sowie der Standsicherheit und des Langzeitverhaltens der Hohlräume dar. Das beschriebene Modell für das Spannungs-Dehnungsverhalten des Gebirges und darauf aufbauende Berechnungsverfahren nach der Finite-Element-Methode dienen der Interpretation der gemessenen Gebirgsverformungen, vor allem der Beurteilung der Standsicherheit und des Langzeitverhaltens zukünftig aufzufahrender Hohlräume.

4.2 Auswertung bisher durchgeführter Messungen

4.2.1 Verformungsmessungen auf der 4., 5. und 6. Sohle

Im Bereich der 4., 5. und 6. Sohle der Schachtanlage Konrad wurden die Verformungen des Gebirges und der Strecken mittels Konvergenz- und Extensometer- sowie durch geodätische Messungen ermittelt (siehe Abb.9). Bereits im Jahre 1978 wurde mit der Einrichtung von Konvergenz- und Extensometermeßquerschnitten in bestehenden Strecken, sowie in neu aufgefahrenen Strecken begonnen. Die Meßergebnisse weisen große Unterschiede auf, die sich durch verschiedene Einflüsse ergeben, wie:

- dem zeitlichen Abstand des Meßbeginns zum Streckendurchgang,
- dem Abstand des Meßquerschnitts zur Ortsbrust,
- dem Abstand zu Nachbarstrecken,
- dem Abstand zu Streckenkreuzungen,
- dem Abstand zu Abbaufeldern,
- der Gesteinsart, in der die Strecke aufgefahren wurde.



Die Auswertung der gemessenen Konvergenzen führt zu folgenden Ergebnissen:

- Relativ große Verformungen und ein nur langsames Abklingen der Konvergenzen wurden in Meßquerschnitten gemessen, die in der Nähe von Streckenkreuzungen liegen, in denen das Liegende angeschnitten wurde, die im Zwischenmittel liegen oder die nur einen Abstand von 8 m bis 15 m zu Nachbarstrecken haben.
- Die Nähe einer Strecke zum Abbaufeld führt zu großen Verformungen, die nur langsam abklingen.
- In im Kimmeridge liegenden Strecken wurden nur geringe Konvergenzen gemessen.
- In Meßquerschnitten mit geringem Abstand vom Ende der Strecke, wie z.B. 532/1, gehen die Verformungszuwächse relativ schnell zurück.
- Ein Aufweiten von Strecken führt zu neuem Anwachsen von Verformungen.

In Strecken, in denen die Meßquerschnitte unmittelbar nach dem Auffahren eingebaut werden konnten, wurden horizontale Konvergenzen von etwa 9 cm bis 13 cm festgestellt. Die vertikalen Konvergenzen sind etwa um den Faktor 1,5 bis 2 größer. Der größte Teil der Verformungen tritt innerhalb von 3 Monaten nach der Auffahrung auf. Die Verformungen klingen allerdings nur sehr langsam ab und kommen auch 3 Jahre nach der Auffahrung nicht zur Ruhe. Für die vertikalen Konvergenzen werden über große Zeiträume noch Verformungszuwächse von 0 mm bis 4 mm/Jahr gemessen.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Strecken der vorgenannten Sohlen im Hufeisen- bzw. Konradprofil aufgefahren wurden und nur eine Sicherung mit Spreiz- bzw. Reibrohranker und Maschendrahtverzug, vornehmlich im Firstbereich, aufweisen.

4.2.2 Verformungsmessungen an der Geländeoberfläche

Zusätzlich zu den untertage durchgeführten Messungen wurden die Auswirkungen des Erzabbaus und der weiteren Streckenauffahrungen auf die Geländeoberfläche (GOF) mit Nivellements erfaßt. Die sich einstellende Senkungsmulde reicht etwa 1500 m bis 2000 m über den Rand der Abbaufelder hinaus und hat eine Tiefe von maximal 270 mm (Stand 1987). Die Senkungsrate beträgt bis 4 mm/Jahr.



4.2.3 Verformungs- und Spannungsmessungen im Feld 5/1

Das Meßprogramm dient zum Nachweis der Machbarkeit von Einlagerungskammern. Dazu werden die Verformungen bei der Neuauffahrung von Strecken sowie die Auswirkungen einer Streckenneuauffahrung auf benachbarte Strecken erfaßt.

Im einzelnen wurden durchgeführt:

- Verformungsmessungen,
- Spannungsmessungen,
- Ankerkraftmessungen.

Gemessen wurden neben den Verformungen der Hohlraumlaibung auch die Verformungen des Gebirges ober- und unterhalb der Strecken. Mit Hilfe von Spannungsmonitorstationen und Primärspannungsmessungen wird der Spannungszustand sowie dessen Änderung infolge der Streckenauffahrung festgehalten.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen vertikale Konvergenzen bis zu 160 mm mit einem nur langsam abklingenden zeitabhängigen Verformungsanteil.

Diese Meßergebnisse werden mit Hilfe von numerischen Berechnungen interpretiert.

4.2.4 Feldversuche

Auf der 5. Sohle wurden im Jahre 1985 Dilatometerversuche und Primärspannungsmessungen im Erzlager durchgeführt. Die Dilatometerversuche ergeben einen mittleren Elastizitätsmodul (E-Modul) von etwa 9000 MPa. | 02

Zur Untersuchung der Permeabilität des Gebirges wurden sowohl WD-Versuche als auch Injektionstests mit Einpressung von Gasen durchgeführt. | 02

Bei der Auswertung wurden neben Versuchen mit stationärer Strömung auch solche mit instationärer Strömung berücksichtigt. Die ermittelten Permeabilitäten lagen im Bereich von etwa



10^{-17} m^2 bis 10^{-12} m^2 , wobei etwa ab 3 m bis 4 m Entfernung von der Ausbruchlaibung die Permeabilitäten kleiner als der geforderte Wert von 10^{-14} m^2 waren.

4.2.5 Laborversuche

Zur Bestimmung der elastischen Konstanten und Festigkeitsparameter sind zahlreiche Ein- und Dreiaxialversuche an Gesteinsproben aus dem Erzlager sowie den Hangend- und Liegendschichten ausgeführt worden.

02

4.3 Ergänzende geotechnische Untersuchungen

4.3.1 Rechenmodell zur Beschreibung des Spannungs-Dehnungsverhaltens

Das dem Berechnungsverfahren zugrunde zulegende mechanische Modell muß das Spannungs-Dehnungsverhalten des Gebirges so beschreiben, daß eine Aussage über die Standsicherheit und die zu erwartende Verformung der Kammer möglich ist. Wie die auf der Schachanlage Konrad durchgeführten Verformungsmessungen zeigen, verhält sich das Gebirge nicht rein elastisch, vielmehr weist die Zunahme der Verformungen selbst mehrere Jahre nach dem Ausbruch der Strecken auf ein zeitabhängiges plastisches Verhalten des Gebirges hin. Für ein solches Verhalten ist das Modell einer elastisch-viskoplastischen Spannungs-Dehnungsbeziehung zu wählen.

Für den Fels wird in diesem Modell von einer elastisch-viskoplastischen Spannungs-Dehnungsbeziehung ausgegangen, wobei sowohl für den elastischen als auch den viskoplastischen Bereich eine Anisotropie berücksichtigt wird. Sowohl für das Gestein als auch für mögliche Trennflächen wird ein Mohr-Coulomb'sches Bruchkriterium zugrundegelegt, das im Zugspannungsbereich im σ - τ -Diagramm durch eine Vertikale abgeschnitten wird ("tension-cut-off"). Dabei wird der Einfluß der Trennflächen auf die Festigkeit des Gebirges dadurch berücksichtigt, daß die Scherfestigkeiten und die Zugfestigkeiten parallel bzw. senkrecht zu den verschiedenen Trennflächenscharen, deren Raumstellungen beliebig gewählt werden können, gegenüber den entsprechenden Gesteinsfestigkeiten reduziert werden. Auch der Einfluß einzelner Trennflächen kann in den Berechnungen berücksichtigt werden.



Diese Modellvorstellung ist in das Programmsystem FEST03, das auf der Finite-Element-Methode basiert, eingearbeitet. Als Elementtypen werden hier isoparametrische Elemente [15] verwendet. Zur Nachbildung gekrümmter Strukturen werden Elemente mit bis zu 21 Knoten benutzt. Das Programmsystem ermöglicht die Simulation von verschiedenen, aufeinander folgenden Bauzuständen. Als Ergebnis werden die Spannungen in den Elementen und die Verformungen der Knotenpunkte ausgegeben [16].

4.3.2 Laborversuche

Zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Gesteins wurden an Kernproben aus dem Erzlager, dem Zwischenmittel und dem Liegenden im Bereich der Aufweitung der Strecke 532 zusätzliche Ein- und Dreiaxialversuche durchgeführt.

4.3.3 Verformungs- und Spannungsmessungen im Bereich der Strecke 532

Die in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Verformungsmessungen wurden in Strecken durchgeführt, die im Konradprofil aufgefahren und nur durch kurze Gebirgsanker vornehmlich in der Firste gesichert wurden. Um den Einfluß einer Sicherung, wie sie für die Strecken im Bereich des Kammerabschlußbauwerks vorgesehen ist, zu erfassen, wurde die bestehende Strecke 532 auf einen Kreisquerschnitt erweitert und mit einer Sicherung aus 4,5 m und 8,5 m langen Ankern und Spritzbeton versehen. Mit den während und nach den Aufweitungsarbeiten durchgeführten Messungen wurden die aus der Aufweitung resultierenden Verformungen sowie die in der Spritzbetonschale herrschenden Spannungen ermittelt.

Im einzelnen wurden durchgeführt:

- Konvergenzmessungen
- Extensometermessungen
- Inklinometermessungen
- Spannungsmessungen
- Ankerkraftmessungen.



Die Meßquerschnitte sind in den Abb. 10 und 11 dargestellt. Gemessen wurden die aus der Aufweitung resultierenden Verformungen des Gebirges sowie im Spritzbeton auftretende Spannungen. Da mit den Verformungsmessungen bereits vor Beginn der Aufweitung begonnen werden konnte, ist eine ungefähre Trennung der vortriebsbedingten und der aus dem zeitabhängigen Spannungs-Dehnungsverhalten des Gebirges resultierenden Verformungen möglich. Eine Interpretation der Ergebnisse der Extensometer- und Inclinometermessungen führt zu Aussagen über die Größe der plastischen Zonen. In den Abb. 12, 13, 14 und 15 sind die mit den Extensometern gemessenen Verformungen dargestellt. In den Darstellungen der Abb. 12 und 13 werden die zum Hohlraum gerichteten Verformungen senkrecht zur Bohrlochachse dargestellt. Die größten Verformungen betragen etwa 50 mm und wurden an den Extensometerköpfen ES und E3 gemessen. Bei den anderen Extensometern ergeben sich kleinere Verformungen, die 3,6 mm bis 12,8 mm betragen. Mit zunehmendem Abstand von der Ausbruchlaibung nehmen die Verformungen zunächst rasch ab. Bei etwa 3 m bis 4 m Abstand zur Ausbruchlaibung ergibt sich insbesondere bei den Extensometern E2 bis ES ein Knick. Von diesem Punkt an nehmen die Verformungen nur langsam bis zum tiefsten Punkt in etwa 30 m Entfernung von der Ausbruchlaibung ab. Der oben beschriebene Verlauf der Verformungen deutet darauf hin, daß die Zonen mit den größten Zerrungen, die in etwa mit den plastischen Zonen gleichgesetzt werden können, auf einen Bereich von 3 m bis 4 m um die Strecke herum begrenzt sind (E2 und E3). Diese Aussagen werden durch die Ergebnisse der Injektionsversuche (siehe Kapitel 4.6) gestützt.

Der Vergleich von Meßergebnissen mit den Berechnungsergebnissen ermöglicht verbesserte Aussagen über die mechanischen Kennwerte und den Primärspannungszustand im Gebirge.

4.4 Aufweitung der Strecke 532

4.4.1 Ausbruch und Sofortsicherung

Im Rahmen eines Versuches wurde die ursprünglich im Konradprofil (Rechteck mit etwa 6,2 m Sohlbreite und etwa 4,2 m Firsthöhe) aufgefahrene Strecke auf ein Kreisprofil mit einem Durchmesser von 9,5 m aufgeweitet. Aus geomechanischen Gründen war ein Mindestabstand von 1,5 m bis 2,0 m zum Liegenden einzuhalten.

Aus betrieblichen Gründen erfolgte die Streckenaufweitung mit den auf Konrad vorhandenen Teilschnittmaschinen. Der Ausbruch



der Firste, Stöße und Sohle erfolgte in Teilschritten, jeweils über die gesamte Länge der Meßstrecke (siehe Abb. 16).

Das auf der TSM installierte Ankerbohrgerät ermöglichte nach 1 m Schnitt-Tiefe eine Sofortsicherung mit unvermörtelten Spreizankern von 1,8 m Länge in einem Raster von etwa 1 m • 1 m.

Durch den Ausbruch bedingte Nachbrüche, z.B. entlang von Trennflächen insbesondere im Bereich der Stöße, werden durch den sofortigen Einbau von Spritzbeton zur Versiegelung begrenzt. Außerdem wird Spritzbeton zum Ausgleich von Überprofilen eingesetzt.

4.4.2 Ausbruchsfolge

Bei optimalem Geräteeinsatz konnte die Firste mit der maximal möglichen Höhe von 4,2 m ausgebrochen werden. Die Kinematik des Schneidkopfauslegers der TSM erforderte bei dem gewählten Streckendurchmesser stets eine seitliche Umsetzbewegung der Maschine, da aus dem Stand nur eine Breite von 6,2 m aufgefahren werden konnte (siehe Abb. 16).

Die Breite des Ladetisches der TSM und die begrenzte seitliche Bewegung des Schneidkopfauslegers erforderten die Auffahrung der Stöße auf beiden Seiten der Strecke in zwei höhenmäßig versetzten Teilschritten.

Nach der Aufweitung im First- und Stoßbereich wurde der Sohlabschnitt mit einer weiteren TSM aufgefahren, deren Ladetisch auf eine Breite von 2,6 m reduziert wurde.

Die Teilschritte Firste und Stöße wurden jeweils mit 4 m bis 6 m langen Abschlügen mit Sofortsicherung im Abstand von etwa 1 m hinter der "Ortsbrust" aufgefahren. Unter Ortsbrust wird hier der jeweilige Stand der Streckenaufweitung verstanden.

4.5 Sicherung der Strecke 532

4.5.1 Spritzbetonausbau

Im Abstand einer Abschlagslänge hinter der Versiegelung, d. h. 4 m bis 6 m von der "Ortsbrust" entfernt, wurden die äußere Bewehrungslage und etwa 10 cm Spritzbeton eingebaut. Zur zerstörungsfreien Aufnahme von Gebirgsverformungen wurden im äußeren Teil der Spritzbetonschale zehn streckenparallele Lagen mit einer Breite von etwa 20 cm angeordnet. In diesen Lagen



wurde der Spritzbeton ausgespart, die Bewehrung jedoch durchgeführt.

Eine weitere Abschlagslänge zurück wurden 4,5 m und 8,5 m lange Gebirgsanker eingebaut.

Der Spritzbeton, hergestellt mit Korngröße 0 mm bis 8 mm aus werkgemischtem Trockenbeton der Güte B 25 gemäß DIN 1045 (siehe Kapitel 8.2) mit eingemischtem Erstarrungsbeschleuniger, wurde im Trockenspritzverfahren aufgetragen.

4.5.2 Gebirgsanker

Nach Einbau des äußeren Teils der Spritzbetonschale erfolgte eine zusätzliche Sicherung der Ausbruchlaibung mit Gleitankern, die bei Erreichen der zulässigen Ankerkraft Gebirgsverformungen ohne Ankerkraftzunahmen zulassen (siehe Abb.4).

Zur Ausführung kamen Anker, die aus einem Stahlrohr der Güte St 52, Außendurchmesser 30 mm, mit kalt aufgerolltem Schraubgewinde R 32 bestehen. Die zulässige Ankerkraft beträgt 138 kN. Die Anker wurden mit Längen von 4,5 m und 8,5 m ausgeführt, wobei 4 m bzw. 8 m als maximale Verankerungslänge und 0,5 m zur Aufnahme des Ankerkopfes erforderlich waren. Die 4,5 m langen Anker wurden jeweils in einem Stück eingebaut, wohingegen die 8,5 m langen Anker im First- und Stoßbereich aufgrund des begrenzten Raumes mittig gestoßen wurden. Die Verbindung wurde jeweils mit einer Schraubmuffe hergestellt. Die einstufigen Anker wurden in Bohrungen mit einem Durchmesser von 42 mm, die mit der Schraubmuffe gestoßenen Anker in Bohrungen mit einem Durchmesser von 48 mm eingebaut.

Entsprechend dem statischen und dem daraus resultierenden Ausbaukonzept wurden die Anker zunächst als Freispielanker mit einer vermörtelten Verankerungsstrecke von 1,0 m ausgeführt. Als Ankermörtel wurde ein Mörtel auf Zementbasis verwendet. Von den 4,5 m und 8,5 m langen Gebirgsankern wurde je ein Anker auf etwa 4 m² bzw. 7 m² Laibungsfläche eingebaut.

Als Ankerplatten wurden im Bereich der Firste und der Stöße Ankerplatten mit zentrisch eingepreßtem Kegelstumpf und zentrisch konischem Durchgangsloch verwendet. Im Bereich der Sohle wurden weiter entwickelte Kugelkopfplatten eingesetzt, um zusätzliche



Beanspruchungen infolge Winkelabweichung der Ankerplatte zwischen der Normalen zur Ausbruchlaibung und der Achsrichtung des Ankers zu vermeiden. Sämtliche Anker wurden auf etwa 100 kN angespannt.

Die Verankerung am Ankerkopf erfolgte mit einer aus gehärtetem Stahl bestehenden Mutter ("Gleitmutter"), die für eine Grenzlast von 100 kN ausgelegt ist.

Mit Zugversuchen in Anlehnung an DIN 4125 (siehe Kapitel 8.4) wurden im Bereich der Firste, Stöße und Sohle Abnahmeprüfungen durchgeführt. Es konnte die Eignung der Anker mit den vorgenannten Längen erfolgreich nachgewiesen werden. Die ermittelte Tragfähigkeit der Verankerungsstrecke, die bleibende Verschiebung und die rechnerische freie Stahllänge erfüllten die Kriterien der Abnahmeprüfung.

Im Zuge der Fertigstellung der Spritzbetonschale werden sämtliche Anker auch im Bereich der freien Ankerlänge mit Mörtel verpreßt. Diese Vermörtelung des Ringraumes zwischen Bohrloch und Ankerstahl erfolgt durch die Mörtelaustrittsöffnungen des Ankerrohrs.

4.6 Injektionsversuche in Strecke 522

4.6.1 Mehrstufeninjektion

In der Strecke 522 wurde das Gebirge oberhalb der Firste, unterhalb der Sohle und seitlich des westlichen Stoßes in 4 Versuchsfeldern mit Hilfe von Injektionen abgedichtet (siehe Abb. 17 und 18). Als Injektionsmittel kamen dabei Zementpaste und Zementsuspension aus ultrafein gemahlenem Zement sowie Kunstharz zur Anwendung.

Die Zementpasten wurden in allen Feldern eingesetzt, um den als Folge der Überbeanspruchung des Gebirges extrem hohlraumreichen streckennahen Bereich abzudichten. Gleichzeitig sollte der so verpreßte Bereich als Widerlager für die in großen Tiefen mit größeren Drücken durchzuführenden Injektionen dienen (Injektionsphase I). Diese Abdichtungsinjektionen wurden in etwa 9 m tiefen Bohrlöchern im Bohrlochtiefsten beginnend in den drei Stufen der Injektionsphase II durchgeführt. Die hohlraumnächste Verpreßstufe wurde dabei in einzelnen Fällen weiter unterteilt.



Die Injektionen wurden über Bohrungen durchgeführt, die in einem 1. Schritt in einem Raster von 2 m 2 m angeordnet waren. Am Stoß und in der Sohle erfolgte eine Verdichtung des Bohrlochrastrers auf 1 m • 1 m.

Die Injektionsdrücke lagen bei den Zementsuspensionen zwischen 15 bar und 20 bar. Das Kunstharz wurde mit Drücken von 20 bar bis 40 bar verpreßt.

Wie bereits in Kapitel 3.5.1 ausgeführt, wurden die erforderlichen Injektionsbohrungen nach dem Drehbohrverfahren erstellt, wobei für Zementinjektionen Bohrlochdurchmesser von 76 mm und für Kunstharzinjektionen Bohrlochdurchmesser von 41 mm zur Anwendung kamen.

Die Zementinjektionen wurden mit kompakten Injektionsanlagen, bestehend aus Kolloidalmischer, Rührwerk, Doppel- oder Einfach-Kolbenpumpe und Schlauchpacker ausgeführt. Zur Protokollierung der Injektionen wurde ein kontinuierlich aufzeichnender Druckmenschreiber eingesetzt.

Das Verpressen der Kunstharze erfolgte über druckluftbetriebene Zweikolbenpumpen und Bläh- oder Schraubpacker, die ein dichtes Verspannen im Bohrloch beim Injizieren gewährleisten.

4.6.2 Überprüfung des Abdichtungserfolgs

Der Abdichtungserfolg wurde mit Hilfe von Kernbohrungen, Vollbohrungen und darin ausgeführten WD-Versuchen überprüft. Für den streckennahen Bereich wird eine Permeabilität von $< 10^{-14} \text{ m}^2$ gefordert. Diese Permeabilität entspricht bei 40 °C etwa einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$. Wie die durchgeführten WD-Versuche zeigen, weist das Gebirge im streckennahen Bereich in einer Entfernung von mehr als 6 m von der Ausbruchlaibung Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte auf, die die Anforderung erfüllen.

In Tab.3 sind die für den Bereich mit kleinerem Abstand ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte vor und nach der Durchführung der verschiedenen Abdichtungsmaßnahmen zusammengestellt. Aus den dort dargestellten mittleren Durchlässigkeitsbeiwerten ist erkennbar, daß sich der streckennahe Bereich bei Verpressung mit ultrafein gemahlenem Zement ausreichend abdichten läßt, wenn man zuvor den Bereich von 0 m bis 3 m mit Zementpasten verpreßt (Tab. 3, lfd. Nr. 3). Ein positives Ergebnis wurde auch bei entsprechender Vorgehensweise mit Kunst-



harz erzielt (Tab. 3, lfd. Nr. 5). Die ebenfalls in Tab. 3 dargestellten Schwankungsbreiten der gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerte zeigen, daß die Maximalwerte der gemessenen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte den geforderten Grenzwert von $1,5 \cdot 10^{-7}$ m/s geringfügig überschreiten. Es handelt sich hierbei allerdings sowohl bei der lfd. Nr. 3 als auch bei der lfd. Nr. 5 jeweils nur um einen Wert. Eine solche Überschreitung ist zulässig, da der Grenzwert aus der Forderung einer integralen Permeabilität $< 10^{-14}$ m² (siehe Tab. 1) resultiert, während die Einzelwerte aus den WD-Versuchen jeweils nur für einen kleinen Gebirgsausschnitt gelten. Zur Bewertung können daher die Mittelwerte der durchgeführten WD-Versuche herangezogen werden.

Lfd. Nr.	Abdichtungsmaßnahmen	Mittelwert der in gleichen Tiefen ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (m/s)	Schwankungsbreite der in den WD-Versuchen ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (m/s)
1	keine	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$
2	Zementpaste und Zementsuspension aus Hochofenzement (HOZ)	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$
3	Zementpaste aus HOZ und Zementsuspension aus ultrafein gemahlenem Zement	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$
4	Zementpaste aus HOZ und Kunstharz	$4 \cdot 10^{-7}$	$7,2 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$
5	wie 4, jedoch mit verkürzten Verpreßstufen bei Kunstharz	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$

Tab 3: Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für den Bereich bis zu 6 m Entfernung von der Ausbruchlaibung vor und nach Durchführung von Abdichtungsmaßnahmen

Weiterhin ist zu beachten, daß die Injektionsversuche zur Abdichtung des streckennahen Bereiches in einer im Konradprofil aufgefahrenen an den Stößen und in der Sohle ungesicherten Strecke durchgeführt wurden. Im Unterschied dazu wird im Bereich des Kammerabschlußbauwerks die Strecke im Kreisprofil aufgefahren und mit einer verankerten Spritzbetonschale ausgebaut, wodurch die Auflockerung und die damit verbundene Erhöhung der Durchlässigkeit des streckennahen Bereiches vermindert wird.



Außerdem wirkt dieser Ausbau als Widerlager für die Injektionen und ermöglicht so insbesondere in der Nähe der Hohlraumwandungen eine noch bessere Abdichtung.

4.7 Bewertung der Machbarkeit

Die bei der Aufweitung der Strecke 532 durchgeführten Messungen haben gezeigt, daß sich ein Hohlraum, mit den für das Kammerabschlußbauwerk erforderlichen Abmessungen nachdem in Kapitel 3.1 erläuterten Konzept standsicher herstellen läßt. Wie die Ergebnisse der Extensometermessungen zeigen, ist es durch die Wahl eines statisch günstigen Kreisprofils und durch den raschen Einbau einer Sicherung aus Spritzbeton und Ankern gelungen, die Verformungen zu begrenzen. Außerdem sind die Verschiebungen in der Strecke 532 bereits nach ca. 4 Wochen zur Ruhe gekommen.

Darüber hinaus wurde eine Interpretation der gemessenen Verformungen mit Hilfe der Finite-Element-Methode durchgeführt und die Standsicherheit nachgewiesen. Im Rahmen einer Parameterstudie wurden die Verformbarkeit und die Festigkeit des Gebirges beschreibenden Parameter ermittelt. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Übertragung der in der Strecke 532 gesammelten Erkenntnisse auf andere Teile des Grubengebäudes.

Weiterhin konnte gezeigt werden, daß sich der streckennahe Bereich mit Hilfe von Injektionen auf das geforderte Maß abdichten läßt. Damit ist die Machbarkeit von Kammerabschlußbauwerken grundsätzlich gegeben.

Eine Realisierung der Abschlußkonstruktion (Stahlbetonbauwerk, Stahlabschußwand und Betonabschluß) zum Nachweis der Machbarkeit ist nicht erforderlich, da es sich hierbei um die Ausführung eines Stahlbetonbauwerks in einem standsicheren Hohlraum und somit um eine Bauausführung nach dem Stand der Technik handelt. | 02



5 QUALIFIZIERUNGSPROGRAMM

5.1 Feldeignungsprüfung

Zur Auswahl eines geeigneten Einlagerungsfeldes für die Errichtung von Kammern werden zunächst die vorhandenen Unterlagen zur Geologie ausgewertet. Anhand dieser Unterlagen wird eine Vorauswahl durchgeführt. Die Kriterien für die Eignung sind:

- Ausreichender Abstand zu alten Abbaufeldern,
- Lage der Felder möglichst im Erzlager,
- geringe tektonische Beanspruchung des Gebirges (keine Störungen und Großkluftsysteme).

Die möglichen Standorte können durch Auswertung der Kartierungen und Verformungsmessungen von vorab hergestellten Strecken (z. B. für die Infrastruktur) genauer festgelegt werden.

5.2 Planung der Einlagerungskammer

Die Festlegung der Standorte für die Einlagerungskammern geschieht ebenfalls nach den für die Feldeignungsprüfung genannten Kriterien. Zusätzlich werden die geotechnischen Annahmen mit Hilfe von Kernbohrungen Labor- und Feldversuchen im geplanten Bereich des Kammerabschlußbauwerks überprüft.

Mit Berechnungen nach der Finite-Element-Methode wird die Standsicherheit nachgewiesen und das Kammerabschlußbauwerk bemessen.

Die Standsicherheitsberechnung des Felshohlraums und die Bemessung seines Ausbaus werden von einem Prüferingenieur des Fachgebiets Felsbau geprüft und freigegeben.

5.3 Herstellung der Einlagerungskammer

Die Herstellung der Einlagerungskammer, Ausbruch und Sicherung, erfolgt wie in Kapitel 3.2 und 3.3 beschrieben.



Im Bereich des Kammerabschlußbauwerks werden Meßeinrichtungen zur Kontrolle der Gebirgsverformungen eingebaut. Die Meßergebnisse werden mit den Berechnungsergebnissen verglichen. Gegebenenfalls müssen die Eingangsparameter für die Berechnungen überprüft und angepaßt werden. Bei Veränderung der Eingangsparameter werden erneut Berechnungen zur Standsicherheit nach der Finite-Element-Methode durchgeführt und die Bemessung des Ausbaus überprüft. Der in Kapitel 5.2 beschriebene Prüfvorgang ist ggf. zu wiederholen.

Die Freigabe zur Fertigstellung der Spritzbetonschale (siehe Kapitel 3.3.1) erfolgt nach Auswertung der ab Beginn der Auf-fahrung durchgeführten Verformungsmessungen durch einen Prüfin-genieur des Fachgebietes Felsbau.

5.4 Abdichtung des streckennahen Bereiches

Nachdem nach Abklingen der Verformungen der Ausbau mit Spritz-beton und Gebirgsankern fertiggestellt ist, kann mit der Ab-dichtung des streckennahen Bereiches begonnen werden. Die Ab-dichtung erfolgt mittels Einpressung von Injektionsmitteln auf Zement- und/oder Kunstharzbasis. Die Festlegung der zum Einsatz kommenden Injektionsmittel, der Bohrlochabstände, der Verpreß-stufen und Verpreßdrücke orientiert sich an den Ergebnissen der in der Strecke 522 durchgeführten Versuche (siehe Kapitel 4.6).

Der Abdichtungserfolg wird durch Wasserdruckversuche (siehe Ka-pitel 3.4.2) nachgewiesen. Die Überwachung der Versuchs-durchführung und die Auswertung der Versuchsergebnisse obliegen einem Prüfsingenieur des Fachgebietes Felsbau.

5.5 Bemessung und Errichtung der Abschlußkonstruktion

Die Bemessung der Abschlußkonstruktion erfolgt unter der Voraussetzung, daß die Verformungen des streckennahen Bereichs abgeklungen sind und während der Betriebsphase sich keine Ge-birgsverformungen einstellen, die zu einer Überschreitung der aufnehmbaren Belastungen führen.

Die Bemessung und Ausführungsplanung des Stahlbetonbauwerks und des Betonabschlusses erfolgen auf der Grundlage der DIN 1045 (siehe Kapitel 8.2).



02

Die Bemessung und Ausführungsplanung der während der Eignungsprüfung der Einlagerungskammer erforderlichen Stahlabschlußwand erfolgen auf der Grundlage der Normen DIN 4114, DIN 18800 und DIN 18195 (siehe Kapitel 8.3).

Die Bemessungen und Ausführungsplanungen werden von einem Prüfenieur der Fachgebiete Stahlbetonbau und Stahlbau geprüft und zur Ausführung freigegeben.

Die Errichtung der Abschlußkonstruktion erfolgt grundsätzlich wie in Kapitel 3.5 beschrieben. Aufgrund der zu erfüllenden Dichtigkeitsanforderung gemäß Tab. 1 werden zusätzlich zu den Qualitätssicherungsmaßnahmen (siehe Kapitel 7.2.2 und 7.3) während der Bauausführung der Abschlußkonstruktion folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Stahlbetonbauwerk
- Abnahme der Ausbruchlaibung nach Entfernen des Spritzbetons und Freigabe zur Errichtung des Stahlbetonbauwerks durch einen Prüfenieur des Fachgebiets Felsbau.
- Abnahme der Bewehrung, Fugenbänder und Nachinjektionseinrichtungen in allen Abschnitten und Freigabe zum Betonieren durch einen Prüfenieur des Fachgebiets Stahlbetonbau.
- Stahlabschlußwand
- Abnahme der Stahlabschlußwand nach erfolgter Montage. Auswertung der Dichtigkeitsprüfungen und Freigabe zur Durchführung der Eignungsprüfung der Einlagerungskammer durch einen Prüfenieur des Fachgebiets Stahlbau.
- Betonabschluß
- Abnahme der Bewehrung, Fugenbänder, Nachinjektionseinrichtungen und sonstigen Einbauten in allen Abschnitten und Freigabe zum Betonieren durch einen Prüfenieur des Fachgebiets Stahlbetonbau



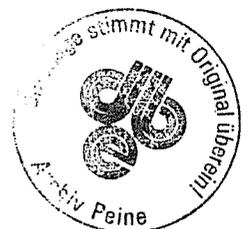
5.6 Eignungsprüfung der Einlagerungskammer

Eine Kammer ist zur Aufnahme von entsprechenden Abfallgebinden qualifiziert, wenn sie sowohl

- die geomechanische als auch
- die radiologische Anforderung erfüllt

Als geomechanische Anforderung wird hier angesehen, daß die Verformungszuwächse des streckennahen Bereiches gegen Null konvergieren und sich die Spritzbetonschale über einen Zeitraum von etwa 3 Monaten im baupraktischen Sinn nicht verformt. Dies bedeutet, daß dann die Spannungsumlagerungen soweit abgeschlossen sind, daß keine Verformungen mehr zu erwarten sind, die die Funktionsfähigkeit des Kammerabschlußbauwerks beeinträchtigen. Wenn diese Anforderung erfüllt ist, ist die Kammer aus geomechanischer Sicht zur Einlagerung von entsprechenden Abfällen geeignet.

Aus radiologischer Sicht ist eine Kammer den Anforderungen gemäß Tab. 1 qualifiziert, wenn der Durchgriff von Luftdruckschwankungen weniger als 5 %/d beträgt. Für diesen Nachweis wird die Kammer im Bereich des Kammerabschlußbauwerks mittels Stahlabschlußwand verschlossen und der Verlauf von Luftdruckschwankungen außerhalb und innerhalb der Kammer gemessen.



6 ERKENNUNG UND BEHERRSCHUNG VON UNDICHTIGKEITEN VON KAMMERN IN DER BETRIEBSPHASE

6.1 Erkennung von Undichtigkeiten

Kammerabschlußbauwerke haben die Funktion, die Aktivitätsfreisetzung zu begrenzen und die Radonfreisetzung durch Verzögerung zu reduzieren. Ein Funktionsverlust von Kammerabschlußbauwerken wird durch die Abwetterüberwachung an Schacht 2 im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung detektiert. Dort wird ein integraler Anstieg von flüchtigen Radionukliden bzw. Radionuklidgruppen nachgewiesen. Für eine lokale Überprüfung der Wirksamkeit der Kammerabschlußbauwerke werden weiter als Meßmethoden

- die Ortsdosisleistungs-Messung im Kammerzugangsbereich,
- die Wischtest-Probennahmen insbesondere an Klüften sowie
- die Luftprobensammlung

eingesetzt.

Mit diesen Methoden ist feststellbar, ob eine erhöhte Aktivitätsfreisetzung im Bereich der Kammerabschlußbauwerke erfolgt.

Bei verringerter Funktionstüchtigkeit von Kammerabschlußbauwerken in Verbindung mit erhöhter Aktivitätsfreisetzung stehen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit die in Kapitel 6.2 beschriebenen Maßnahmen zur Verfügung.

6.2 Beherrschung von Undichtigkeiten

6.2.1 Abdichtung des streckennahen Bereiches

Sollte während der Betriebsphase das Gebirge selbst Undichtigkeiten aufweisen, können von der bewetterten Seite aus Injektionsarbeiten zur Gebirgsabdichtung ausgeführt werden. Die zur Injektion erforderlichen Bohrungen können senkrecht zur



Streckenachse zur Erzielung einer Tiefeninjektion oder geneigt zur Streckenachse fächerförmig ausgeführt werden (siehe Abb.5).

Die Anordnung, Tiefe und Anzahl der Bohrungen, Injektionsstufen und der zum Einsatz kommenden Injektionsmittel werden fallweise festgelegt.

6.2.2 Abdichtung des Stahlbetonbauwerks

Während der Betriebsphase ggf. auftretende Undichtigkeiten des Stahlbetonbauwerks und seines Betonabschlusses können z.B. mittels Injektion von der bewetterten Seite aus nachgedichtet werden.

6.2.3 Abdichtung der Festen

Falls Aktivitätsfreisetzungen durch Wegsamkeiten in der Gebirgsfeste zwischen Kammer und Strecke auftreten, können diese Wegsamkeiten durch Injektionen abgedichtet werden. Die Injektionen können aus den Infrastrukturstrecken und Kammerzufahrten durchgeführt werden.

6.2.4 Errichtung zusätzlicher Kammerabschlußbauwerke

02

Sollten die beschriebenen Nachbesserungen nicht den radiologischen Anforderungen genügen, kann z. B. ein zusätzliches Kammerabschlußbauwerk in der Kammerzufahrt errichtet werden. Bei mehreren Einlagerungskammern mit einer gemeinsamen Zufahrt können auf diese Weise mehrere Kammern bzw. Felder gleichzeitig abgeschlossen werden.

02



7 QUALITÄTSSICHERUNG

7.1 Felsbau

Die Qualität des aufzufahrenden Felshohlraums einschließlich seines Spritzbetonausbaus wird sichergestellt unter Berücksichtigung der "Empfehlungen für den Felsbau unter Tage" (siehe Kapitel 8.1) einschließlich der dort genannten weiteren Empfehlungen, Richtlinien und Normen in der jeweils gültigen Fassung.

7.2 Spritz- und Stahlbetonbau

7.2.1 Spritzbetonbau

Die anforderungsgerechte Ausführung der Spritzbetonarbeiten wird durch die DIN 18551 sowie die "Richtlinien für die Anwendung von Spritzbeton in Untertage-Betrieben im Geltungsbereich der Allgemeinen Bergverordnung" des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld geregelt (siehe Kapitel 8.2). Neben den normgerechten Nachweisen der Güte des Spritzbetons in Form der Eignungs-, Güte- und Erhärtungsprüfung sind für die Qualitätssicherung vor allem das Vorbehandeln der Auftragsfläche zur Erzielung des notwendigen Haftverbundes von Bedeutung. Die Auftragsfläche wird mit Druckluft von Staub und von losen Teilen gereinigt. Vor Einbau des inneren Teils der Spritzbetonschale werden die Auftragsflächen ggf. vorgeätzt, um den Feuchtigkeitsentzug aus dem frischen Spritzbeton zu reduzieren. Darüber hinaus werden nach Bedarf z. B. Haftemulsionen aufgetragen, um den Haftverbund zwischen den beiden Teilen der Spritzbetonschale zu verbessern. Zum Schutz gegen Austrocknen wird der Spritzbeton gemäß Abs. 6.5 in DIN 18551 nachbehandelt.

7.2.2 Stahlbetonbau

Auf der Grundlage der DIN 1045 (siehe Kapitel 8.2) werden Bemessung und Betontechnologie für wasserundurchlässigen und schwindarmen Beton festgelegt. Die Grundlagen zur Qualitätsprüfung des Betons (Eignungs-, Güte- und Erhärtungsprüfung) werden berücksichtigt. Bis zum genügenden Erhärten des Betons wird dieser ausreichend lange feuchtgehalten.



7.3 Stahlbau

Die Herstellung der Stahlabschlußwand des Stahlbetonbauwerks ist durch die Stahlbaunormen DIN 4114 Teil 1 und 2 und DIN 18800 Teil 1 und 7 geregelt (siehe Kapitel 8.3). Die Ausführung der Los-Festflansch-Konstruktion zur Aufnahme des Dichtungsprofils erfolgt nach DIN 18195 (siehe Kapitel 8.3). Entsprechend Kapitel 3.5.2 wird für die Abschlußwand zusätzlich der Nachweis der Gasdichtigkeit für die Schweißnähte an der Blechoberfläche und für das umlaufende Dichtungsprofil vorgesehen.

7.4 Ankertechnik

Die Ankerarbeiten werden entsprechend der Normen DIN 4125, Teil 1 und DIN 21521-1 ausgeführt (siehe Kapitel 8.4). Neben den darin vorgeschriebenen Abnahmeprüfungen werden für den Ankereinbau unter den gegebenen erschwerten örtlichen Bedingungen besondere Kontrollmaßnahmen festgelegt. Diese beziehen sich insbesondere auf die Vermörtelung der Verankerungsstrecke und den kraftschlüssigen Sitz der Schraubmuffe.

02

Darüber hinaus muß sichergestellt sein, daß die Ankerplatte möglichst rechtwinklig zur Ankerachse eingebaut wird.

7.5 Injektionstechnik

Die Ausführung der Injektionen erfolgt entsprechend der DIN 4093 (siehe Kapitel 8.5). Während der Verpreßarbeiten werden die pro Zeiteinheit verpreßten Mengen des Injektionsmittels, die Verpreßdrücke sowie die Verpreßdauer aufgezeichnet. Zusätzlich werden bei vor Ort herzustellenden Injektionsmitteln wie z. B. Zementsuspensionen oder Zementpasten die Wichte und die Fließeigenschaft kontrolliert.



8 VORSCHRIFTEN UND EMPFEHLUNGEN

8.1 Felsbau

Empfehlungen für den Felsbau unter Tage, Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau (DGEG), Essen 1979

8.2 Spritz- und Stahlbetonbau

DIN 18551, Spritzbeton, März 1992

02

Richtlinien für die Anwendung von Spritzbeton in Untertagebetrieben im Geltungsbereich der Allgemeinen Bergverordnung, OBA Clausthal-Zellerfeld, Januar 1985, DIN 1045, Beton- und Stahlbetonbau, Juli 1988

8.3 Stahlbau

DIN 41 14, Stabilitätsfälle

- Teil 1, Stabilitätsfälle, Berechnungsgrundlagen, Vorschriften, Juli 1952
- Teil 2, w.v., Richtlinien, Februar 1953
- Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4114, Mai 1973 bzw. DIN 18000, Teil 2, Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken, Nov. 1990

02

DIN 18800, Stahlbauten

- Teil 1, Bemessung und Konstruktion, März 1981 bzw. Nov. 1990
- Teil 7, w.v., Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen, Mai 1983
- Teil 3, Stabilitätsfälle, Plattenbauten, Nov. 1990
- Teil 4, Stabilitätsfälle, Schalenbauten, Nov. 1990

02

DIN 18195, Bauwerksabdichtungen, August 1983



8.4 Ankertechnik

DIN 21521, Teil 1, Gebirgsanker für den Bergbau und Tunnel-¹⁰²
bau, Juli 1990

DIN 4125, Teil 1, Verpreßanker, März 1988
bzw. DIN 4125, Verpreßanker, Nov. 1990

¹⁰²

8.5 Injektionstechnik

DIN 4093, Einpressen in den Untergrund, September 1987

8.6 Versuchstechnik

Empfehlungen für die Versuchstechnik im Fels,
Nr. 1 Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben, 1979
Nr. 2 Dreiaxiale Druckversuche an Gesteinsproben, 1979
Nr. 9 Wasserdruckversuche in Fels, 1984
Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau (DGEG), Essen

8.7 Fahrzeugbetrieb

Richtlinien des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld für
den Betrieb von Fahrzeugen und zugehörigen Einrichtungen in
nicht durch Grubengas gefährdeten Grubenbauen
(Fahrzeugbetriebsrichtlinien), Clausthal-Zellerfeld, August
1981



9 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Biczok, E.: Untersuchung der Luftdurchlässigkeit von Kornhaufen, Proceedings of the 3rd Budapest Conference on Soil Mechanics, Akademiai Kiado6, Budapest 1968
- [2] entfällt
- [3] entfällt
- [4] entfällt
- [5] entfällt
- [6] entfällt
- [7] entfällt
- [8] entfällt
- [9] entfällt

02



[10] entfällt

[11] entfällt

[12] entfällt

[13] entfällt

[14] entfällt

02

[15] Zienkiewicz, O.C.: Methode der finiten Elemente, Carl Hanser Verlag, München - Wien, 1975

[16] Wittke, W.: Felsmechanik - Grundlagen für wirtschaftliches Bauen im Fels, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984



10 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

GOF Geländeoberfläche

HOZ Hochofenzement

KAB Kammerabschlußbauwerk

LOBA Landesoberbergamt

LHD Load Haul and Dump

NRW Nordrhein-Westfalen

OBA Oberbergamt

SNB Streckennaher Bereich

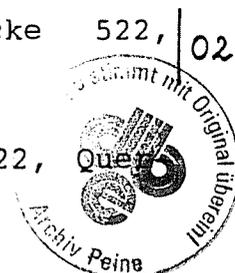
TSM Teilschnittmaschine

WD Wasserdruck



11 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb. 1 KAB; Regellichtraumprofil
- Abb. 2 KAB; Regelquerschnitte
- Abb. 3 KAB; Grundriß und Längsschnitte
- Abb. 4 KAB; Spritzbetonschale und Gebirgsanker
- Abb. 5 KAB; Abdichtung des streckennahen Bereiches
- Abb. 6 KAB; Stahlbetonbauwerk
- Abb. 7 KAB; Stahlabschlußwand und Betonabschluß
- Abb. 8 KAB; Drucküberwachungs- und Regelsystem 102
- Abb. 9 KAB; Lageplan der Extensometer- und Konvergenzmeßquerschnitte auf der 4., 5. und 6.Sohle
- Abb.10 KAB; Anordnung der Extensometer, Inklinometer in Strecke 532
- Abb. 11 KAB; Anordnung der Meßquerschnitte in Strecke 532
- Abb.12 KAB; Verformungsmessungen, Meßquerschnitt 532/6
- Abb. 13 KAB; Verformungsmessungen, Meßquerschnitt 532/7
- Abb. 14 KAB; Aufweitung und Verformung als Funktion der Zeit, Meßquerschnitt 532/7
- Abb. 15 KAB; Aufweitung und Verformung als Funktion der Zeit, Meßquerschnitt 532/7
- Abb. 16 KAB; Aufweitungsfolge in Strecke 532
- Abb. 17 KAB; Injektionstechnik, Versuch in Strecke 522, Übersicht der Felder und Injektionsraster 522, 102
- Abb. 18 KAB; Injektionstechnik, Versuch in Strecke 522, Querschnitt Quer



Erläuterungen zu einigen verwendeten Begriffen

1. Kammerabschlußbauwerk

Das Kammerabschlußbauwerk besteht insgesamt aus folgenden Komponenten:

- dem abgedichteten streckennahen Bereich und der Abschlußkonstruktion bestehend aus:
- dem konisch ausgebildeten Stahlbetonbauwerk und
- der Stahlabschlußwand bzw. dem Betonabschluß

Das Kammerabschlußbauwerk wird in dem Bereich erstellt, der mit einem Kreisdurchmesser $\geq 8,5$ m aufgeföhren worden ist (siehe Abb. 3).

2. Abschlußkonstruktion

Die Abschlußkonstruktion ist der Teil des Kammerabschlußbauwerkes ohne den abgedichteten streckennahen Bereich und besteht aus folgenden konstruktiven Komponenten:

- dem konisch ausgebildeten Stahlbetonbauwerk und
- der Stahlabschlußwand bzw. dem Betonabschluß.

3. Stahlbetonbauwerk

Das Stahlbetonbauwerk ist konisch ausgebildet und mittig im Bereich der Kammerabschlußbauwerke angeordnet.

4. Stahlabschlußwand

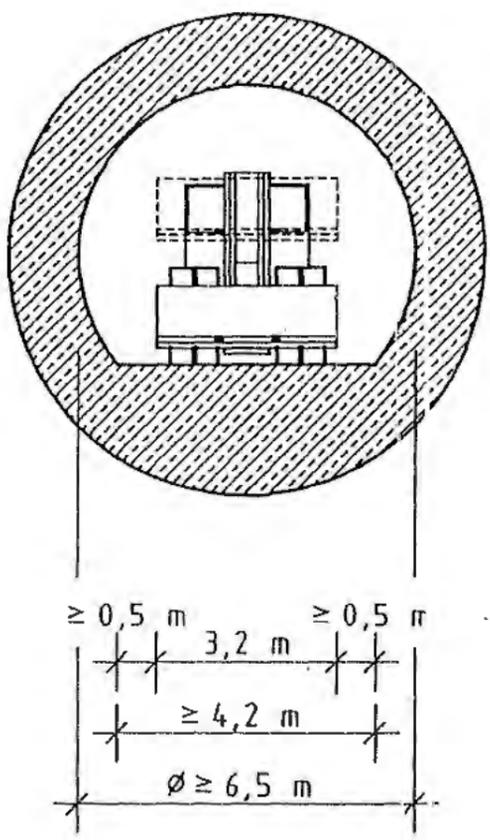
Die Stahlabschlußwand besteht aus einem Trägerrost mit einer gasdicht verschweißten Stahlblechverkleidung und wird als temporäre Abdichtungsmaßnahme zur Eignungsprüfung der Kammer kammerseitig an das Stahlbetonbauwerk montiert und nach Durchführung der Eignungsprüfung demontiert.

5. Betonabschluß

Das Stahlbetonbauwerk wird nach erfolgter Befüllung der Einlagerungskammer mit Beton als Betonabschluß vollständig verschlossen.

02





STAHLBETONBAUWERK, PRINZIPDARSTELLUNG

STAPELFAHRZEUG

ABMESSUNGEN GRÖSSTE BREITE : 3,15 m (MIT GABELTRÄGER 3,20 m)
 GRÖSSTE HÖHE : 3,40 m (BIS EINGEFAHRENEM HUBGERÜST)
 GRÖSSTE LÄNGE : 10,25 m

AUSZUG AUS FAHRZEUGBETRIEBSRICHTLINIEN

SIEHE KAPITEL 8.7 DIESES BERICHTES

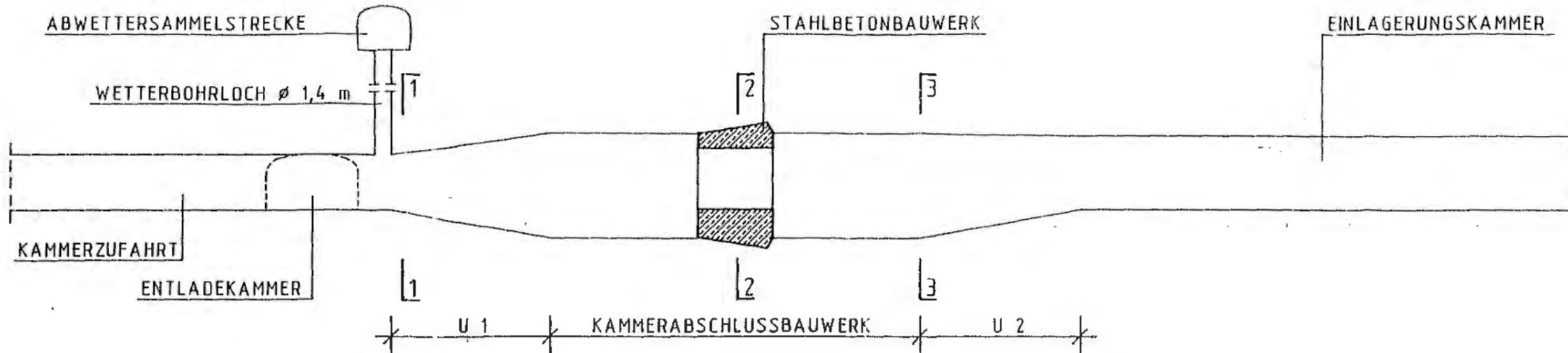
FAHRSTRECKEN

IN GRUBENBAUEN MIT GLEISLOSEM FAHRZEUGVERKEHR MUSS DIE FREIE HÖHE ÜBER DEM FAHRZEUG UND ÜBER DEN AUF DEM FAHRZEUG SITZENDEN AUSREICHEND SEIN. DIE FAHRSTRECKE MUSS UM 1 m BREITER SEIN ALS DIE GRÖSSTE BREITE DER DORT VERKEHRENDEN FAHRZEUGE.

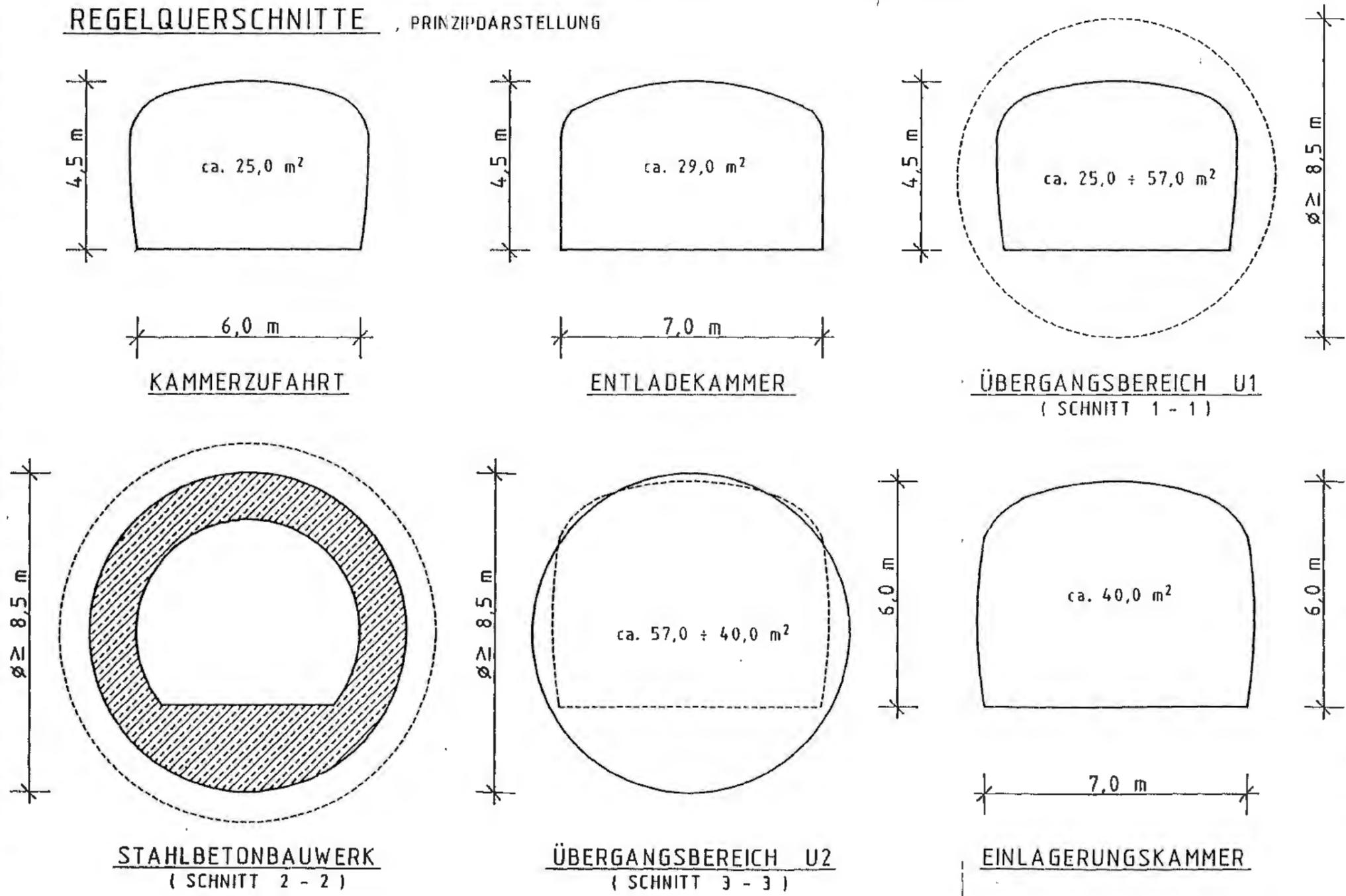
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
gez.	Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer
15.04.91	15.04.91		Abb. 1
bezw.	17.7.91		
gepr.	17.7.91		
Maßstab	CAD-Nr.	TR-Nr.	Kammerabschlußbauwerk
HF-Nr.			Regellichtraumprofil
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung: <small>Für diese Zeichnung/Pläne ist eine Abweichung von den geltenden Regeln der Technik zulässig.</small>			
Projekt	PSP-Element	Objekt	Blatt
9 K	33222.37		
Funktion	Komponente	Gruppe	Blatt
	GHK		
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	

LÄNGSSCHNITT , PRINZIPDARSTELLUNG

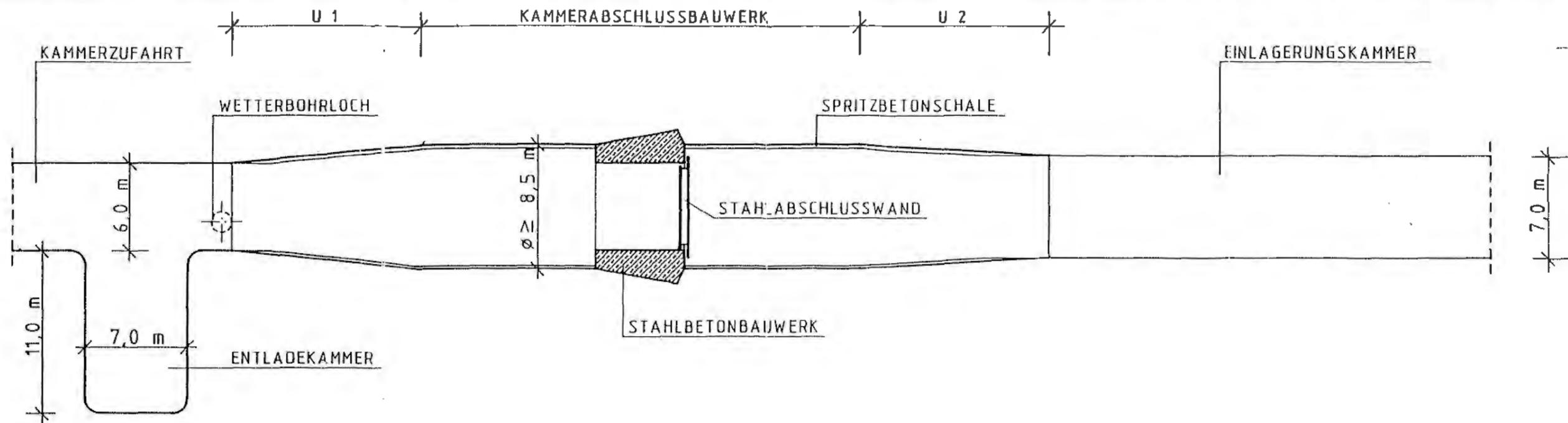
050



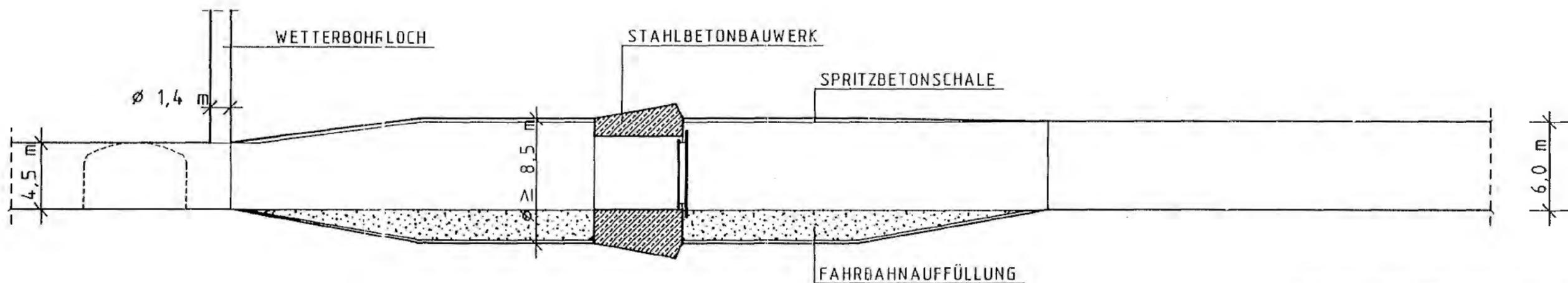
REGELQUERSCHNITTE , PRINZIPDARSTELLUNG



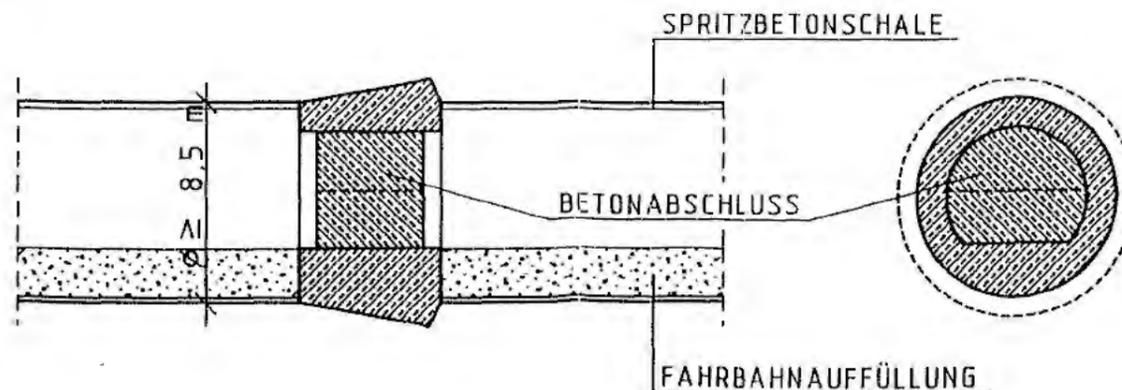
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91	[Redacted]	Abb. 2	
besk. 27.4.91	[Redacted]		
gepr. 2.4.91	[Redacted]		
Material	OXU-Nr.	Kammerabschlußbauwerk	
RF-Nr.		Regelquerschnitte	
Blatt von	Blatt		
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor. Stimmt mit Original überein.			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Kennz.	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Gruppe	Verf.
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD		BACHLEBEN BERGBAU GMBH	
STRABAG BAU-AG		GHK	



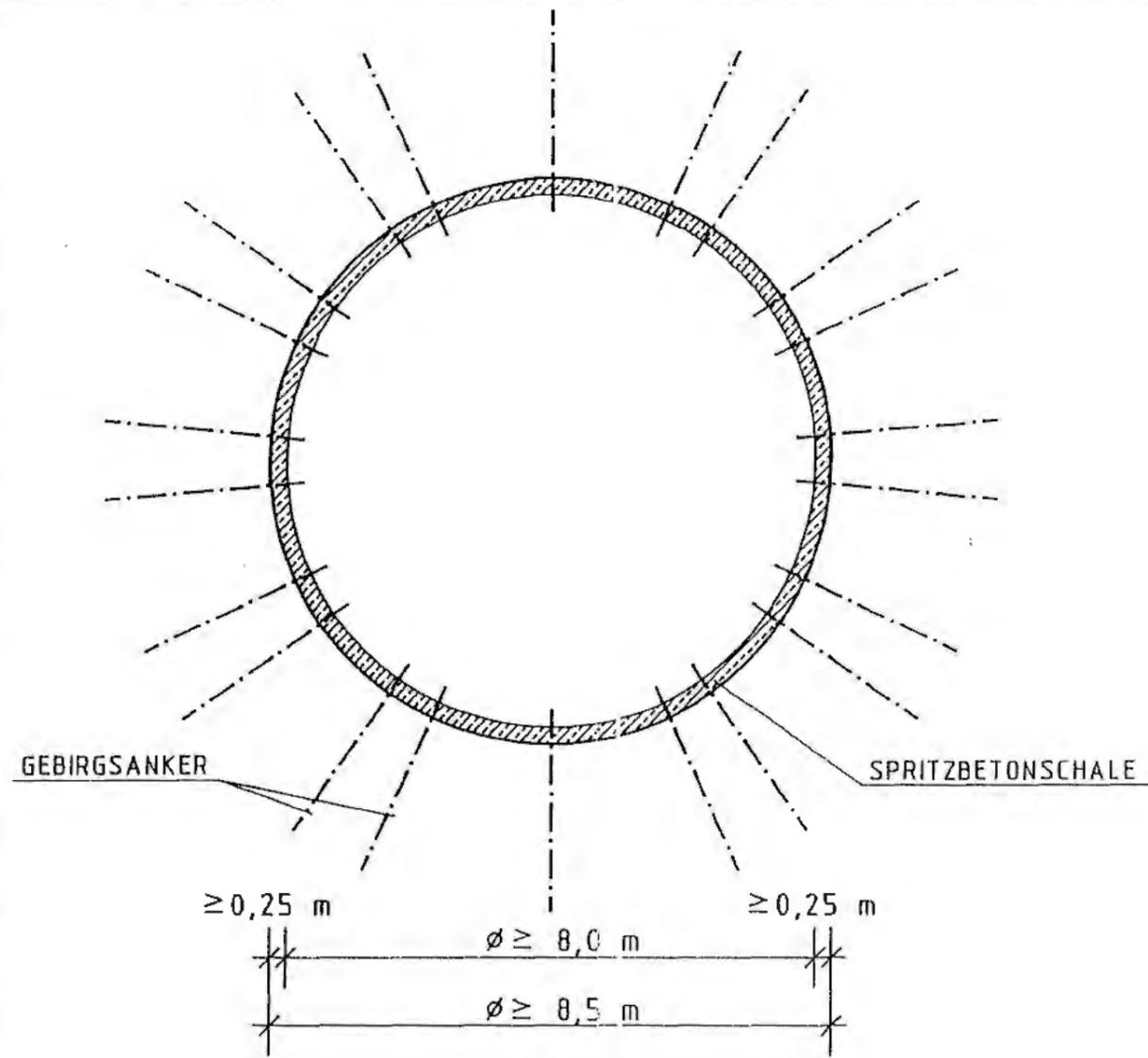
GRUNDRISS, PRINZIPDARSTELLUNG



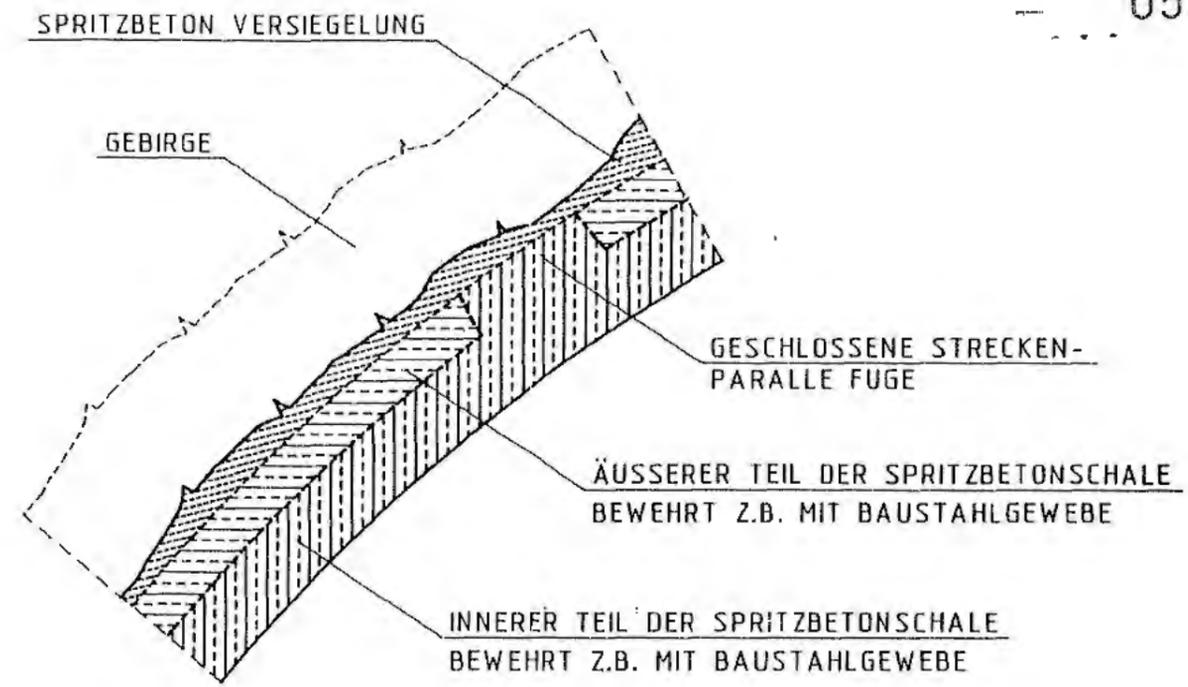
LÄNGSSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG



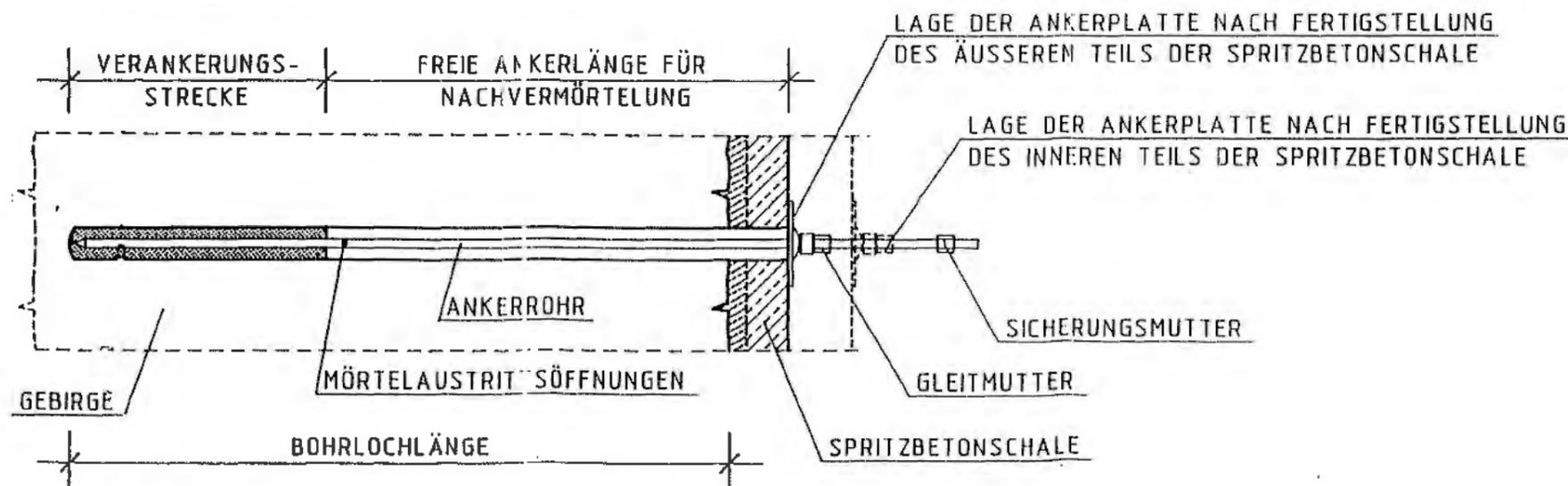
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91		Abb. 3	
bearb. 17.8.91			
gepr. 17.8.91			
Maßstab	CAO-Nr.	Titel	Kammerabschlußbauwerk
W-Nr.			Grundriß und Längsschnitte
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung		Für diese Zeichnung behalten Sie uns alle Rechte vor.	
Projekt	PSP-Element	BIBLIOTHEK	
9 K	33222.37	BIBLIOTHEK	
Fraktion	Komponente	Gruppe	Arbeits-Nr.
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	
STRABAG BAU-AG			



AUSGEBAUTER STRECKENQUERSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG

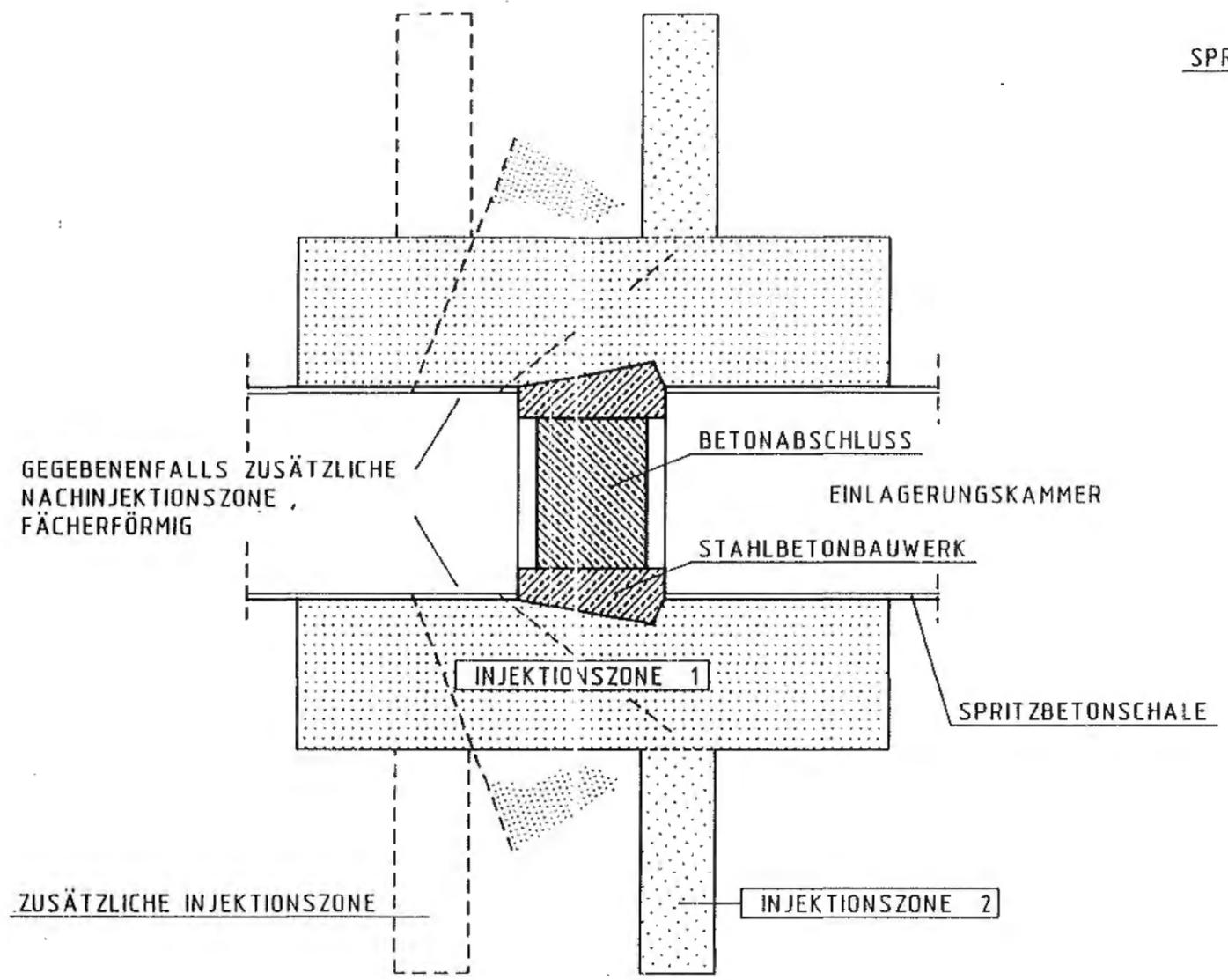


DETAIL SPRITZBETONSCHALE, PRINZIPDARSTELLUNG

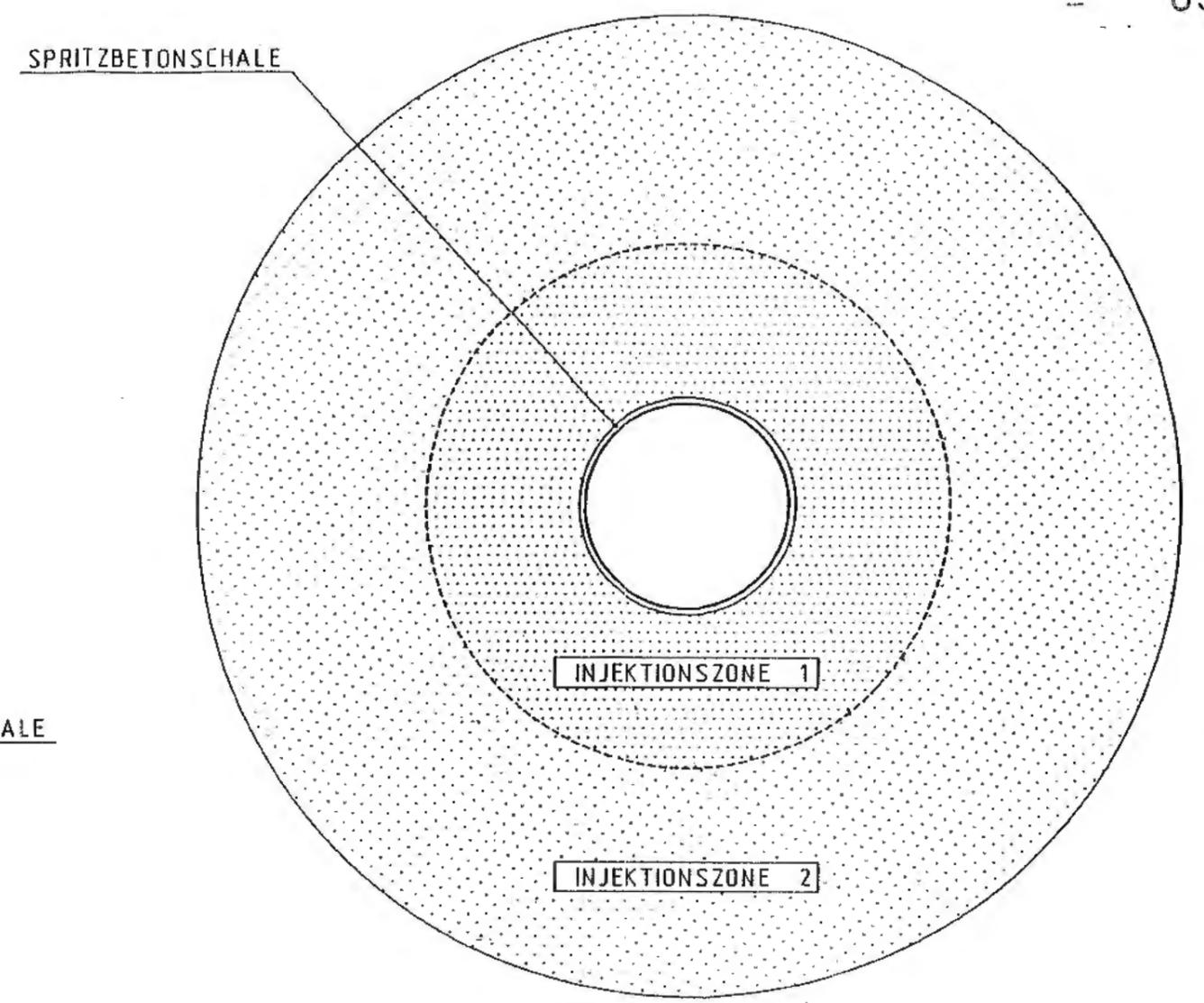


DETAIL ANKER, PRINZIPDARSTELLUNG EINES GLEITANKERS

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
gez.	Datum	Name/Unterschrift	Erfasser und Zeichnungsnummer Freund
bearb.	15.04.91		Abb. 4
gepr.	17.4.91		
Maßstab	1:1	Objekt-Nr.	Kammerabschlußbauwerk
HT-Nr.			Spritzbetonschale und Gebirgsanker
Blatt	von	Blatt	
Elassifizierung:		Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor.	
Projekt	PSP-Element	Objekt-Element	Blatt-Nr.
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Geopost	Gruppe	Abteilung
			GHK
ARBEITSBEMEINSCHAFT KONRAD		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	
STRABAG BAU-AG			

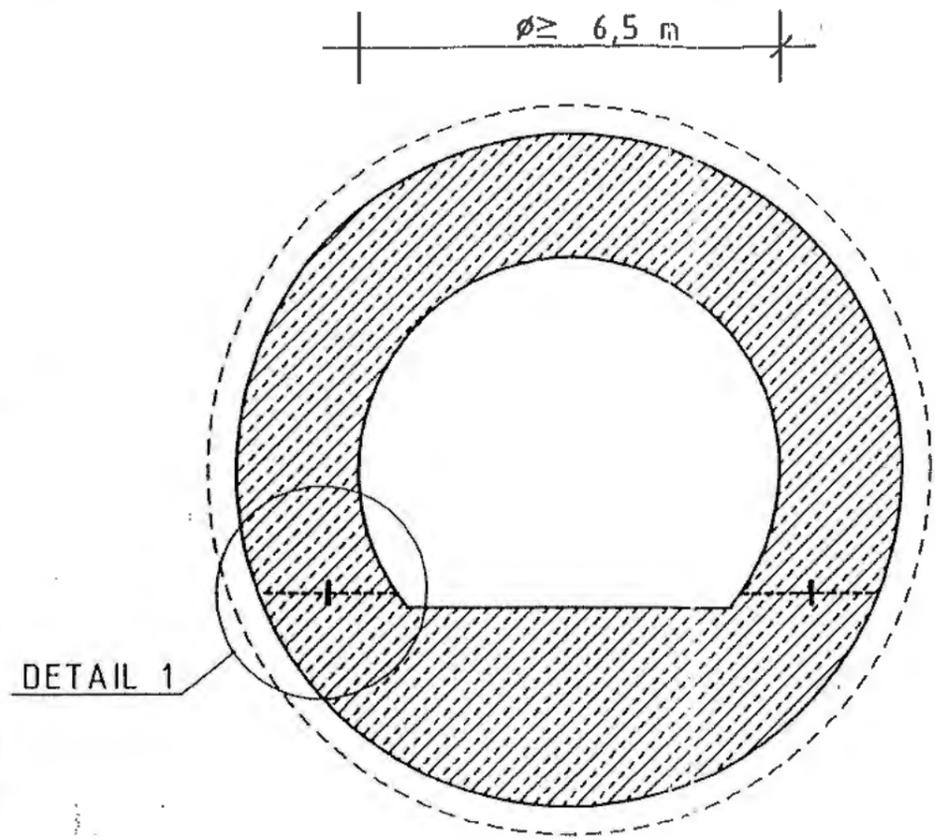


HORIZONTALSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG

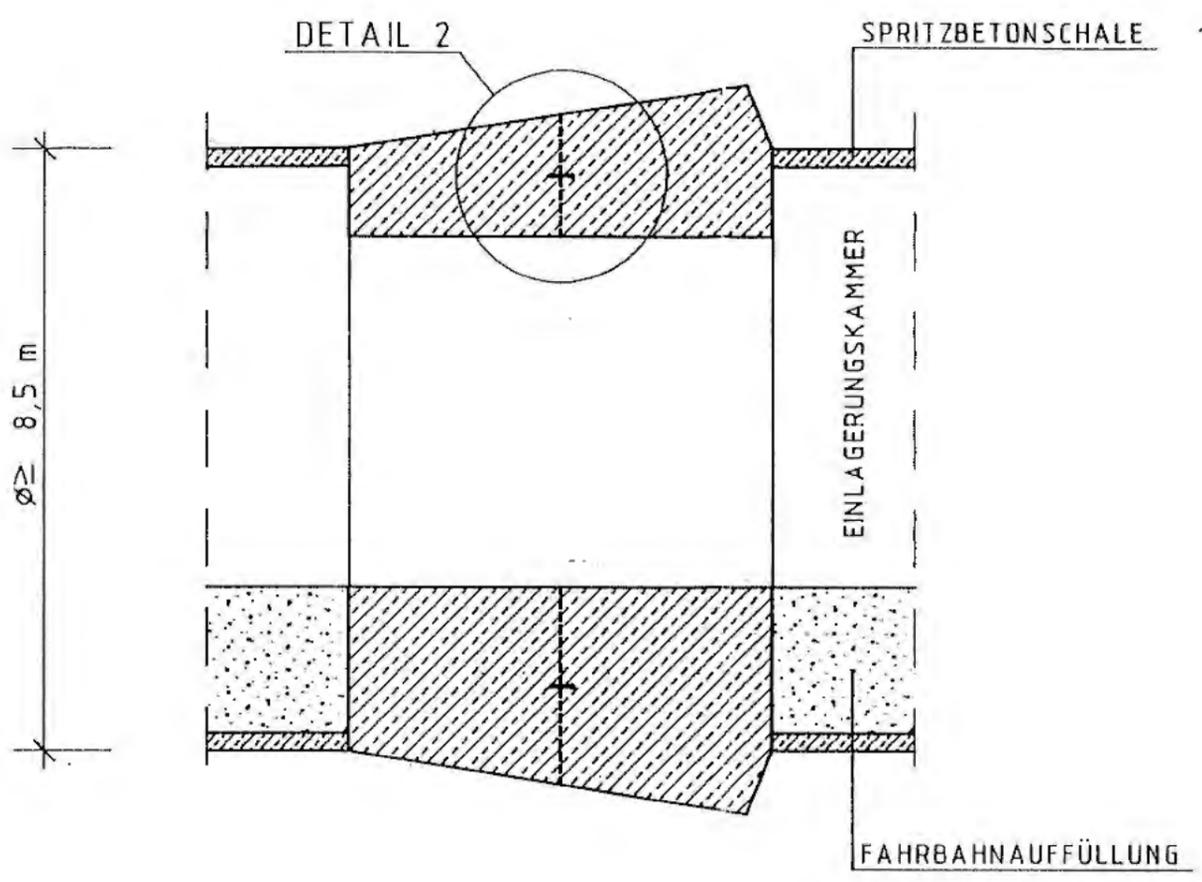


QUERSCHNITT ABDICHTUNG, PRINZIPDARSTELLUNG

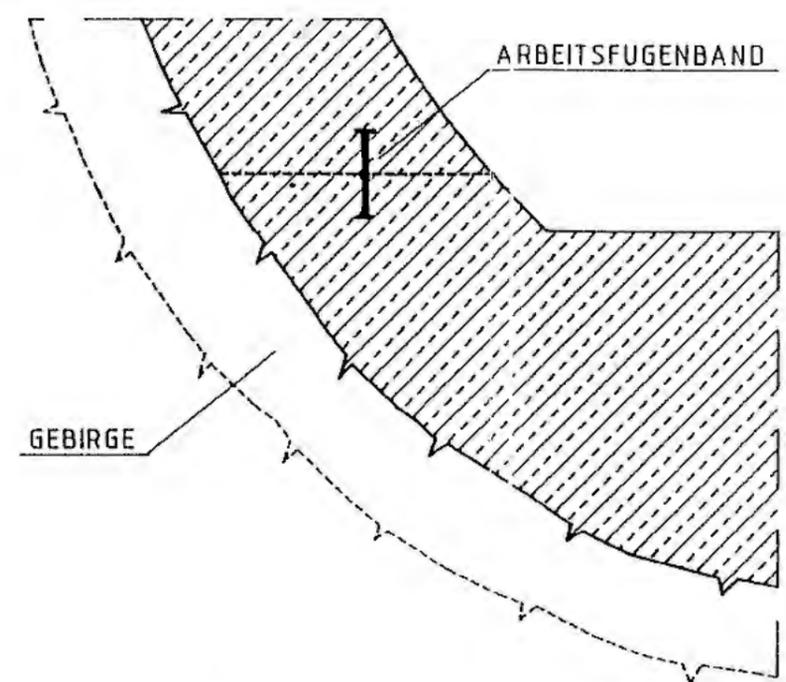
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91	[Redacted]	Abb. 5	
bearb. 17.4.91	[Redacted]		
gepr. 17.4.91	[Redacted]		
Maßstab		Kammerabschlußbauwerk	
MF-Nr.		Abdichtung des streckennahen Bereiches	
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung:			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Kennz.	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



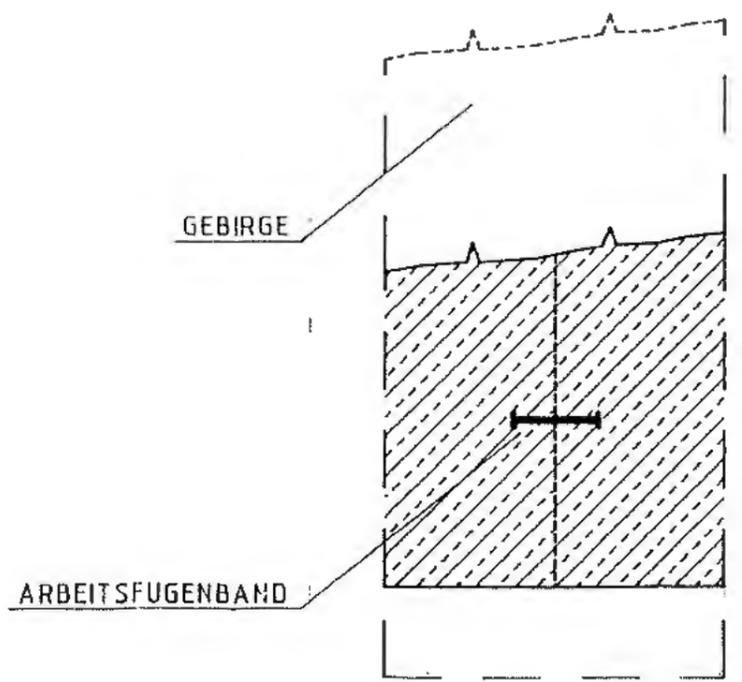
QUERSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG



TEILLÄNGSSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG

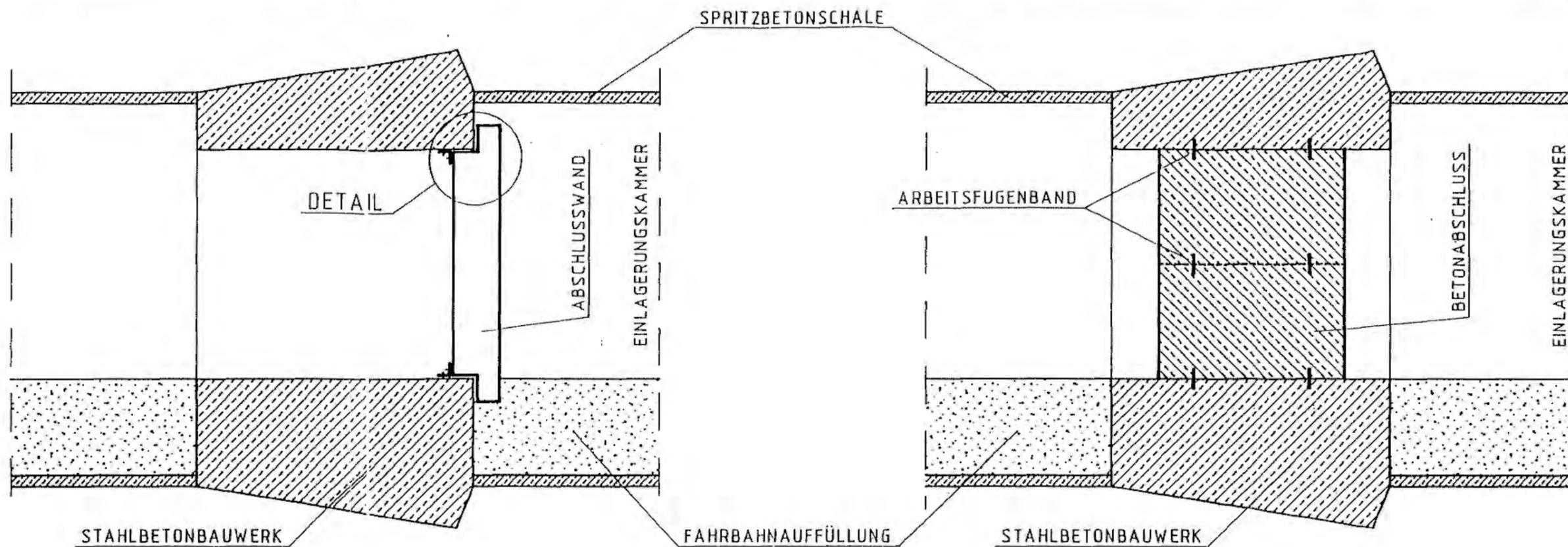


DETAIL 1, PRINZIPDARSTELLUNG



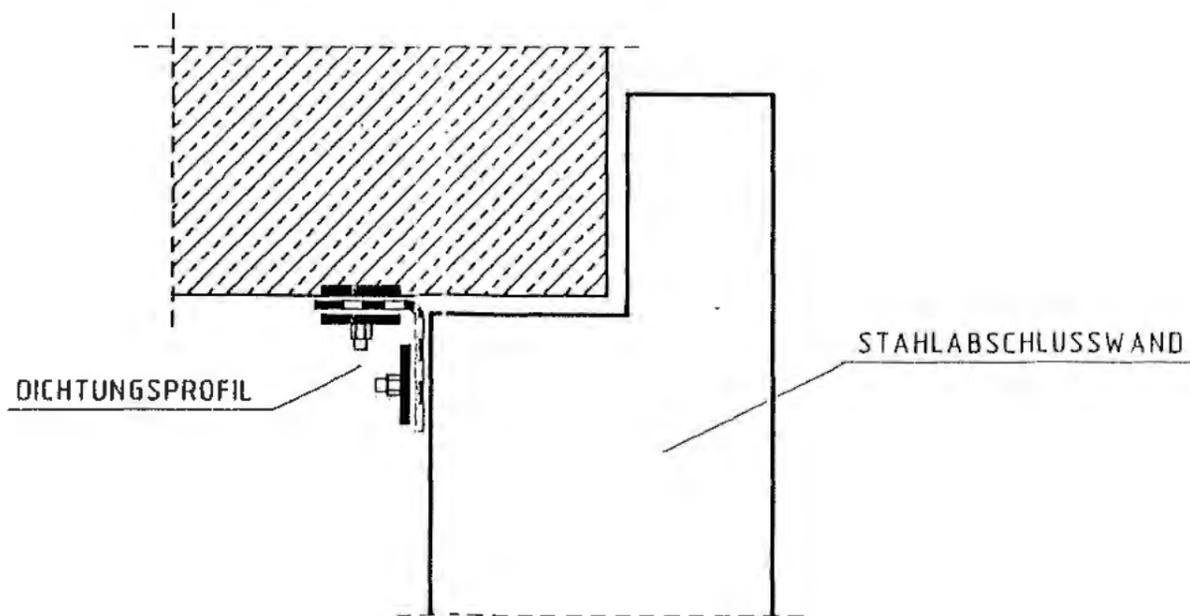
DETAIL 2, PRINZIPDARSTELLUNG

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91	[Redacted]	Abb. 6	
beak. 12.4.91	[Redacted]		
gepr. 17.4.91	[Redacted]		
Maßstab	LD-Str.	Kammerabschlußbauwerk	
W-Nr.		Stahlbetonbauwerk	
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Beleg	Detail-Kennz.	
9 K	33222.37	5800	
Fraktion	Komponente	Gruppe	Art
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



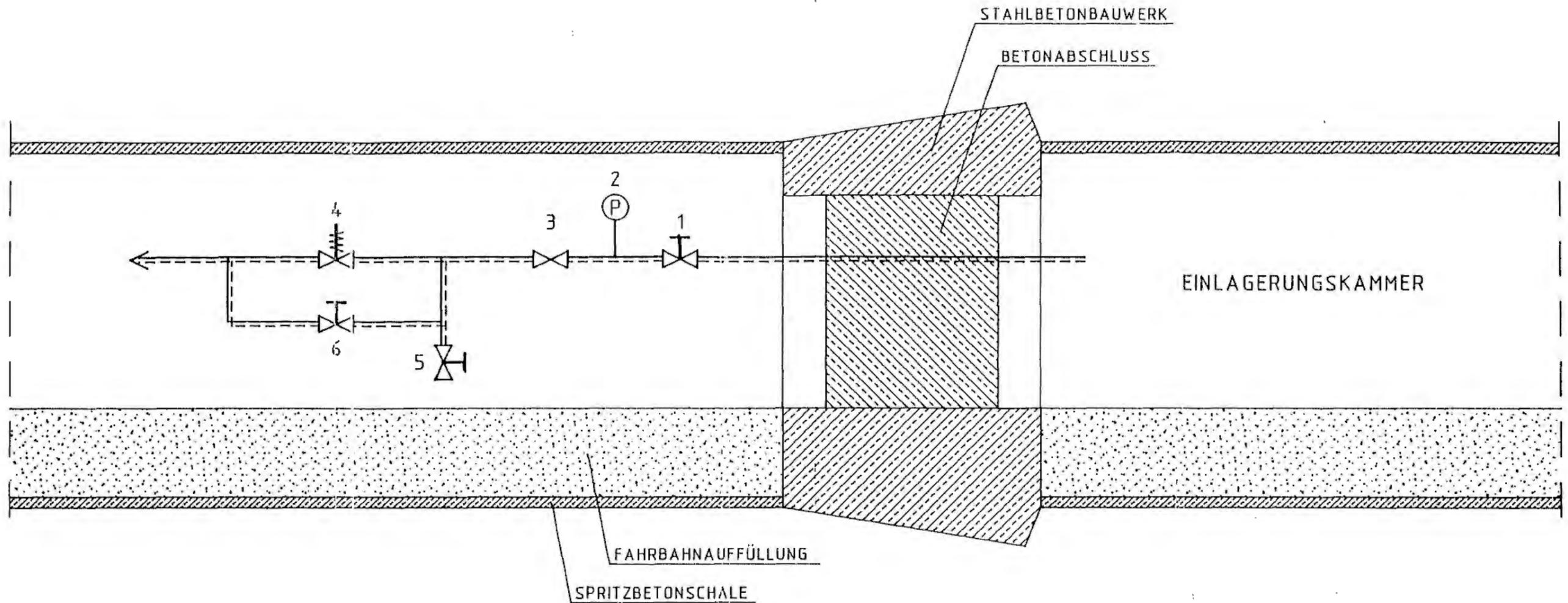
STAHLABSCHLUSSWAND , PRINZIPDARSTELLUNG

BETONABSCHLUSS , PRINZIPDARSTELLUNG



DETAIL , PRINZIPDARSTELLUNG

BfS Bundesamt für Strahlenschutz	
Projekt: Endlager Konrad	
Datum	Ersteller und Zeichnungsnummer
gez. 15.04.91	
zeich. 12.11.91	Abb. 7
gepr. 12.11.91	
Maßstab	Kammerabschlußbauwerk
HF-Nr.	 Stahlabschlußwand und Betonabschluß
Blatt von Blatt	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung befreit von allen Nacharbeiten	
Projekt	PSP-Element
9 K	33222.37
Fraktion	Komponente
	5500
	GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD	
STRABAG BAU-AG	
SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	

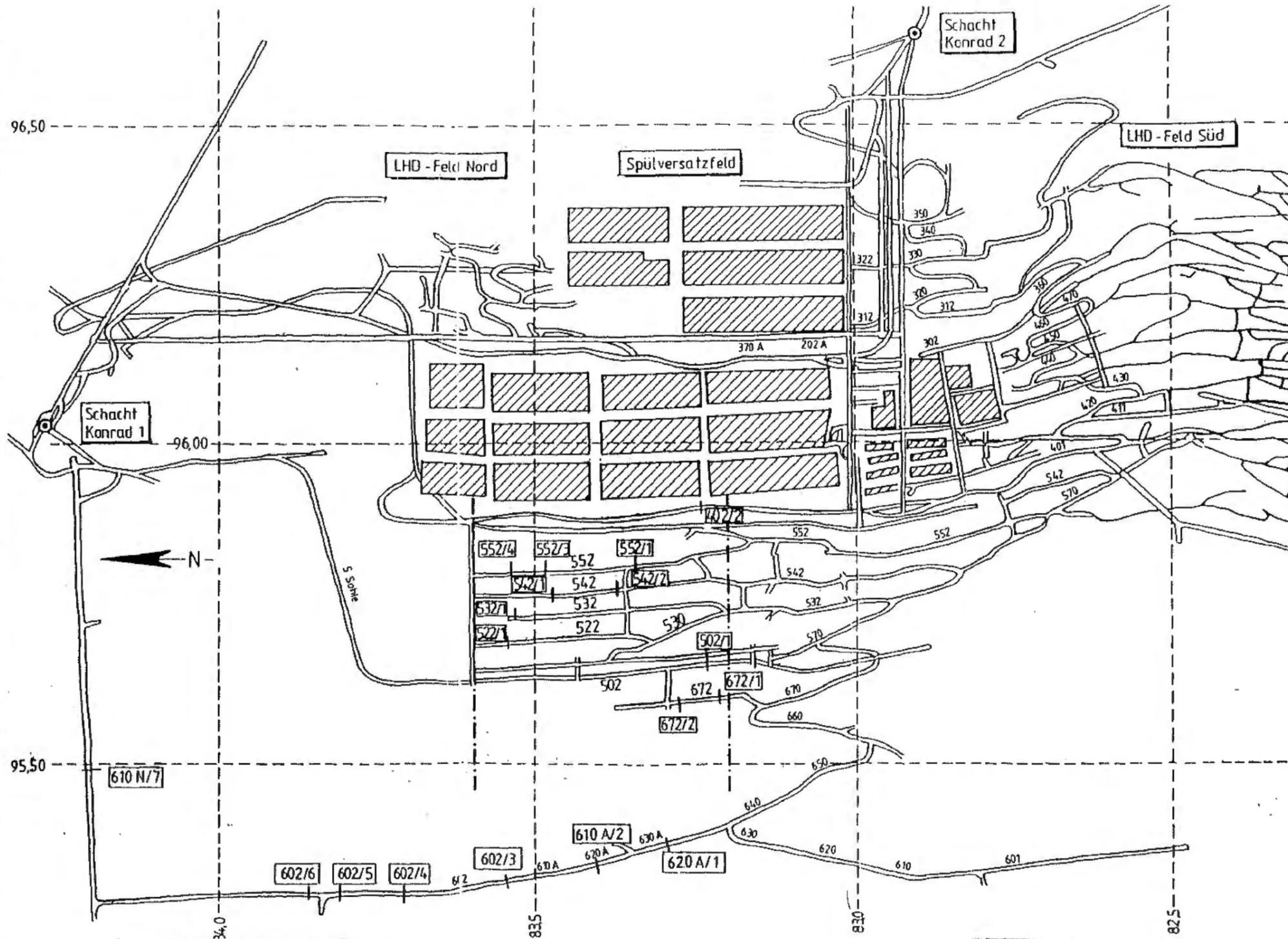


DRUCKÜBERWACHUNGS- UND REGELSYSTEM , PRINZIPDARSTELLUNG

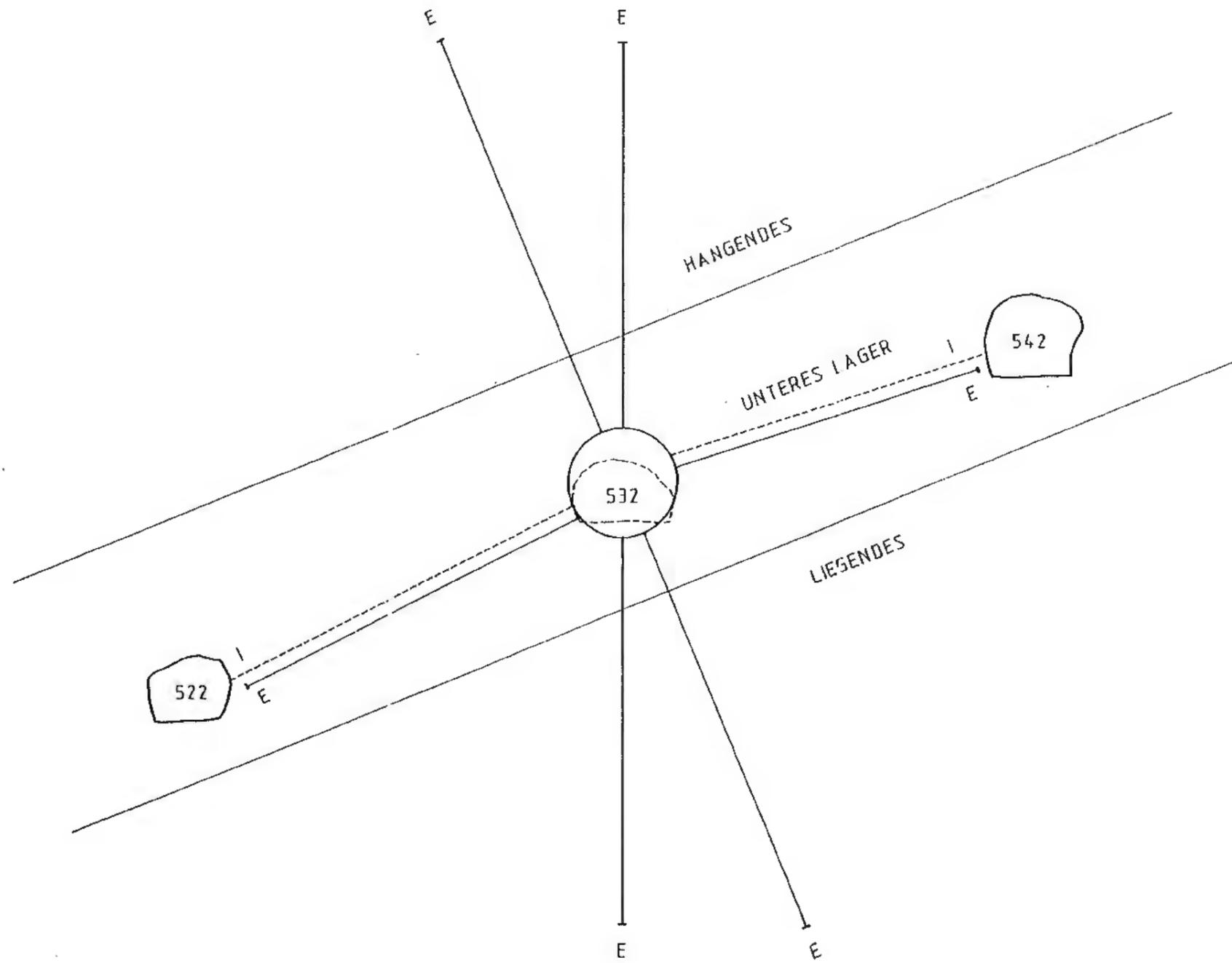
LEGENDE :

- 1 ABSPERRVENTIL
- 2 DIFFERENZDRUCKANZEIGE
- 3 DROSSELARMATUR
- 4 DRUCKENTLASTUNGSVENTIL
- 5 ABSPERRVENTIL
- 6 ABSPERRVENTIL - BYPASS

BFS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Kenn-/Unterschr.Nr.	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91		Abb. 8	
bearb. 02.04.91			
gepr. 13.4.91			
Maßstab	CAD-Nr.	Titel: Kammerabschlußbauwerk	
WF-Nr.		Drucküberwachungs- und Regelsystem	
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung besteht eine alle Maßstäbe...			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Bezeichnung	Blatt-Nr.
9 K	33222.37		5500
Funktion	Kategorie	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



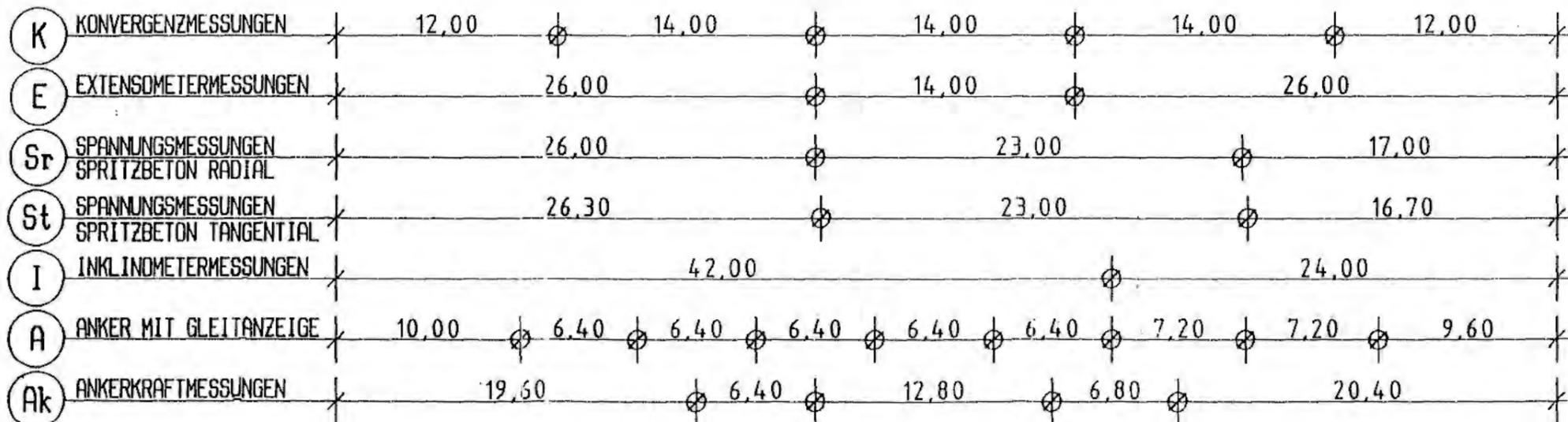
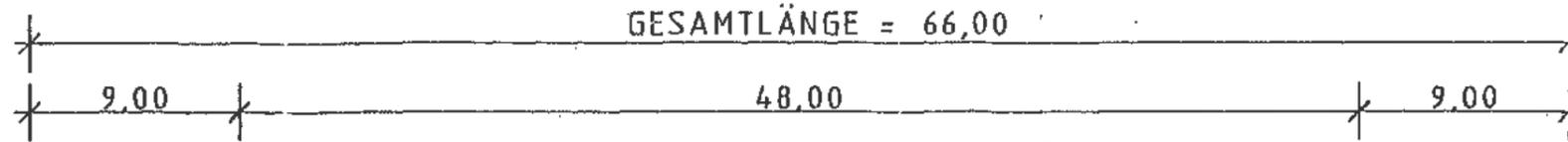
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer	
proj. 15.04.91		PROFESSOR DR.-ING. W. WITTMKE Bergbauingenieur für GRUNDBAU UND BERGBAU Kampfenberg 710 0-1100 Augsburg	
besk. 13.12.91		Abb. 9	
gepr. 13.11.91			
Maßstab	CAV-Nr.	Titel	
		Kammerabschlußbauwerk	
WF-Nr.		Lageplan der Extensometer- querschnitte auf der 4. Sohle	
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Kennz.	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



E = EXTENSOMETER
I = INKLINOMETER

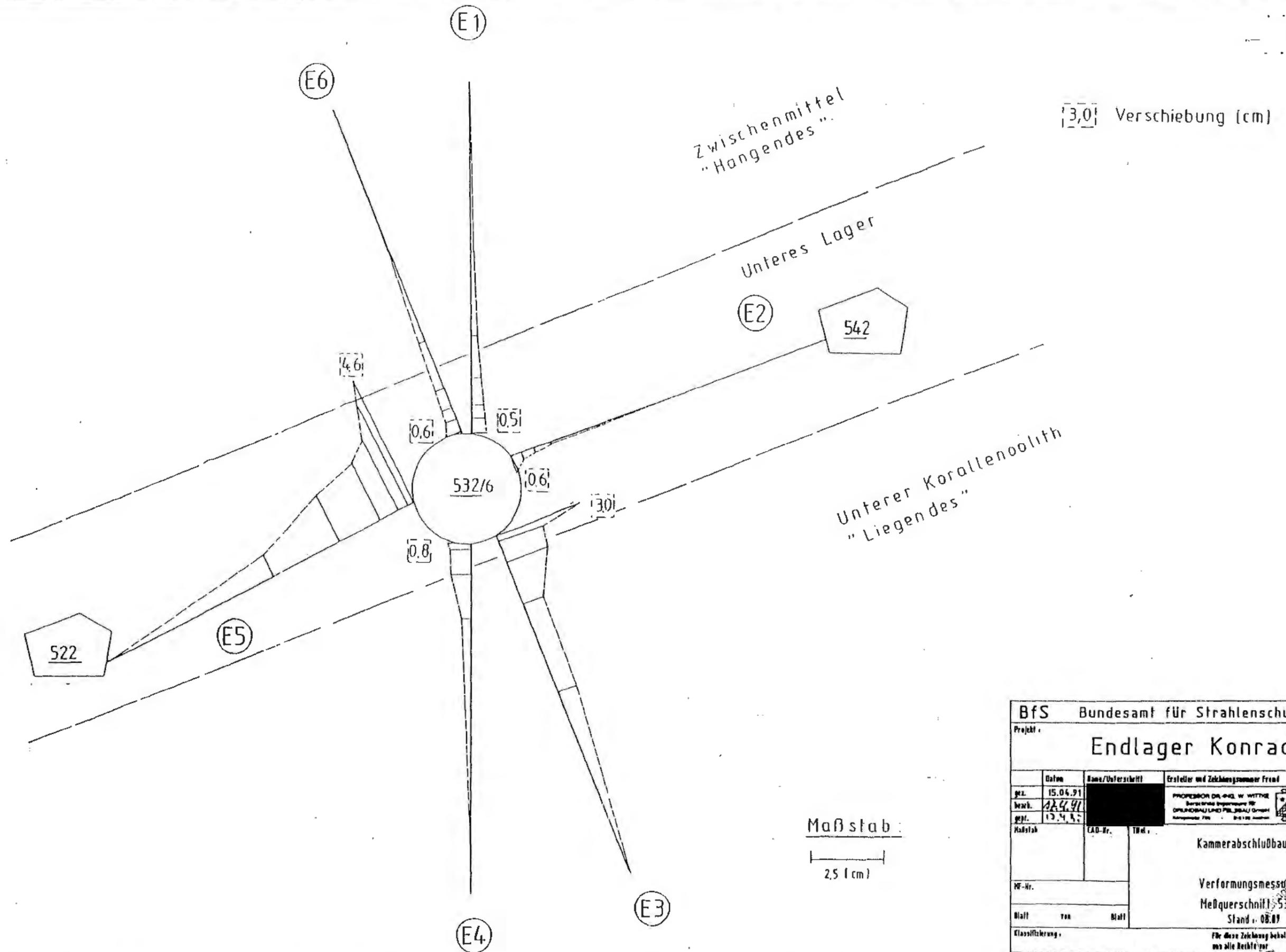
ANORDNUNG DER EXTENSOMETER, INKLINOMETER

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
	Datum	Name/Unterschrift	Erfüller und Zeichnungsmann: Freund
gez.	15.04.91		Abb. 10
bearb.	17.04.91		
gepr.	17.04.91		
Maßstab	CD-Nr.	1:100	Kammerabschlußbauwerk
Nr.-Nr.	Anordnung der Extensometer, Inclinometer in Strecke 532		
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung:		Für diese Zeichnung sind alle Rechte vorbehalten	
Projekt	PSP-Element	Dej. Nr.	
9 K	33222.37	5506	
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



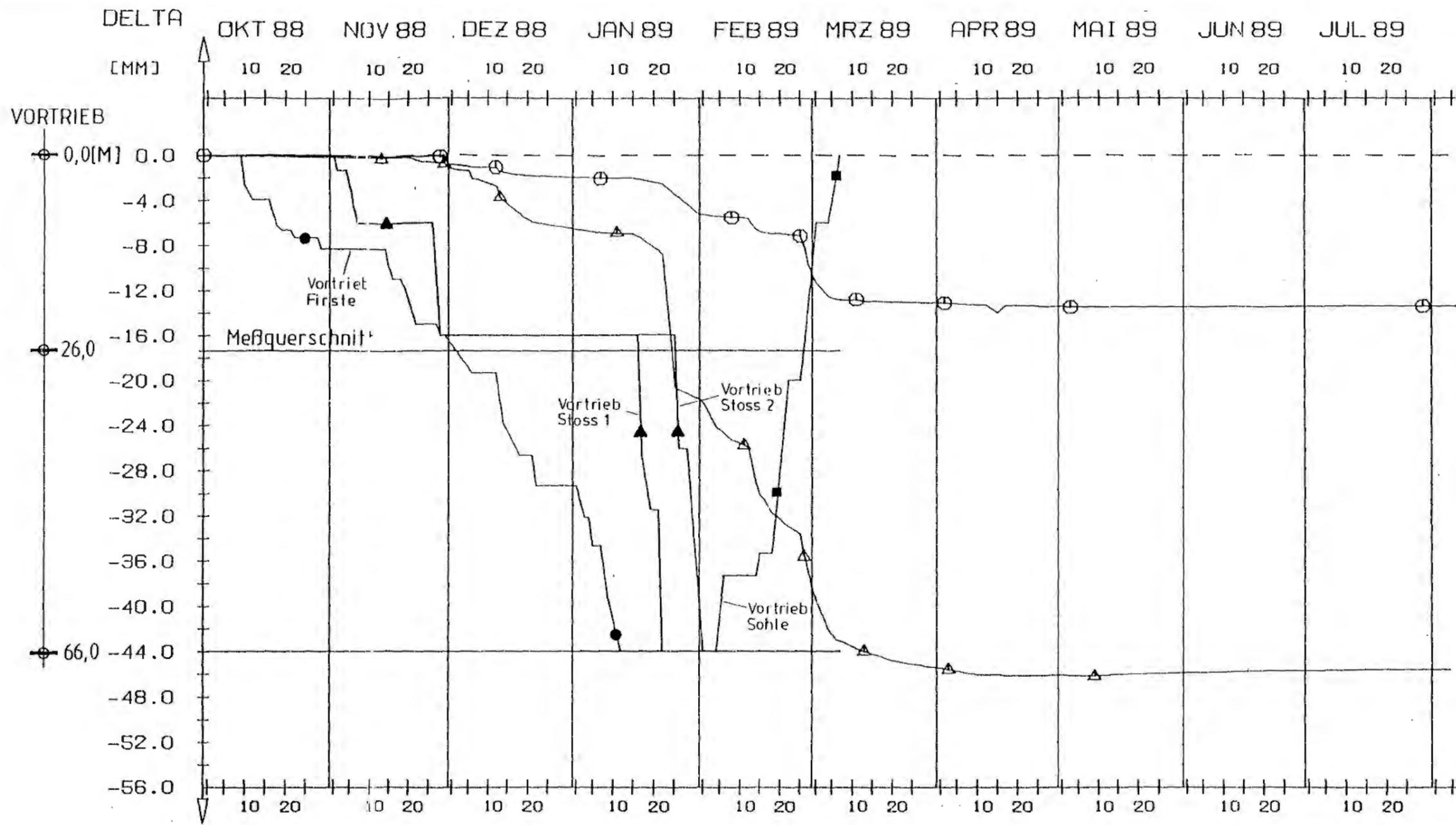
MASSANGABEN IN METER

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer	
gez. 15.04.91		Abb. 11	
bearb. 17.06.91			
gepr. 17.09.91			
Modell	Objekt	Kammerabschlußbauwerk	
Nr.-Nr.	Anordnung der Meßquerschnitte mit Original		
Blatt	von	Blatt	in Strecke 532
Für diese Zeichnung behält das BfS alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Code	Peine
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



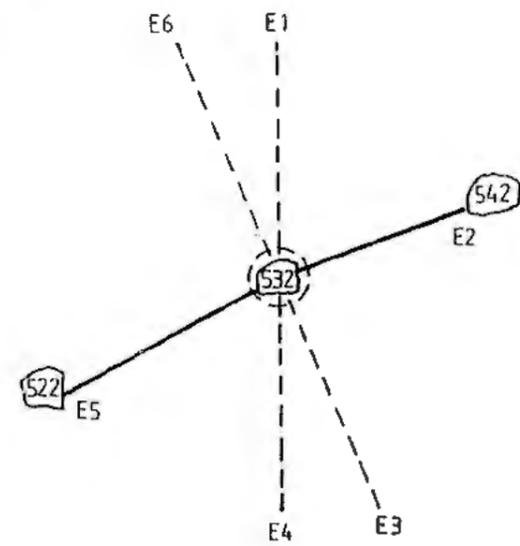
DARSTELLUNG DER MIT DEN EXTENSOMETERN GEMESSENEN VERFORMUNGEN
 MESSQUERSCHNITT 532/6 , STAND: 08.89

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer	
gez. 15.04.91	[Redacted]	PROFESSOR DR.-ING. W. WITTE Bundesschulungsstelle für OPERATIONALE UND PBL. BEW. / GHS Kernenergie 700 10-100	
brak. 02.04.91		Abb. 12	
gepr. 13.04.91			
Maßstab	LAD-Nr.	Titel: Kammerabschlußbauwerk	
		Verformungsmessung	
Nr.-Nr.		Messquerschnitt 532/6	
Blatt von Blatt		Stand v. 08.89	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten alle Rechte vor			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Nummer	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	

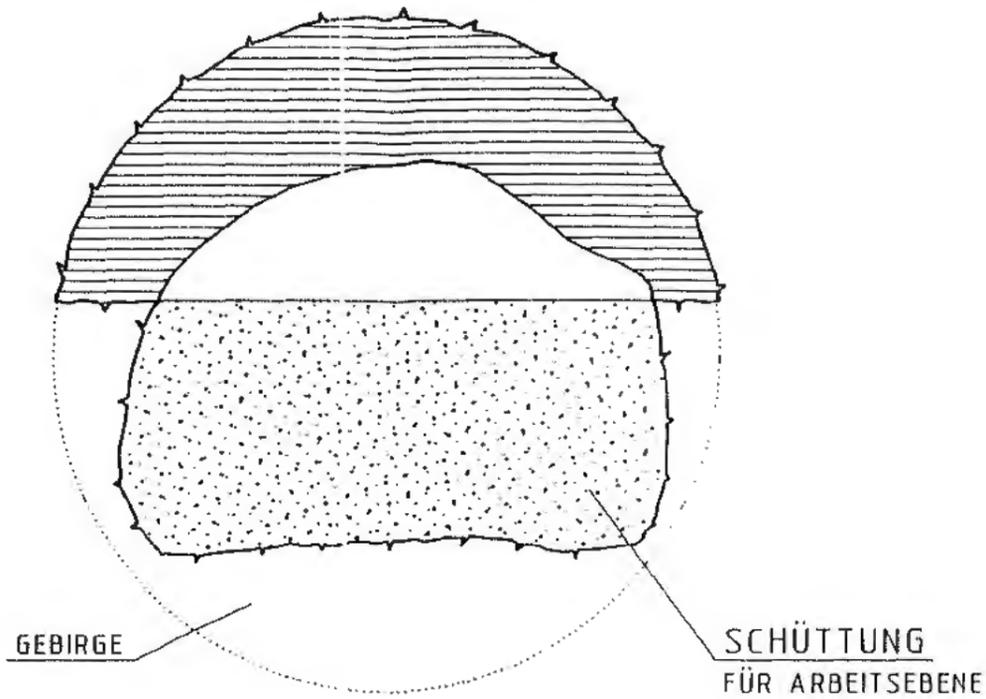


AUFWEITUNG UND VERFORMUNG ALS FUNKTION DER ZEIT
 MESSQUERSCHNITT 532/7, STAND: 08.89

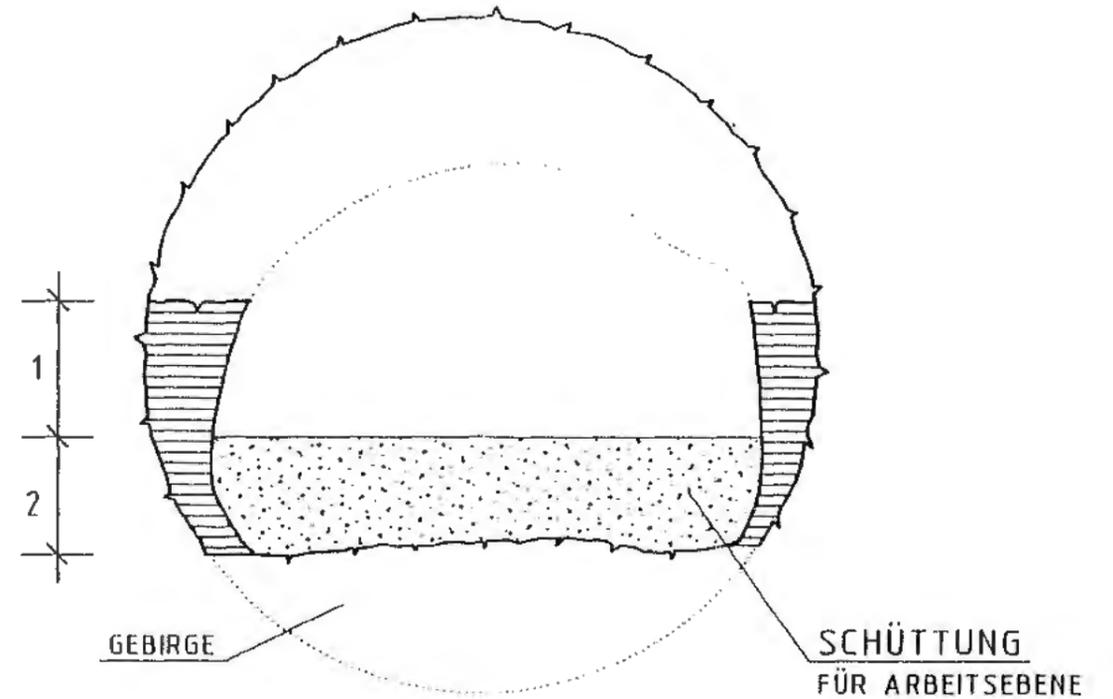
- LEGENDE :**
- ⊙ EXTENSOMETERKOPF E2
 - △ EXTENSOMETERKOPF E5
 - FIRSTE
 - ▲ STOSS
 - SOHLE



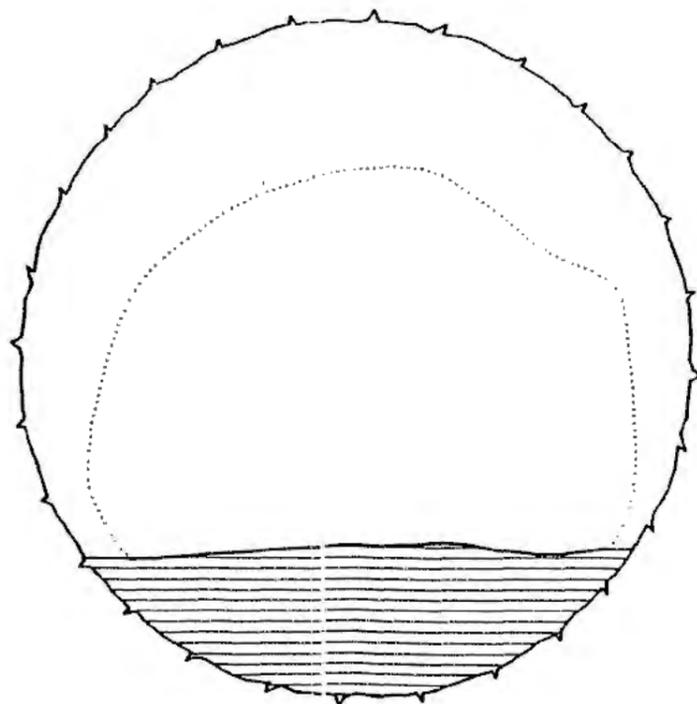
BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Vaterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer	
gez. 15.04.91		PROFESSOR DR.-ING. W. WITTMER BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ DIPLOM-INGENIEUR FÜR BERGBAU UND KONSTRUKTIONSTECHNIK	
bearb. 13.07.91		Abb. 14	
gepr. 12.08.91			
Maßstab	CAD-Nr.	Titel: Kammerabschlußbauwerk	
WF-Nr. Aufweitung und Verformung als Funktion der Zeit			
Blatt von Blatt Meßquerschnitt 532/7			
Stand: 08.89			
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Kennziffer	
9 K	33222.37	5500 Peine	
Frühjahr	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



1. SCHRITT : AUFWEITUNG DER FIRSTE



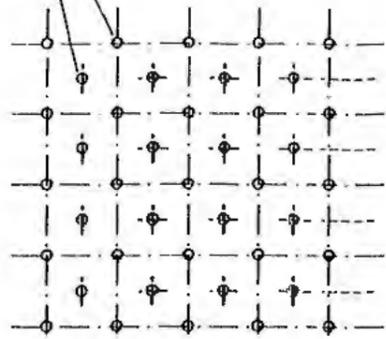
2. SCHRITT : AUFWEITUNG DER STÖSSE
IN ZWEI TEILSCHRITTEN



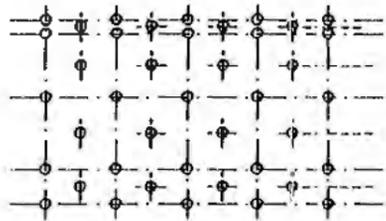
3. SCHRITT : AUFWEITUNG DER SOHLE

Bfs Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
gez.	Datum	Name/Unterschrift	Ersteller und Zeichnungsnummer
15.04.91			Abb. 16
beinh.			
gepr.			
Maßstab	CAD-Nr.	Titel	Kammerabschlußbauwerk
			Aufweitung der Stösse in Strecke 532
Nr.-Nr.			stimmt mit Original
Blatt	von	Blatt	
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Einzel	Objekt-Kennz.	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	

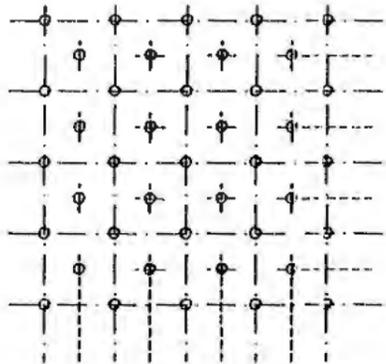
GEPLANTE BOHR-UND INJEKTIONS-LÖCHER



SOHLE



STOSS

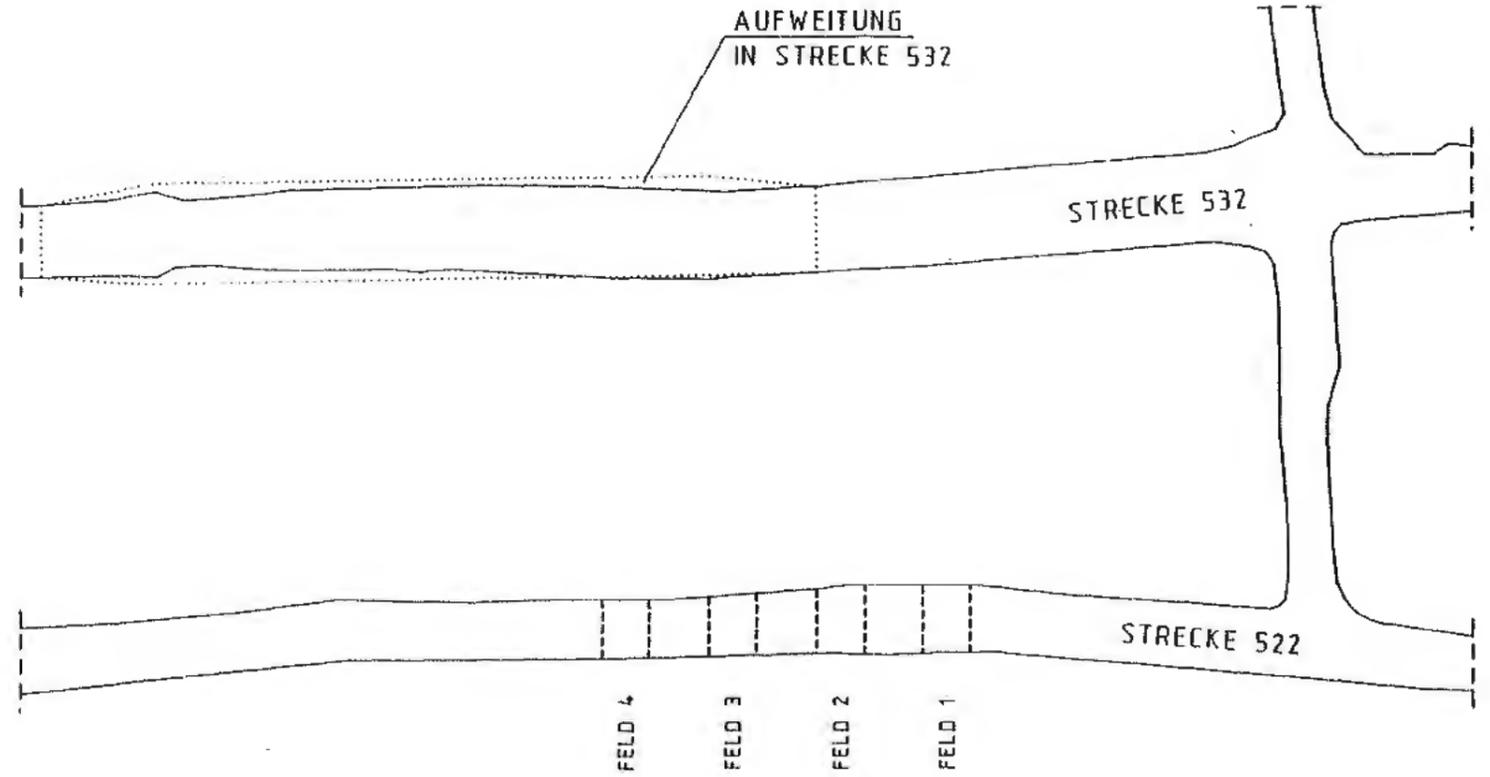


FIRSTE

ABWICKLUNG EINES FELDES
QUERSCHNITT SIEHE ABB. 18

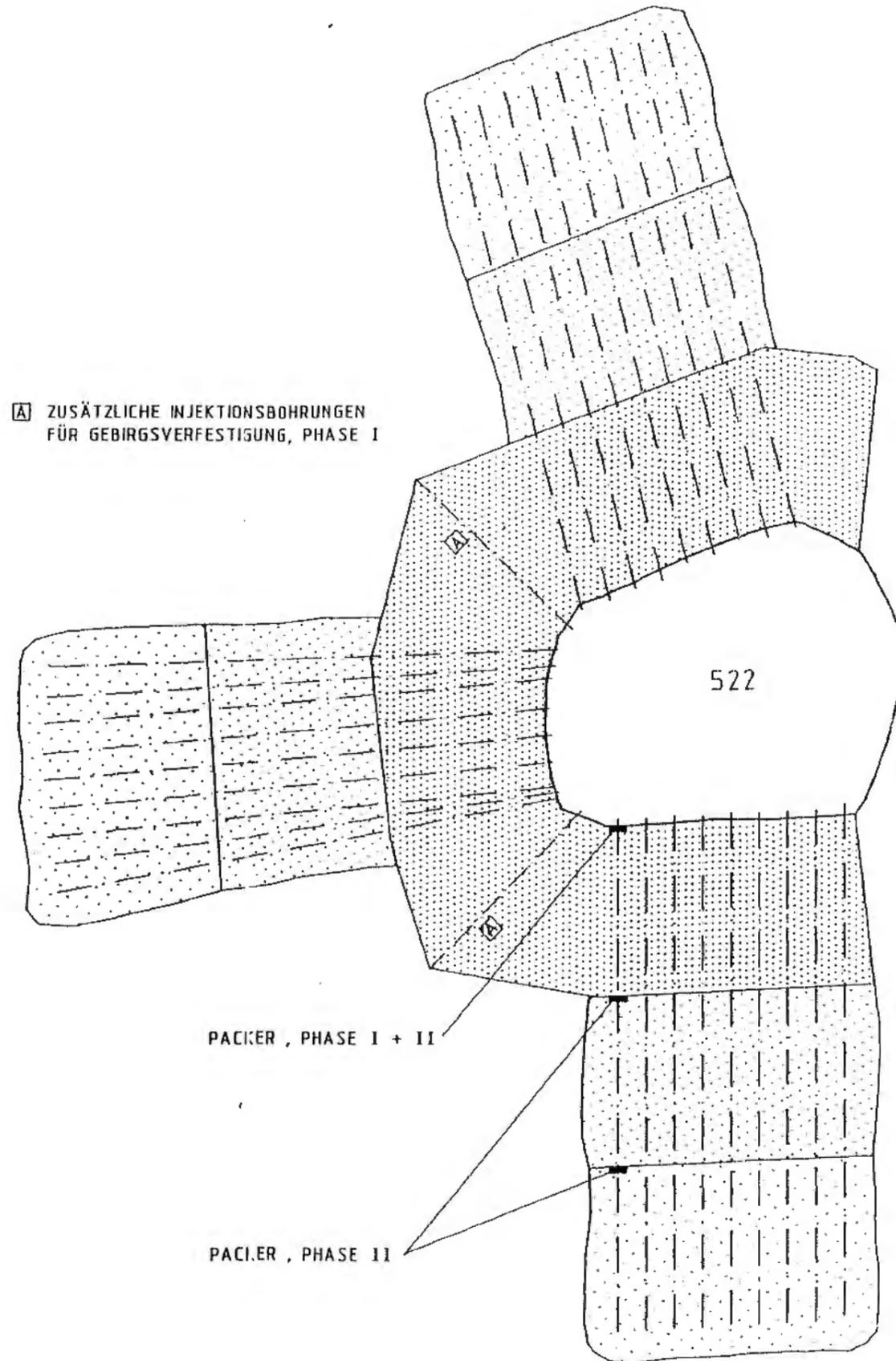
BOHR-UND INJEKTIONSRASTER, PRINZIPDARSTELLUNG

AUFWEITUNG
IN STRECKE 532



LAGE DER INJEKTIONSFELDER, PRINZIPDARSTELLUNG

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
gez.	Datum	Name/Unterschrift	Erfasser und Zeichnungsnummer
bearb.	15.04.91	[Redacted]	Abb. 17
gepr.	13.04.91	[Redacted]	
Maßstab	1:100		Kammerabschlußbauwerk
FW-Nr.			Injektionstechnik Versuch in Strecke 522
Blatt	von	Blatt	Übersicht und Injektionsra- ster
Klassifizierung: Für diese Zeichnung behalten wir alle Rechte vor.			
Projekt	PSP-Element	Objekt-Kennz.	5500
9 K	33222.37		
Funktion	Komponente	Gruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	



A ZUSÄTZLICHE INJEKTIONSBOHRUNGEN
FÜR GEBIRGSVERFESTIGUNG, PHASE I

522

PACKER, PHASE I + II

PACIER, PHASE II

INJEKTIONSPHASE I, WIDERLAGER
INJEKTIONSPHASE II, STUFE 3

INJEKTIONSPHASE II, STUFE 2

INJEKTIONSPHASE II, STUFE 1

QUERSCHNITT, PRINZIPDARSTELLUNG

BfS Bundesamt für Strahlenschutz			
Projekt: Endlager Konrad			
Datum	Name/Unterzeichn.	Ersteller und Zeichnungsnummer Freund	
gez. 15.04.91		Abb. 18	
besch. 17.4.91			
gepr. 17.4.91			
Modulab	CU-Mr.	Titel	Kammerabschlußbauwerk
MF-Nr.			Injektionstechnik
Blatt	von	Blatt	Versuch in Strecke 522
			Querschnitt
Klassifizierung:		Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor	
Projekt	PSP-Element	Objekt-Bezeichnung	
9 K	33222.37	5500	
Funktion	Komponente	Objektgruppe	Aufgabe
			GHK
ARBEITSGEMEINSCHAFT KONRAD			
STRABAG BAU-AG		SACHTLEBEN BERGBAU GMBH	

