

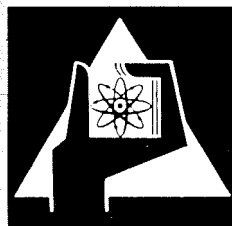
# **KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE**

September 1971

KFK 1454  
GSF - T 34

## **Endlagerung radioaktiver Abfälle Jahresbericht 1970**

W. Diefenbacher, H. Heil, H. Krause, M. C. Schuchardt (Karlsruhe)  
H. Borchert, K. Dürr, K. Klarr, K. Kühn, G. Staupendahl (Clausthal-Zellerfeld)  
E. Albrecht, H. Kolditz, K. Thielemann (Wolfenbüttel)



**GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.**

**KARLSRUHE**

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.  
KARLSRUHE

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG MBH KARLSRUHE  
GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH  
MÜNCHEN

September 1971

KFK 1454  
GSF - T 34

ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE  
JAHRBERICHT 1970

Abteilung Dekontaminationsbetriebe, Karlsruhe (GfK)  
Betriebsabteilung für Tieflagerung, Wolfenbüttel (GSF)  
Institut für Tieflagerung, Clausthal-Zellerfeld (GSF)

W. Diefenbacher, H. Heil, H. Krause, M. C. Schuchardt (GfK)  
E. Albrecht, H. Kolditz, K. Thielemann (GSF-BfT)  
H. Borchert, K. Dürr, K. Klarr, K. Kühn, G. Staupendahl (GSF-IfT)



## Jahresbericht Tieflagerung 1970

### Kurzfassung

Der vorliegende Bericht ist eine Gemeinschaftsarbeit der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH., München und der Gesellschaft für Kernforschung mbH., Karlsruhe und gibt einen Überblick über die im Jahre 1970 durchgeführten Arbeiten auf dem Gebiet der Endbeseitigung von radiaktiven Abfällen.

Es wird über die bergmännischen und baulichen Arbeiten berichtet, die im Salzbergwerk Asse bei Remlingen sowohl untertage als auch übertage zur Durchführung kamen. Die Maßnahmen dienten der Instandsetzung und Erhaltung sowie der Erweiterung des Betriebes entsprechend seiner zukünftigen Aufgaben.

Die Einlagerung von schwachaktiven Abfällen auf der 750 - m-Sohle wurde im Berichtszeitraum fortgeführt; die wesentlichen Teile der Anlage zur versuchsweisen Einlagerung von mittelaktiven Abfällen wurden auf der 490 m-Sohle im Salzbergwerk montiert. Für den Überlandtransport von mittelaktiven Abfällen wurde ein weiterer Abschirmbehälter vom Typ E 2 entwickelt, der für Abfälle mit einer Strahlendosisleistung von bis zu  $10^5$  rem/h geeignet ist.

Ferner gibt der Bericht Auskunft über den Stand der Forschungsarbeiten auf den Gebieten Gebirgsmechanik, Geologie, Hydrologie und deren Resultate, sowie über die Planungen neuer Einlagerungstechniken.

## Abstract

This report is a joint effort of Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH Munich, and Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe, presenting a survey of the work performed in 1970 in the field of secular disposal of radioactive wastes.

The mining and construction work carried out both under ground and above ground at the Asse salt mine near Remlingen is discussed. The measures were taken for maintenance and repair and for expansion of operation in accordance with the future purposes of the facility.

The storage of low level radioactive wastes at the 750 m level was continued in the period under review. The major components of the facility for trial storage of intermediate level wastes were assembled in the salt mine at the 490 m level. For shipment of intermediate level wastes across the country another shielded container of the E 2 type was developed which can be used for wastes with a radiation dose rate of up to  $10^5$  rem/h.

Moreover, the report informs about the state of research in the fields of rock mechanics, geology, hydrology and its results and on plans for new techniques of storage.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Vorbemerkung	1
2.	Bergtechnische Herrichtung und bergbaulicher Betrieb des Salzbergwerkes Asse	2
2.1	Betriebliche Tätigkeit auf der Schachanlage Asse	2
2.1.1	Allgemeine Arbeiten untertage	2
2.1.2	Instandsetzungs- und Umbauarbeiten am Hauptschacht	3
2.2	Baumaßnahmen und Planungsarbeiten auf der Liegenschaft Asse	4
3.	Einlagerung radioaktiver Abfälle	5
3.1	Schwachradioaktive Abfallstoffe	5
3.1.1	Versuchseinlagerung	5
3.1.2	Vorarbeiten für die weitere Einlagerung	5
3.1.3	Annahmebedingungen	6
3.2	Mittelaktive Abfälle	10
3.2.1	Versuchseinlagerung	10
3.2.2	Abgeschirmte Einzeltransportbehälter	12
3.2.3	Abgeschirmter Sammeltransportbehälter	15
3.3	Hochaktive Abfälle	16
3.3.1	Planung der Einlagerungstechnik	16
3.3.2	Bergtechnische Planung	17
3.3.3	Temperatur-Versuche	18
3.3.4	THTR-Studie	18
4.	Forschungsarbeiten	19
4.1	Gebirgsmechanische Untersuchungen	19
4.1.1	Gebirgsmechanische Laboruntersuchungen	19
4.1.2	Gebirgsmechanische in situ-Messungen	22
4.2	Geologische Untersuchungen	25
4.2.1	Tiefbohrung Remlingen 4	25
4.2.2	Weitere Arbeiten	27
4.3	Hydrogeologische Untersuchungen	28
4.4	Umgebungsüberwachung	29
4.5	Sicherheitsstudien	32
5.	Planung einer Prototyp-Kavernenanlage	33
6.	Literaturverzeichnis	35
7.	Weitere Veröffentlichungen im Berichtsjahr	36

Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 1	Ansicht des umgebauten und verstärkten Fördergerüsts kurz vor der Fertigstellung	3
Abb. 2	Einlagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen in der Kammer 1 der 750 m-Sohle mit dem kombinierten Stapel- und Beraubefahrzeug	6
Abb. 3	Beschickungsanlage für die Versuchseinlagerung mittelaktiver Abfälle in der Kammer 8 a der 490 m-Sohle	11
Abb. 4	Schalt- und Steuerpult der Beschickungsanlage	11
Abb. 5	Auffahren einer Schrägstrecke von der 750 m- zur 775 m-Sohle	17
Abb. 6	Einengung eines Pfeilers im Zentralteil der 553 m-Sohle	23
Abb. 7	Bohrkern des Salzspiegels aus der Tiefbohrung Remlingen 4	26



Tabellenverzeichnis

		Seite
Tabelle 1	Zulässige Aktivität pro 200 l schwachradioaktiver Abfallstoffe [Ci]	9
Tabelle 2	Abgeschirmter Transportbehälter für mittelaktive Abfälle - Beschaffungsprogramm des Kernforschungszentrums Karlsruhe	13
Tabelle 3	Abmessungen und berechnete Tragfähigkeit von Kammerpfeilern im Jüngeren Steinsalz des Salzbergwerkes Asse	20
Tabelle 4	Aktivitäten von Caesium-137 und Strontium-90, Gesamt-Alphaaktivität und Salzgehalt von 5 Wasserproben aus der Umgebung des Salzbergwerkes Asse (Probenahme November 1970)	31

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1      Abfallfaß für die Einlagerung mittelaktiver Abfälle
- Anlage 2      Veröffentlichung Nr. 341 im Tarif- und Verkehrsanzeiger
- Anlage 3      Abschirmbehälter zum Transport mittelaktiver Abfälle  
(Behältertyp E 2)
- Anlage 4      Berechnete Tragfähigkeit  $P_B$  von unterschiedlich hohen  
Kammerpfeilern in Abhängigkeit von ihrer Breite
- Anlage 5      Korngrößenanalyse der Tiefbohrung Remlingen 4
- Anlage 6      Schnitt durch den Asse-Sattel
- Anlage 7      Brom-Profil der Tiefbohrung Remlingen 4
- Anlage 8      Brom-Profile der Horizontalbohrungen A 1 - A 3

1. Vorbemerkung

Im vorliegenden Bericht soll über die wesentlichsten Arbeiten berichtet werden, die auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle von der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München (GSF) und der Gesellschaft für Kernforschung mbH Karlsruhe (GfK) im Jahre 1970 durchgeführt worden sind. Entsprechend der Aufgabenteilung bearbeitet das Institut für Tieflagerung (IfT), Clausthal-Zellerfeld, berg- und geowissenschaftliche Probleme, die Betriebsabteilung für Tieflagerung (BfT), Wolfenbüttel, führt großtechnische Arbeiten aus und betreibt das Salzbergwerk Asse in Remlingen bei Wolfenbüttel und die Projektgruppe der Abteilung Dekontaminationsbetriebe (ADB), Karlsruhe, ist für kerntechnische Studien sowie für die Entwicklung und Erprobung von Einrichtungen zur Einlagerung der radioaktiven Rückstände verantwortlich.

Auf einzelnen Teilgebieten besteht eine Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Institutionen, z. B. bei gebirgsmechanischen Untersuchungen mit dem Mineralogisch-petrographischen Institut der Technischen Universität Clausthal, bei geologischen und hydrogeologischen Fragen mit der Bundesanstalt für Bodenforschung und dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover. Ein hydrogeologisches Forschungsprogramm wird gemeinsam mit dem Institut für Radiohydrometrie der GSF bearbeitet; an der Umgebungsüberwachung ist das Institut für Strahlenschutz der GSF beteiligt.

Technische Anlagen und Geräte zur Einlagerung und zum Transport von radioaktiven Abfällen werden in Zusammenarbeit mit der Abteilung RB/PB der GfK entwickelt. Die Temperaturversuche und die dazugehörigen theoretischen Berechnungen werden gemeinsam mit dem Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Lehrauftrag Leistungsreaktoren, der Technischen Hochschule Aachen und dem Referat Geothermik der Bundesanstalt für Bodenforschung Hannover durchgeführt.

An dieser Stelle soll allen Behörden und Institutionen gedankt werden, die durch ihre Mithilfe und ihr Entgegenkommen die Durchführung der Arbeiten unterstützt haben.

- 2. Bergtechnische Herrichtung und bergbaulicher Betrieb  
des Salzbergwerkes Asse
- 2.1 Betriebliche Tätigkeit auf der Schachanlage Asse
- 2.1.1 Allgemeine Arbeiten untertage

Im Laufe des Berichtsjahres wurde eine Reihe von bergmännischen Arbeiten auf der 750 m- und 490 m-Sohle durchgeführt, die für den geregelten Betriebsablauf notwendig waren. So wurde das Füllort der 750 m-Sohle für die Montage einer 10 t-Krananlage zum Be- und Entladen des Förderkorbes vergrößert. Die durch den normalen Gebirgsdruck stark verdrückte nördliche Richtstrecke vom Füllort zum Sprengstoffmagazin auf derselben Sohle wurde aufgewältigt und durch das Einbringen von Stahlankern mit Maschendrahtverzug gesichert. Die südliche Richtstrecke nach Westen zur Kammer 9 hin wurde auf  $12 \text{ m}^2$  Querschnitt erweitert.

Neben Richt- und Sicherungsarbeiten im Blindschacht 3 ist der mechanische Teil des neuen Blindschachthaspels für den Blindschacht 2 a, der die Teilsohlen zwischen der 490 m- und 553 m-Sohle von der Mitte des Grubenfeldes her zugänglich macht, auf der 490 m-Sohle montiert worden.

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Bewetterung der belegten Arbeitsplätze in der Grube wurden auf der 750 m-Sohle und im Blindschacht 3 neue Wetterverschlüsse hergestellt und bestehende erneuert.

Parallel zu den versetzten Carnallit-Abbauen wurden auf der 750 m-Sohle drei Laugenbeobachtungsbecken hergestellt sowie ein Teil der alten verrotteten, von der 750 m-Sohle zur Laugensammel-

stelle auf der 850 m-Sohle verlaufenden Laugenleitung durch den Einbau einer Kunststoffleitung ersetzt.

### 2.1.2 Instandsetzungs- und Umbauarbeiten am Hauptschacht

Zu Beginn des Berichtsjahres erfolgte die Abnahme der bis Ende 1969 fertig montierten stählernen Schachteinbauten und Schachtstühle. Damit war die Instandsetzung des Schachtes selbst abgeschlossen [1]<sup>\*</sup>. Von April bis Oktober folgten der Umbau und die Verstärkung des gesamten Fördergerüsts (Abb. 1) einschließlich der Montage des Förderkorbes mit Kontergewicht, der Notseilfahrtanlage, des mechanischen und elektrischen Teils der umgebauten Fördermaschine sowie die Installation der Schachtsignalanlage.



Abb. 1 : Ansicht des umgebauten und verstärkten Fördergerüsts kurz vor der Fertigstellung

---

<sup>\*</sup> Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf die Literatur am Schluß des Berichtes.

Die gesamte Förderanlage wurde vom TÜV und der Bergbehörde abgenommen, geringe Abänderungen und Ergänzungen werden noch im Jahr 1971 durchgeführt. Damit ist die Förderanlage nunmehr für eine Tragkraft von 9,8 t ausgelegt.

## 2.2 Baumaßnahmen und Planungsarbeiten auf der Liegenschaft Asse

Der bereits im Vorjahr begonnene Zwischentrakt vom Kauengebäude zur Schachthalle stand zum Schluß des Berichtsjahres kurz vor der Vollendung. Die Erd- und Fundamentierungsarbeiten sowie die Herstellung des Fußbodens für die neue Schachthalle sind noch vor Wintereinbruch abgeschlossen worden, so daß mit der termingerechten Fertigstellung der Halle Ende Juni 1971 gerechnet werden kann.

Zur Ermittlung der besten Lösung für einen Gleisanschluß zur Schachanlage Asse wurde ein Planungsauftrag an die Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH vergeben.

- 3. Einlagerung radioaktiver Abfälle
- 3.1 Schwachradioaktive Abfallstoffe
- 3.1.1 Versuchseinlagerung

Die im November 1969 begonnene dritte Versuchseinlagerung schwachradioaktiver Abfallstoffe wurde bis zum März des Berichtsjahres fortgeführt. In diesem Zeitraum sind über 3.100 Fässer dieser Abfallkategorie in den Kammern 4 und 1 der 750 m-Sohle eingelagert worden. Damit sind seit Beginn der Versuchseinlagerung im Jahr 1967 insgesamt rd. 1.500 m<sup>3</sup> schwachradioaktiver Abfallstoffe zur Einlagerung gekommen.

- 3.1.2 Vorarbeiten für die weitere Einlagerung

Für die weitere Einlagerung schwachradioaktiver Abfallstoffe wurde im Herbst 1970 mit den Beraube- und Sicherungsarbeiten in der Kammer 2 der 750 m-Sohle begonnen, die nach Befüllung der Kammer 1 zur Einlagerung benutzt werden soll.

Die Sicherungs- und Beraubearbeiten wurden bisher von einem Stahlrohrgerüst aus unter großem Zeitaufwand und verhältnismäßig großem sicherheitlichen Risiko durchgeführt. Deshalb ist für diese Arbeiten ein hydraulisch arbeitendes Beraubefahrzeug beschafft worden, das außerdem auch zur Stapelung von Fässern mit schwachradioaktiven Abfallstoffen benutzt wird (Abb. 2). Neben einer größeren Einlagerungskapazität je Schicht wird damit ein wesentlich besserer Ausnutzungsgrad des Kammervolumens erreicht.

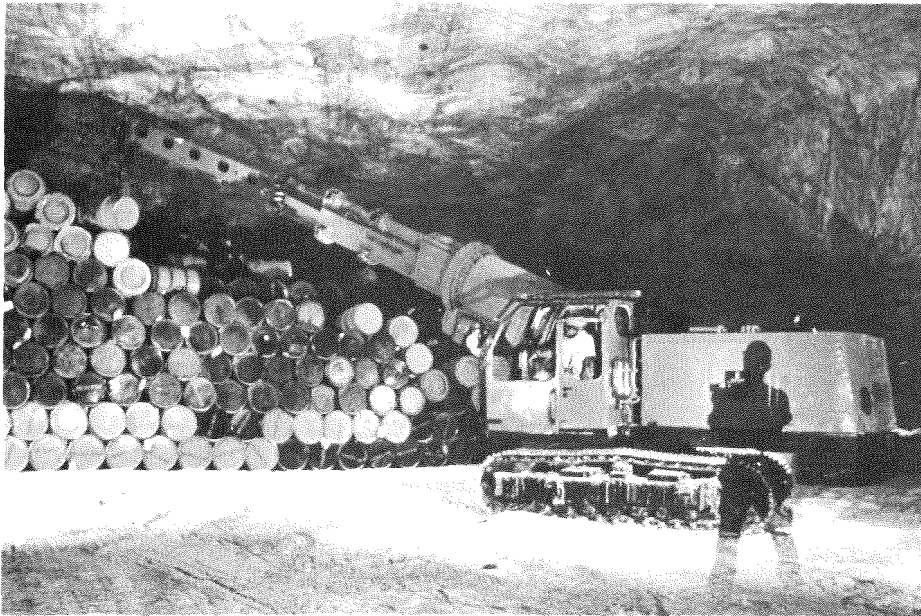


Abb. 2 : Einlagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen in der Kammer 1 der 750 m-Sohle mit dem kombinierten Stapel- und Beraubefahrzeug

### 3. 1. 3 Annahmebedingungen

Der im Vorjahr ausgearbeitete erste Entwurf für die bei der künftigen Einlagerung schwachradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse anzuwendenden Annahmebedingungen wurde überarbeitet. Zunächst wurde der Entwurf mit der zuständigen Aufsichtsbehörde besprochen und insbesondere im Hinblick auf die Sicherheitsbelange berg- und kerntechnischer Art überprüft.

Bei einem Kolloquium im Kernforschungszentrum Karlsruhe am 28. April 1970, an dem Vertreter der wichtigsten Gesellschaften, Institute und Firmen der Kerntechnik teilnahmen, wurde der Entwurf



der Annahmebedingungen vorgestellt. Die Teilnehmer wurden aufgefordert, dazu Stellung zu nehmen.

Um in den Annahmebedingungen auf die unterschiedlichen Verhältnisse der einzelnen Abfallablieferer Rücksicht zu nehmen, soweit diese mit den Sicherheitsbedürfnissen der Einlagerung im Salzbergwerk Asse vereinbar sind, wurden die Stellungnahmen mit den Ablieferern und Vertretern der Bergbehörde diskutiert.

Die nachfolgende Überarbeitung des Entwurfs brachte die Annahmebedingungen in die Form, die den zuständigen Behörden zur Genehmigung vorgelegt werden kann.

Mit den Bedingungen soll sichergestellt werden, daß bei der Einlagerung die Sicherheit des Personals und des Bergwerks gewährleistet ist und bleibt. Deshalb werden nur solche Abfallstoffe angenommen, die in Bezug auf Beschaffenheit und Verpackung gewisse Mindestanforderungen erfüllen. Sie müssen fest oder verfestigt sein und dürfen unter üblichen Umweltbedingungen keine chemischen oder physikalischen Vorgänge auslösen, welche die Festigkeit oder die Dichtigkeit der Verpackung gefährden. Deshalb müssen Flüssigkeiten, faul- und gärfähige, leicht- oder selbstentzündliche Stoffe oder solche, die heftige chemische Reaktionen erwarten lassen, von der Annahme ausgeschlossen werden. Die Abfallbehälter müssen frei von äußerer Kontamination sein. Die Dosisleistung darf im Normalfall an keiner Stelle der Oberfläche größer als 200 mrem/h sein bzw. nicht mehr als 10 mrem/h in 1 m Abstand von der Oberfläche betragen. Lediglich bei einem kleinen Teil der Abfallstoffe ist eine Dosisleistung bis zu 1.000 mrem/h an der Oberfläche zulässig.

Die zulässige Aktivität pro 200 l Abfall richtet sich nach dessen Behandlung und der Art des verwendeten Behälters (Tabelle 1). In einfachen Verpackungen dürfen nur solche Abfälle angeliefert werden, die von Natur aus (wie z. B. aktivierte Metalle) oder infolge ihrer Behandlung (Einschluß in Beton oder Bitumen) so beschaffen sind, daß weder im normalen Einlagerungsbetrieb noch bei möglichen Unfällen nennenswerte Kontaminationen entstehen können. Abfälle, die diesen Bedingungen nicht entsprechen, müssen in stabilen Behältern angeliefert werden. Ihre spezifische Aktivität ist auf kleinere Werte festgelegt.

Für gasförmige oder solche Radionuklide, die gasförmige Tochterprodukte bilden (z. B. Radium- oder Tritium-haltige Abfälle), kernbrennstoffhaltige Abfallstoffe, radioaktive Quellen und Radionuklide, deren Freigrenze nach der 1. Strahlenschutzverordnung  $0,1 \mu\text{Ci}$  beträgt, bestehen Sonderregelungen. Die spezifische Aktivität der letzteren Radionuklide darf mit Ausnahme von Strontium-90 nur  $1/10$  der Werte nach Tabelle 1 betragen.

Im Regelfall sind die Abfallstoffe in bestimmten handelsüblichen 200 l - Behältern zu verpacken. Die Abfallbehälter und das Verpackungsmaterial sind vom Ablieferer zu beschaffen. Für den Transport der Abfallstoffe zum Endlager einschließlich der hierfür erforderlichen Genehmigungen hat der Ablieferer zu sorgen. Mit der Übergabe und Abnahme der Abfallbehälter gehen die radioaktiven Abfallstoffe einschließlich ihrer Verpackung in das Eigentum der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung über.

Tabelle 1 : Zulässige Aktivität pro 200 l Abfall [Ci]

Abfallkategorie "A" :

Feste, wasserfreie Abfälle mit lose haftender oder nicht gebundener Aktivität (z. B. Luftfilter, Papier, Textilien, Asche, getrocknete Verdampferrückstände, getrocknete Ionenaustauscher)

Gruppe	Behälter Behandlung	Blechtrommel Rollsickenfaß	Blechtrommel oder Roll- sickenfaß mit allseitiger Betonauskleidung ( $d \geq 5$ cm), Rollreifenfaß
1	ohne Behandlung	0	0, 2
2	Abfälle in Beton oder Gleichwertigem einge- bettet	0, 2	1

Abfallkategorie "B" :

Feste, wasserfreie Abfälle mit fest haftender Aktivität (z. B. aktivierte Metalle, kontaminierte Teile)

Gruppe	Behälter Behandlung	Blechtrommel Rollsickenfaß	Blechtrommel oder Roll- sickenfaß mit allseitiger Betonauskleidung ( $d \geq 5$ cm), Rollreifenfaß
1	ohne Behandlung	0	1
2	Abfälle in Beton oder Gleichwertigem einge- bettet	1	5

Abfallkategorie "C" :

In Bindemitteln verfestigte Abfälle (z. B. Schlämme, Verdampferkonzentrate, Ionenaustauscher)

Gruppe	Behälter Behandlung	Blechtrommel Rollsickenfaß	Blechtrommel oder Roll- sickenfaß mit allseitiger Betonauskleidung ( $d \geq 5$ cm), Rollreifenfaß
1	Fixierung an in Wasser und Salzlauge löslichen Materialien	0	1
2	Fixierung an in Wasser und Salzlauge nicht lös- lichen Materialien	5	5

3. 2 Mittelaktive Abfälle

3. 2. 1 Versuchseinlagerung

Der Aufbau sämtlicher Anlagen und Einrichtungen zur Versuchseinlagerung mittelaktiver Abfälle wurde fortgesetzt. Die Lagerkammer 8 a auf der 511 m-Sohle wurde hergerichtet. Am Kammereingang wurde das Widerlager für die zu errichtende Strahlenschutzmauer hergestellt. Auf der 490 m-Sohle wurde eine für den störungsfreien Transport der Abschirmbehälter notwendige Umfahungsstrecke aus der Beschickungskammer 8 a zur Kammer 8 hin weitgehend fertiggestellt.

Die Beschickungsbohrung erhielt eine Stahlrohrauskleidung von 700 mm Nennweite, wobei der Ringraum zwischen Rohr und Gebirge mit Beton hinterfüllt wurde. Ein auf dem Rohr aufgeflanschter Strahlenschutzschieber verschließt die Bohrung und damit den Zugang zur darunterliegenden Lagerkammer.

Das Portalkrangerüst mit Fahr- und Hubwerken von 10 bzw. 1 t Tragkraft wurde montiert (Abb. 3). Auch das Bedienungspult und die elektrische Schaltverteilung der Anlage (Abb. 4) wurden aufgestellt und angeschlossen.

In der Lagerkammer, der Beschickungskammer sowie der zugehörigen Zufahrtstrecke wurden die elektrischen Beleuchtungskörper montiert. Die Beschickungskammer und ihre Zufahrtstrecke erhielten eine den zu erwartenden Belastungen entsprechend ausgelegte Betondecke.

Im Jahr 1971 sollen die noch fehlenden Einrichtungen, wie z. B. die Fernseh- und die Luftfilteranlage, installiert und die gesamte Anlage probemäßig in Betrieb genommen werden. Die eigentliche Versuchseinlagerung von mittelaktiven Abfällen wird Anfang 1972 aufgenommen.

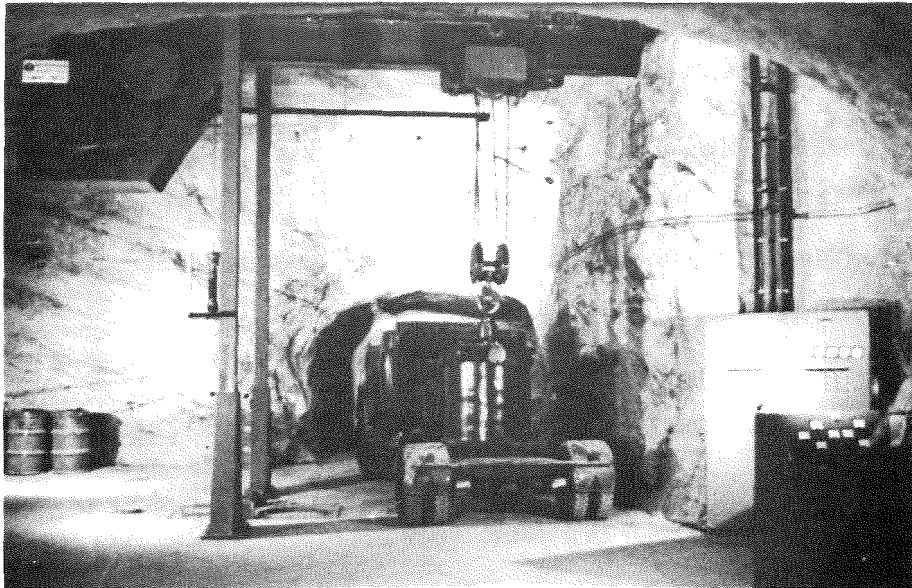


Abb. 3 : Beschickungsanlage für die Versuchseinlagerung mittelaktiver Abfälle in der Kammer 8 a der 490 m - Sohle

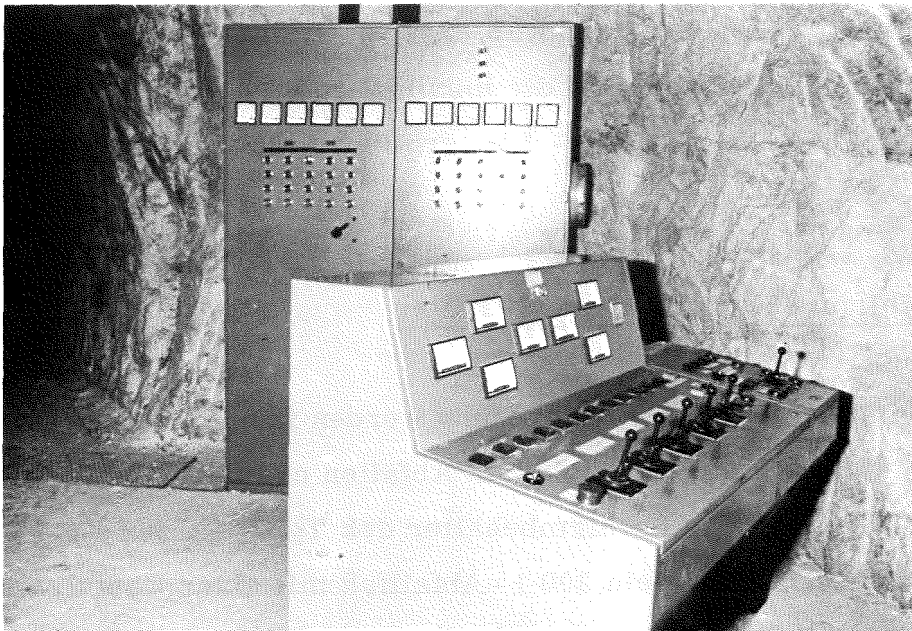


Abb. 4 : Schalt- und Steuerpult der Beschickungsanlage

Mit den dann vorhandenen technischen Einrichtungen können sowohl feste als auch verfestigte radioaktive Abfälle mit Dosisleistungen bis zu  $10^5$  rem/h, gemessen an der Oberfläche der Abfallbehälter, eingelagert werden. Dies setzt jedoch voraus, daß in Anpassung an das bestehende Belade-, Transport- und Einlagerungssystem ausschließlich Rollreifenfässer nach Anlage 1 mit aufgeflanschem Deckel als Verpackung verwendet werden.

Abfallfässer mit anderen Abmessungen oder solche von anderer Bauart sind nicht geeignet. Ebenso können Abschirmbehälter, die konstruktiv oder funktionell von den bis jetzt entwickelten Behältertypen abweichen, im Endlager Asse nicht manipuliert und in der untertägigen Beschickungsanlage nicht entleert werden.

Durch die maximale Fördernutzlast im Schacht Asse wird das Gesamtgewicht eines Abschirmbehälters einschließlich eines Abfallfasses auf 9,8 t begrenzt. Abschirmbehälter vom Typ E 2 werden diese Gewichtsgrenze etwa erreichen (vgl. Kap. 3.2.2). Dieser Behältertyp stellt also gewichtsmäßig in Bezug auf die maximal mögliche Abschirmung für mittelaktive Abfälle, die in 200 l - Fässern verpackt sind, die obere Begrenzung dar.

### 3.2.2 Abgeschirmte Einzeltransportbehälter

Zu Beginn der Versuchseinlagerung werden für den Transport und zur Einlagerung von mittelaktiven Abfällen aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe Abschirmbehälter des Typs E 1 zur Verfügung stehen [2]. Diese können je ein 200 l - Abfallfaß mit einer Dosisleistung bis zu 100 rem/h aufnehmen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Abgeschirmte Transportbehälter für mittelaktive Abfälle - Beschaffungsprogramm des Kernforschungszentrums Karlsruhe

Behälter Typ	Zahl der Abfallfässer pro Behälter	Abschirmdicke der Behälter	Brutto-Transport-Gewichte ohne Paletten	geeignet für Abfälle der		Behälterbestand
				Dosisleistungskategorie	Dosisleistung [rem/h]	
E 1	1 Faß à 200 l	130 mm St	ca. 5,5 t	I II	1 - 2 2 - 10 <sup>2</sup>	3 <sup>1)</sup>
E 2	1 Faß à 200 l	6 mm St + 145 mm Pb + 20 mm St	ca. 9,8 t	III IV V	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> 10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	1 <sup>2)</sup>
7 V (variable Abschirmung)	7 Fässer à 200 l	150 mm St oder 203 mm St oder 245 mm St nach Bedarf	ca. 25 t ca. 30 t ca. 35 t je nach Abschirmung	II III IV	bis 10 <sup>2</sup> 10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	1 <sup>2)</sup>

1) einsatzbereit

2) in der Fertigung

St = Stahl  
Pb = Blei

Nach der Prüfung durch die Bundesanstalt für Materialprüfung Berlin (BAM) hat der Bundesminister für Verkehr diesen Behältertyp für den Transport als Wagenladung auf der Schiene zugelassen. Die Zulassung erfolgte mit der Sondergenehmigung Nr. 341 und wurde im Tarif- und Verkehrsanzeiger bekanntgegeben (Anlage 2). Für den Straßentransport zu den Güterbahnhöfen mit Zustellfahrzeugen sind zusätzliche Genehmigungen von den zuständigen Länderbehörden einzuholen.

Für den Transport und die Einlagerung von Abfällen mit höheren Dosisleistungen, insbesondere der Kategorie V (von  $10^4$  bis  $10^5$  rem/h), die auch im Sammelbehälter Typ 7 V nicht mehr befördert werden können (vgl. Kap. 3.2.3 in [2]), wurde ein weiterer Einzelabschirmbehälter E 2 (Anlage 3) entwickelt. (Tabelle 2). Mit einem Abfallfaß erreicht er ein Gesamtgewicht von 9,8 t und nützt damit die zulässige Belastung der Schachtförderanlage voll aus.

Er ähnelt im Aufbau dem Typ E 1. Boden und Deckel sind aus Gußstahl von 322 mm Dicke gefertigt. Der Mantel besteht aus einem äußeren Stahlmantel von 20 mm und einem inneren von 6 mm Dicke, zwischen die eine Bleifüllung von 145 mm Stärke eingegossen ist. Als thermische Isolierung und zum Schutz des zu transportierenden Abfallfasses gegen Beschädigung ist der Abschirmbehälter im Inneren mit Buchenholz ausgekleidet. Gehalten werden Behälterdeckel und -boden durch je vier seitlich angeordnete Bolzen. Am Deckel sind außen die Traglocke zur Manipulation des Behälters sowie innen der Faßgreifer und die Faßgreiferklemmvorrichtung angebracht. Der Boden des Behälters ist als Schieber ausgebildet, dessen Zunge zum Ausschleusen des Abfallfasses seitlich herausgezogen wird.

Da der Behältertyp E 2 mit einem Gesamtgewicht von 9,8 t im Gegensatz zum Behälter E 1, der nur ein Gesamtgewicht von 6,5 t besitzt, nicht mehr im pa-System der Deutschen Bundesbahn befördert werden kann,



wurde eine Transportpalette entwickelt, die dem 10 Fuß-Binnencontainer der Deutschen Bundesbahn entspricht. Der Behälter wird mit Stahlseilen auf der Palette verspannt.

Ein Prototyp des Behälters E 2 wird etwa ab Frühjahr 1972 einsatzbereit sein.

### 3.2.3 Abgeschirmter Sammeltransportbehälter

Der in [2] beschriebene Sammeltransportbehälter vom Typ 7 V mit variabler Abschirmung (Tabelle 2) für radioaktive Abfälle mit Dosisleistungen bis zu  $10^4$  rem/h wurde in Auftrag gegeben. Mit seiner Fertigstellung kann Ende 1971 gerechnet werden. Zu dem Behälter, der sieben 200 l-Fässer aufnehmen kann, gehören zwei Lastverteilungspaletten, die dem Verlade- und Transportsystem der Deutschen Bundesbahn angepaßt sind. Die Beförderung soll im Schienen- und Straßenverkehr erfolgen.

### 3.3 Hochaktive Abfälle

#### 3.3.1 Planung der Einlagerungstechnik

Die Planung der technischen Einrichtungen für den Transport und die Einlagerung von hochaktiven wärmeentwickelnden Abfällen wurde in Angriff genommen. Im Vordergrund der Arbeiten standen die Probleme im Zusammenhang mit dem Transport und der Einlagerung von in Glas verfestigten hochaktiven Spaltproduktabfällen aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe. In Zusammenarbeit mit der Abteilung Reaktorbetrieb und Technik der GfK wurden die vielschichtigen Probleme wie

- Ausschleuse- und Beladetechnik
- Wärmeabfuhr während des Transports
- Übernahme am SchachtASSE
- Transport im Schacht und auf den Strecken der 750 m- und 775 m-Sohle
- Beschicken der Lagerbohrungen
- Verschließen der Lagerbohrungen

diskutiert und zum Teil erste technische Lösungsvorschläge erarbeitet [3].

Für den Untertagetransport der hochaktiven Abfälle wurden zusammen mit einigen Fahrzeugherstellern Konzeptionen für ein Fahrzeug entwickelt, das sowohl den Streckentransport des bis 9,8 t schweren Abschirmbehälters als auch alle anderen bei der Einlagerung dieser Abfälle notwendigen Arbeiten durchführen kann.

### 3.3.2 Bergtechnische Planung

Für die auf der 775 m-Sohle vorgesehene Versuchseinlagerung hochaktiver Abfälle wurden die ersten Planungsunterlagen erstellt. Um diese Sohle mit Dieselfahrzeugen erreichen zu können, ist im Berichtsjahr mit der Auffahrung einer Schrägstrecke mit 8 % Einfallen von der 750 m-Sohle aus begonnen worden. (Abb. 5).

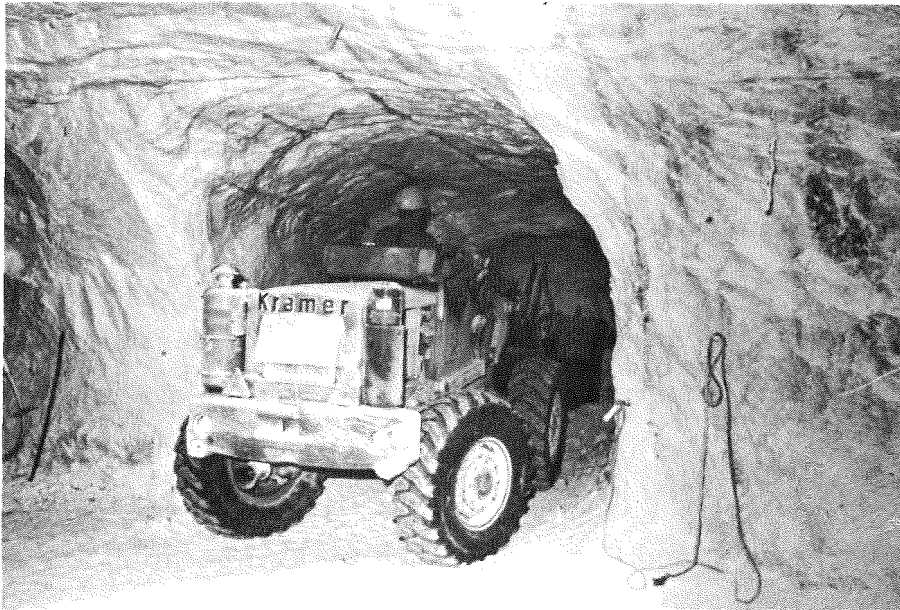


Abb. 5 : Auffahren einer Schrägstrecke von der 750 m- zur 775 m-Sohle

### 3.3.3 Temperatur-Versuche

Das Temperatur-Versuchsfeld 2 [2] wurde im Januar 1970 mit gegenüber der ersten Aufheizung teilweise geänderten Versuchsbedingungen wieder in Betrieb genommen. Um die theoretischen Untersuchungen über das günstigste Füllmedium zwischen Abfallbehälter und Bohrlochwandung [4] experimentell zu erkunden, wurde der Ringraum um einen der drei Erhitzer mit Salzgrus verfüllt.

Der Versuchsablauf bereitete durch zahlreiche Betriebsstörungen an der Apparatur erhebliche Schwierigkeiten. Trotz größter Sorgfalt bei der Herstellung traten an den Erhitzern im Berichtsjahr immer wieder Körperschlüsse an dem beheizten Zylinderteil und Zerstörungen in den Heizschleifen auf. Als Ursache für diese Defekte stellten sich bei Zerlegung der Erhitzer in den meisten Fällen geringe auf ungeklärte Weise eingedrungene Feuchtigkeitsmengen heraus. Die durchgeführten Ausbau-, Zerlegungs- und Reparaturarbeiten erwiesen sich als sehr schwierig und zeitaufwendig.

Die Beobachtungen und Untersuchungen im Temperatur-Versuchsfeld 2 waren Ende 1970 noch nicht abgeschlossen.

### 3.3.4 THTR-Studie

Im Berichtsjahr wurde mit der Ausarbeitung einer Studie über Möglichkeiten zur Einlagerung abgebrannter Thorium-Hochtemperatur-Reaktor (THTR)-Brennelemente im Salzbergwerk Asse begonnen. Mit der Studie soll untersucht werden, ob und unter welchen Bedingungen die etwa ab 1980 anfallenden kugelförmigen Brennelemente des THTR-300 in der Asse eingelagert werden können.

#### 4. Forschungsarbeiten

Die Forschungsarbeiten, die hauptsächlich dem Nachweis und der Kontrolle der Sicherheit von Bergwerk und Einlagerung dienen, wurden im Berichtsjahr fortgesetzt. Ein Schwerpunkt lag dabei in der Fertigstellung der Sicherheitsstudien, die den Anträgen zur Genehmigung der verschiedenen Einlagerungsphasen bei den zuständigen Behörden als Anlage beigefügt werden.

##### 4.1 Gebirgsmechanische Untersuchungen

##### 4.1.1 Gebirgsmechanische Laboruntersuchungen

Im Rahmen der "Sicherheitsstudien für die Einlagerung radioaktiver Rückstände im Salzbergwerk Asse II" (vgl. Kap. 4.5) ist die Frage eines gebirgsmechanisch bedingten Störfalls ausführlich untersucht worden. Als theoretisch denkbare Schadensfälle wurden ein Gebirgsschlag und ein Firstenzusammenbruch sowie ihre Ursachen und Auswirkungen diskutiert. Eine eingehende Betrachtung des Zuschnittes, Alters und Zustandes von Kammern, Pfeilern und Schweben im Salzbergwerk Asse sowie die Auswertung der über Gebirgsschläge und Firstenzusammenbrüche in der Literatur bisher mitgeteilten Erkenntnisse bildeten dabei die Grundlage für die Abschätzung eines derartigen Störfalls für den speziellen Fall der Asse.

Eine weitere wichtige Grundlage zur Abschätzung dieses Störfalls sind die bisherigen Ergebnisse der gebirgsmechanischen Laboruntersuchungen, die in Tabelle 3 und in Anlage 4 zusammengestellt sind. Daraus lassen sich folgende Zwischenergebnisse ableiten :

Tabelle 3 : Abmessungen und berechnete Tragfähigkeit von Kammerpfeilern im Jüngerem Steinsalz, Schachtanlage Asse II

Pfeilerstandort		Höhe h [m]	Breite B [m]	Formfaktor k [-]	Schlankheitsmaß $\lambda$ [-]	berechnete Tragfähigkeit $P_B$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Minderung der Pfeilerbreite $\Delta B$ [m]	Tragfähigkeitsverlust je m Minderung $\frac{\Delta P_B}{\Delta B}$ [kp/cm <sup>2</sup> · m]
Normalfall								
1	Standardpfeiler 750 m-Sohle	10	20	0,25	0,5	554	0,1 - 2,5	18,4
2	Standardpfeiler 725 m-Sohle und Pfeiler im Bereich von Blscht. 2 und 2 a	15	20	0,38	0,75	453	0,1 - 2,5	7,2
3	Standardpfeiler 700 m- bis einschl. 490 m-Sohle	15	12,5	0,6	1,2	393	0,1 - 2,5	3,2
Sonderfall								
4	Pfeiler zwischen den Abbauen 1-4, 679 m- und 658 m-Sohle	36	12,5	1,44	2,88	368	0,1 - 2,5	1,6
5	Pfeiler zwischen den Abbauen 4 und 5, 679 m und 658 m-Sohle	36	20	0,9	1,8	379	0,1 - 2,5	1,6
6	Pfeiler zwischen den Abbauen 4-6, 725 m- Sohle und den Abbau- en 8-11, 700 m - Sohle	40	12,5	1,6	3,2	366	0,1 - 2,5	1,6
			20	1,0	2,0	376	0,1 - 2,5	1,6
7	Pfeiler zwischen den Abbauen 7 und 8 der 511 m- und 490 m- Sohle	26	12,5	1,04	2,08	375	0,1 - 2,5	2,0

1. Die höchste mittlere Tragfähigkeit haben mit  $554 \text{ kp/cm}^2$  die Standardpfeiler der 750 m-Sohle (Fall 1).

Es folgen mit abnehmender Tragfähigkeit die Pfeilerfallgruppen 2 und 3 mit 453 bzw.  $393 \text{ kp/cm}^2$ .

2. Sämtliche durch nachträgliche Schwebengewinnung betroffenen Kammerpfeiler haben eine geringere mittlere Tragfähigkeit. Sie liegt zwischen 366 und  $379 \text{ kp/cm}^2$  (Sonderfälle 4 bis 7).
3. Eine Verminderung der Pfeilerbreite bei gleichbleibender Pfeilerhöhe führt bei verhältnismäßig schlanken Pfeilern mit einem Schlankheitsmaß  $\lambda \geq 2$  nur noch zu einem geringen Tragfähigkeitsverlust, da in diesen Fällen die Tragfähigkeit schon nahe der echt einaxialen Festigkeit von  $343 \text{ kp/cm}^2$  als unterem Grenzwert der Pfeilertragfähigkeit liegt (vgl. Tabelle 3, Spalte 8).

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse der gebirgsmechanischen Laboruntersuchungen und der Maßnahmen zur Überwachung der Grube, deren Resultate aus 1970 im folgenden Kapitel 4.1.2 mitgeteilt werden, sowie unter Berücksichtigung des Alters und Zustandes der Abbaue, der vorliegenden Gutachten, der Auswertung von Erfahrungen auf anderen Kali- und Steinsalzbergwerken und der darüber vorliegenden Literatur kann die Wahrscheinlichkeit eines gebirgsmechanisch bedingten Störfalls für das Grubengebäude des Salzbergwerkes Asse zur Zeit wie folgt eingeschätzt werden :

1. Eine konkrete Gefahr für das Grubengebäude durch einen gebirgsmechanisch bedingten Störfall besteht nicht.
2. Durch das Einbringen der Vorbausäule im Schacht Asse 2 ist die bisher schwächste Stelle beseitigt worden.

3. Mit einem Gebirgsschlag ist nicht zu rechnen.
4. Der Bruch eines Normalpfeilers kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
5. Das langzeitige Zusammengehen einzelner Abbaukammern ist zwar nicht vollkommen auszuschließen, jedoch ist der Verbruch eines größeren Feldesteiles unwahrscheinlich.
6. Die Gefährdung der inneren südlichen Salzflanke in ihrem oberen Teil ist offensichtlich geringer, als bisher angenommen wurde.
7. Besondere Aufmerksamkeit wird den Abbauen 1 - 4 auf der 679 m- und 658 m-Sohle gewidmet, in denen die Schweben später herausgeschossen wurden.

#### 4.1.2 Gebirgsmechanische in situ-Messungen

Nachdem die Reparatur- und Umbauarbeiten am Schacht Asse 2 im August 1970 beendet waren, konnten auch die markscheiderischen Messungen zur Überwachung möglicher Gebirgsbewegungen in den zugänglichen Streckennetzen wieder aufgenommen werden. Dabei mußte das Beobachtungsnetz auf der 490 m-Sohle im vollen Umfang neu vermarktet werden, da die bisherigen Punkte sämtlich durch Streckenaufwältigung verlorengegangen waren. Mit 13 Festpunkten, die über eine Strecke von ca. 500 m verteilt sind, wurde der gesamte Bereich der 490 m-Sohle mit Ausnahme eines geringen Restes am westlichen Baufeldrand für die Beobachtung von Lageänderungen erfaßt.

Auf der 553 m-Sohle wurde die Überwachung der querschlägig-horizontalen Einengung eines Pfeilers im Zentralteil des Grubengebäudes fortgesetzt. Die Meßergebnisse sind in Abb. 6 dargestellt.



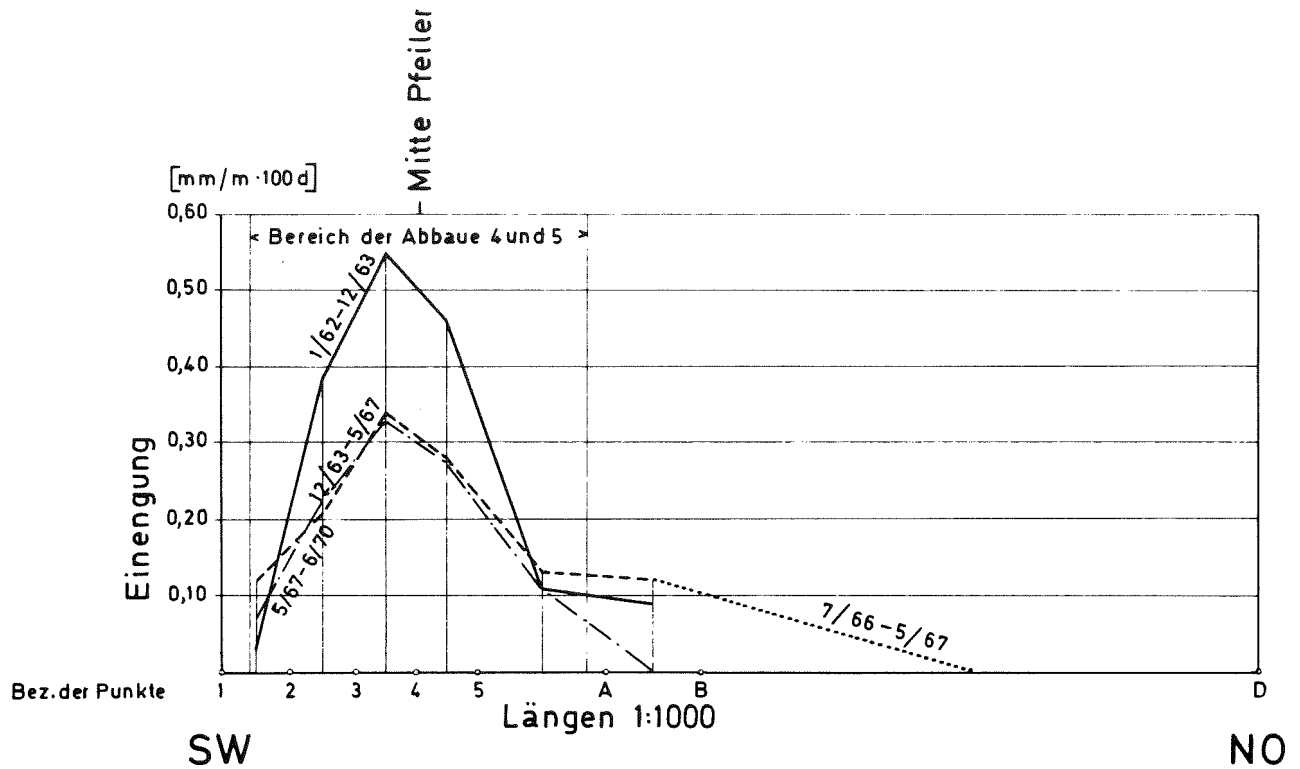


Abb. 6 : Einengung eines Pfeilers im Zentralteil der 553 m-Sohle

Abb. 6 veranschaulicht die Verteilung der Stauchungsbeträge über die horizontale Nord-Süd-Achse des Pfeilers im Sohlenniveau und die bedeutsame Abnahme der Stauchungsgeschwindigkeit in drei verschiedenen Zeitabschnitten. Während die Stauchung nahe der Pfeilermitte 1962/63 noch  $0,55 \text{ mm/m} \cdot 100 \text{ d}$  betrug, hat sie sich bis zum Jahre 1970 auf  $0,33 \text{ mm/m} \cdot 100 \text{ d}$  verringert. Dies bedeutet eine Verkleinerung der Bewegungsmaxima von 40 % innerhalb von 8,5 Jahren.

Die Gebirgsbeobachtungen auf der 750 m-Sohle erbrachten vergleichbare Daten aus der südlichen Richtstrecke nach Osten und der nördlichen Richtstrecke nach Westen. Die festgestellten Bewegungen waren gering, auf der Südflanke der Lagerstätte östlich des Hauptquerschlages jedoch deutlicher als im Nordflügel westlich des Hauptschachtes.

Die auf der 490 m- und 511 m-Sohle installierten Konvergenzmesser haben im Berichtsjahr in den Abbauen querschlägige Konvergenzen mit Beträgen um 12 mm registriert. Die in den Strecken beobachteten Deformationen waren je nach Meßrichtung und Lage im Abbaubereich etwa um den Faktor 10 bis 2 kleiner.

Die Verformungsmessungen im Zusammenhang mit der Salzgesteinsaufheizung im Temperatur-Versuchsfeld 2 sind kontinuierlich weitergeführt worden. Für die Auswertung dieser Meßergebnisse sind Datenverarbeitungsprogramme für einen elektronischen Tischrechner erarbeitet worden.

Die Beobachtung der Tagesoberfläche durch Feinnivellement wurde um ca. 1,6 km nach Süden bis in die Ortslage Remlingen erweitert. Diese Erweiterung war notwendig geworden, da sich im September 1969 herausgestellt hatte, daß der bis dahin benutzte Anschlußpunkt keine genügende Lagesicherheit besaß. Von den neu in das Nivellement einbezogenen Höhenbolzen ist zu erwarten, daß sie frei von Störeinflüssen sind und Aufschluß über etwaige Gebirgsbewegungen über dem Grubengebäude ergeben.

## 4.2 Geologische Untersuchungen

### 4.2.1 Tiefbohrung Remlingen 4

Die durch die Tiefbohrung Remlingen 4 [2] erhaltenen Ergebnisse wurden ausgewertet. 37 % der gesamten Bohrteufe wurden gekernt. Die geologische Aufnahme der nicht orientiert entnommenen Bohrkerne ergab zusammen mit der Auswertung der geophysikalischen Bohrlochmessungen, daß von der Tagesoberfläche bis zur Teufe von 240 m insgesamt sechs gegeneinander verkippte Schollen aus Unterem Buntsandstein durchörtert worden sind. Bis 269,1 m folgen Auslaugungsrückstände des Zechsteins, die vorwiegend aus tonigem Schluffstein bestehen (Anlage 5). Für den Bereich der Auslaugungsrückstände sind extreme Schwankungen der statistischen Kornkennwerte, wie Schiefekoeffizient, Sortierungskoeffizient und Medianwert, bezeichnend.

Unter dem absolut trocken angetroffenen Salzspiegel (Abb. 7) befindet sich das Steinsalz der Leine-Serie (Zechstein 3). Stratigraphische Vergleiche mit Aufschlüssen im Schacht Asse 2 und den untertägigen Horizontalbohrungen A 3 und A 4 [5] haben ergeben, daß neben dem Zechstein 4 (Aller-Serie) auch der Bereich des Tonmittelsalzes (Na 3 tm), der noch zur Leine-Serie gehört, von der Salzablaugung betroffen worden ist.

Der Salzspiegel liegt in der Tiefbohrung Remlingen 4 im Vergleich zum Schacht Asse 2 und der Tiefbohrung Remlingen 2 um 5 m höher. Dies läßt darauf schließen, daß nach Beendigung der Salzablaugung im Bereich der Schachtanlage Asse II noch Aufstiegsbewegungen der Salzmassen wirksam waren.



Abb. 7 : Bohrkern des Salzspiegels aus  
der Tiefbohrung Remlingen 4

Zwischen 328 m und 374 m Teufe wurden die drei Anhydritmittel-Hauptbänke (am 7, am 6 und am 4) durchbohrt. Ihre Ausbildung entspricht in Bezug auf Petrographie, Gefüge, Mächtigkeit und bezüglich der meist verheilten, teils offenen Klüfte sowie der kleinen kavernösen Hohlräume den Verhältnissen, wie sie in den untertägigen Horizontalbohrungen A 1 bis A 5 gegen die Asse-Nordflanke [5] angetroffen wurden. Die Bohrung wurde bei 384,3 m Endteufe in der Anhydritmittelzone (Na 3  $\eta$ ) eingestellt.

Die geologischen Ergebnisse der Tiefbohrung Remlingen 4 ermöglichen eine Überarbeitung und Ergänzung der bisher veröffentlichten Schnitte durch die Asse-Struktur im Bereich des Schachtes Asse 2. Wie aus Anlage 6 ersichtlich wird, ergaben sich vor allem für den wichtigsten Bereich des Salzspiegels einige neue Erkenntnisse.

Während des Niederbringens der Bohrung wurden weder Zuflüsse aus dem Gebirge noch Spülungsverluste festgestellt. Aus geologischer Sicht konnte die Möglichkeit zum Abteufen eines Bohrschachtes an dieser Stelle ohne Einschränkungen positiv beurteilt werden (vgl. Kap. 5).

#### 4.2.2 Weitere Arbeiten

Um Gewißheit darüber zu erhalten, inwieweit Brom-Bestimmungen für feinstratigraphische Untergliederungen der Leine-Serie innerhalb der Asse-Salzstruktur zu verwenden sind, wurden die Bromid-Gehalte von Salzproben maßanalytisch ermittelt. Von den Kernen der Tiefbohrung Remlingen 4 wurden Proben in 1 m Abstand entnommen. Im Bereich des Schwadensalzes (Na 3  $\delta$ ) liegen die Meßwerte im allgemeinen unter 0,0100 bei Schwankungen von 0,0044 bis 0,0104 Gew.-% Br/NaCl (Anlage 7). In der Anhydritmittelzone (Na 3  $\eta$ ) sind die Brom-Gehalte generell höher bei noch stärkeren Schwankungen von 0,0059 - 0,0300 Gew.-% Br. Die sehr niedrigen Werte im Schwadensalz weisen ebenso wie die sehr starken Schwankungen des Brom-Gehaltes in der Anhydritmittelzone auf sekundäre Umwandlungen im Salzgestein hin. Diese Umwandlungerscheinungen sind jedoch schon vor geologisch langer Zeit zum Abschluß gekommen.

Bromid-Bestimmungen an Kernproben der Bohrungen A 1 bis A 3 [5] im Abstand von ca. 5 m wurden zur vergleichenden stratigraphischen Analyse herangezogen (Anlage 8). Die Schichtenfolge zeichnet sich durch charakteristische Tendenzen im Kurvenverlauf der Bromgehalte aus.

Die Kern- und Spülproben der hydrologischen Aufschlußbohrungen H 3 und H 4 (vgl. Kap. 4.3) wurden geologisch bearbeitet. Dabei ergab sich, daß in der Bohrung H 3 im Unteren Buntsandstein auf der Nordflanke des Asse-Sattels die klüftige 8 m mächtige groboolithische Hauptrogensteinbank der wichtigste Grundwasserleiter ist.

Im Unteren Muschelkalk der Bohrung H 4 spielen ebenfalls Kluftwässer die beherrschende Rolle. Das Ca/Mg-Verhältnis der Karbonate wurde bestimmt. Dabei bot sich in der Bohrung H 4 eine Gliederung durch hervortretende hohe Mg-Gehalte an.

Die geologische Kartierung des Grubengebäudes wurde auf der 750 m-Sohle fortgesetzt. Dabei konnte anschaulich gemacht werden, daß selbst größere Anhydritmassen mit einem Volumen von ca.  $10 \text{ m}^3$  nur als tektonisch eingepreßte Schollen in Form von isolierten Komplexen vorliegen.

#### 4.3 Hydrogeologische Untersuchungen

Im Rahmen eines hydrogeologischen Forschungsprogramms, welches gemeinsam mit dem Institut für Radiohydrometrie der GSF bearbeitet wird, wurde im Berichtsjahr die hydrologische Aufschlußbohrung H 3 bis zur Endteufe von 98 m im Unteren Buntsandstein auf der Nordflanke des Asse-Sattels abgeteuft. Die Bohrung H 4 wurde auf demselben Flügel im Mittleren Muschelkalk angesetzt und bei einer Endteufe von 116 m im Oberen Buntsandstein eingestellt. Beide Bohrungen sind zu hydrologischen Meßpegeln ausgebaut worden. Sie stellen den ersten Bauabschnitt des hydrogeologischen Forschungsprogrammes im Bereich der Asse dar.

Es wurde ein Färbeversuch im Oberen Buntsandstein vorgenommen, der am Ausstreichenden der Asse-Nordflanke bei einem Einfallen um  $40^\circ$  reich an Erdfällen ist. Obwohl die Dolinen nach Regengüssen leerlaufen und mit einem Bodensondiergerät die jüngere Auffüllung bis in den anstehenden Röt hinein durchstoßen wurde, konnte ein Austritt des eingebrachten Farbstoffes (Rhodamin B extra) nicht festgestellt werden.

Die hydrologische Bestandsaufnahme, nämlich die Messung von Schüttung bzw. Wasserspiegel, elektrischer Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert wurde an 60 Meßstellen von Grund- und Oberflächenwässern in vierzehntägigem Abstand fortgesetzt.

Neben den eigentlichen Forschungsarbeiten wurde der Kostenvoranschlag nach § 24 BHO für den II. Bauabschnitt des hydrogeologischen Forschungsprogramms aufgestellt, der von den zuständigen Stellen inzwischen genehmigt wurde. Damit kann die Ausschreibung für die im Jahr 1971 vorgesehenen neun hydrologischen Aufschlußbohrungen Anfang 1971 erfolgen.

#### 4.4 Umgebungsüberwachung

Im Rahmen der Umgebungsüberwachung für das Salzbergwerk Asse wurden die Aktivitätsmessungen an Grund- und Oberflächenwässern aus der näheren und weiteren Umgebung der Asse fortgeführt. An 30 Meßstellen wurde vierteljährlich die  $\beta$ -Gesamtaktivität gemessen. Sie lag überwiegend unter 5 pCi/Liter. Bei fünf Proben, bei denen sie über 10 pCi/Liter betrug, wurde vom Institut für Strahlenschutz der GSF die nicht identifizierte  $\beta$ -Restaktivität bestimmt. Diese ist definiert als die im Eindampfungsrückstand von einem Liter Wasser gemessene  $\beta$ -Gesamtaktivität vermindert um die aus dem Kaliumgehalt berechnete  $\beta$ -Aktivität des K-40. Die  $\beta$ -Restaktivität lag für drei Proben unter 5, für die beiden restlichen bei 7 bzw. 8 pCi/Liter. Damit konnte nachgewiesen werden, daß die höheren  $\beta$ -Aktivitätsgehalte ausschließlich auf dem relativ hohen Kaliumgehalt der Wässer beruhen.

Die im ersten Halbjahr 1970 vom Institut für Strahlenschutz der GSF an vier Proben von hauptsächlich Trinkwasser durchgeführten Bestimmungen der Gesamt- $\alpha$ -Aktivität, der  $\beta$ -Aktivität des Strontium-90-Gehaltes und der  $\beta$ -Aktivität des Caesium-137-Gehaltes lagen wie im Vorjahr an oder

unterhalb der Nachweisgrenzen der Analysemethoden von 5 bzw. je 0,2 pCi/Liter. Die Ergebnisse von fünf weiteren Analysen, die vom gleichen Institut angefertigt wurden, sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Auch aus diesen Ergebnissen ist zu sehen, daß sämtliche Gesamt- $\alpha$ -Aktivitäten unterhalb der Nachweisgrenze, die Aktivitäten von Caesium-137 und Strontium-90 ebenfalls unterhalb oder in zwei Fällen dicht an der Nachweisgrenze liegen.

Die Luftüberwachung erfaßt sowohl die Grubenwetter als auch die Luft aus der Umgebung des Salzbergwerkes. Bei der Überwachung der Grubenwetter wurden im Berichtsjahr an sechs ausgewählten Stellen des Grubengebäudes wöchentlich, übertage monatlich an ebenfalls sechs Stellen Proben genommen. Die Luftüberwachung ergab, daß die  $\beta$ -Gesamtaktivität und die langlebige  $\alpha$ - und  $\beta$ -Aktivität sowohl der Grubenwetter als auch der Luft aus der Umgebung des Bergwerkes nicht höher waren als die natürliche Radioaktivität der Luft anderer Meßstellen in Deutschland und Europa [6, 7] .

Damit hat sich gezeigt, daß durch die bisherige Einlagerung von radioaktiven Abfällen in das Salzbergwerk Asse keinerlei Erhöhung der natürlichen Aktivitäten in Luft und Wasser verursacht worden ist.



Tabelle 4 : Aktivitäten von Caesium-137 und Strontium-90, Gesamt-Alphaaktivität und Salzgehalt von 5 Wasserproben aus der Umgebung des Salzbergwerks Asse (Probenahme November 1970)

Analyse	Probenahmestelle	Cs-137 [pCi/l]	Strontium-90 [pCi/l]	Gesamt- $\alpha$ -Aktivität [pCi/l]	Salzgehalt [g/l]
1	9 Trinkwasserver- sorgung Remlingen	0,3	0,2	< 5	0,7
2	12 Überlauf Trinkwasser- versorgung Wittmar	< 0,2	< 0,2	< 5	0,7
3	65 Überlauf Trinkwasser- versorgung Groß Denkte	0,3	0,3	< 5	-
4	32 Trinkwasserversor- gung Falkenheim bei Groß Denkte	0,2	< 0,2	< 5	-
5	51 Überlauf Trinkwasser- versorgung Groß Vahlberg	0,2	0,2	< 5	0,6

#### 4.5 Sicherheitsstudien

Für die verschiedenen Phasen der Einlagerung von radioaktiven Abfällen in das Salzbergwerk Asse müssen Sicherheitsstudien erarbeitet werden. Im Berichtsjahr wurde der allgemeine Teil A "Bergtechnische Anlagen und Betriebsvorgänge" fertiggestellt. In ihm werden sämtliche konventionellen Anlagen und Vorgänge geschildert, die zum Betrieb des Bergwerkes und damit auch zum Einlagerungsbetrieb gehören, die sich aber nicht speziell auf einen Einlagerungsvorgang beziehen. Besonders ausführlich werden darin die theoretisch möglichen Störfälle eines gebirgsmechanisch bedingten Zusammenbruches (vgl. Kap. 4.1.1) und eines Wassereintrittes in die Grube behandelt, wobei der letztere als "größter anzunehmender Unfall (GAU)" definiert wird. Als Ergebnis wird herausgestellt, daß selbst bei dem äußerst unwahrscheinlichen Eintreten des GAU keinerlei Gefährdung für die Umwelt besteht, auch nicht auf lange Sicht.

Der Teil B III "Versuchseinlagerung mittelaktiver Rückstände" schildert sämtliche Anlagen und Betriebsvorgänge, die in Zusammenhang mit dieser Einlagerungsphase stehen. Die speziell für die Versuchseinlagerung mittelaktiver Abfälle entwickelte Technologie (vgl. Kap. 3.2.1) wird in allen Details beschrieben. Auch hierbei zeigen die Sicherheitsüberlegungen, daß das Risiko jederzeit beherrschbar ist.

5. Planung einer Prototyp-Kavernenanlage

Die Untersuchungen zur Errichtung einer Prototyp-Kavernenanlage auf der Salzantiklinale der Asse wurden im Rahmen eines Forschungsvertrages mit EURATOM fortgesetzt. Ziel dieses Projektes ist es, durch unmittelbares Beschicken der Lagerkaverne von übertage aus den erheblichen personellen und sachlichen Aufwand bei der Einlagerung von radioaktiven Abfällen zu vermindern. Wenn der Zwang entfällt, die Abfälle mitsamt der Abschirmung nach untertage zu transportieren und die entleerten Abschirmbehälter wieder zurückzubringen, kann der Mengendurchsatz bei der Einlagerung wesentlich gesteigert werden, was im Hinblick auf die zukünftig stark anwachsenden Abfallmengen unumgänglich ist.

Die Auswertung der als Untersuchungsbohrung niedergebrachten Tiefbohrung Remlingen 4 [2] (vgl. Kap. 4.2.1) sowie der Fachgutachten ergab, daß an der Stelle der Tiefbohrung Remlingen 4, also etwa 50 m westlich des Schachtes Asse 2, ein Bohrschacht mit ca. 1,50 m lichtem Durchmesser geologisch und technisch sicher niedergebracht werden kann (vgl. Kap. 4.2.1). Aufgrund dieser Ergebnisse wurden erste Verhandlungen mit in- und ausländischen Schachtbauunternehmen mit dem Ziel aufgenommen, einen Planungsauftrag für die Herstellung des Bohrschachtes zu vergeben.

Die Prototyp-Kaverne von ca. 5.000 m<sup>3</sup> Volumen soll in einer Tiefe von etwa 940 m unterhalb des Bohrschachtes bergmännisch aufgefahren werden. Die Kaverne liegt damit im vollkommen unverritzten Bereich des Salzsattels mit genügend großem Sicherheitsabstand zur 850 m-Sohle, der z. Zt. tiefsten Sohle im Grubengebäude. Diese Lage und Tiefe der Kaverne wurde mit Rücksicht auf die Einlagerung von hochaktiven Abfällen gewählt, die auf bzw. unterhalb der 775 m-Sohle vorgesehen ist. Ferner

kann auch, wenn der Kavernenraum mit Abfällen gefüllt ist und dieses Verfahren sich bewährt hat, eine zweite Kaverne darüber angelegt werden.

Auf der 490 m-Sohle wird eine Verbindungsstrecke zwischen dem vorhandenen Grubengebäude und dem neuen Bohrschacht aufgeföhren, so daß in Notfällen ein zweiter fahrbarer Ausgang für die Belegschaft vorhanden ist.

Die übertägige Beschickungsanlage wird so ausgelegt, daß auch mittelaktive Abfälle in die Kaverne eingebracht werden können. Deshalb wird über dem Bohrschacht eine abgeschirmte Zelle errichtet, in der die Abfallbehälter unter vollem Strahlenschutz in das Fördergefäß umgeladen werden können. Einzeltransportbehälter sollen über ein Strahlenschiebersystem direkt in die Zelle entleert werden, während für das Entladen der Sammeltransportbehälter eine Krananlage mit speziellem abgeschirmten Hilfsbehälter vorgesehen ist.

Um die Transportbehälter rasch und mit möglichst geringem Personalaufwand entladen zu können, soll die Beschickungsanlage weitgehend automatisiert arbeiten. Damit können die in Zukunft erforderlichen großen Durchsätze erreicht und die kostspieligen Wartezeiten für die Transport- und Zustellfahrzeuge verkürzt werden.

Das Konzept für die Ausstattung und den Betrieb der Kavernenanlage wird in einer Projektstudie niedergelegt, die als Grundlage für einen Ingenieurplanungsauftrag dienen soll.

6. Literaturverzeichnis

- [1] ALBRECHT, E.  
Sicherungsarbeiten am Ausbau des Schachtes Asse 2. -  
Kali und Steinsalz 5 (1970) 257-263
- [2] BORCHERT, H. ; DÜRR, K. ; KLARR, K. ; KÜHN, K. ; LAMBY, B. ;  
STAUPENDAHL, G. (Institut für Tieflagerung, Clausthal-Zellerfeld  
- GSF)  
ALBRECHT, E. ; KOLDITZ, H. ; SCHNECKENBERGER, K. ;  
THIELEMANN, K. ; TRABANDT, H. E. (Betriebsabteilung für  
Tieflagerung, Wolfenbüttel - GSF)  
DIEFENBACHER, W. ; HEIL, H. ; KRAUSE, H. ; SCHUCHARDT, M. C.  
(Abteilung Dekontaminationsbetriebe, Karlsruhe - GfK)  
Endlagerung radioaktiver Abfälle. Jahresbericht 1969. -  
GSF - T 27 - KFK - 1212 (1970)
- [3] BECHTHOLD, W.  
Transport von hochaktiven verglasten Spaltprodukten. -  
KFK- 1263 (1970)
- [4] KÜHN, K.  
Über die Wärmeleitfähigkeit von Salzgrus. -  
GSF - T 20 (1969)
- [5] ALBRECHT, E. ; DÜRR, K. ; KLARR, K.  
Bericht über die Salzhangbohrungen A 1 bis A 5 auf der  
490 m-Sohle der Schachanlage Asse II. -  
GSF - T 11 (1968)
- [6] KELLER, M. ; TZSCHASCHEL, R. (Hrsgb.)  
Arbeitsbericht 1968 der Zentralabteilung Strahlenschutz. -  
JÜL - 603 - St (1969)
- [7] KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN  
Meßwerte der Umweltradioaktivität in den Ländern der  
Gemeinschaft im Jahre 1969. Luft - Niederschläge - Wasser.  
EUR - 4605 (1971)

7. Weitere Veröffentlichungen im Berichtsjahr

7.1 die Lagerung radioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse  
direkt betreffend :

ALBRECHT, E. ; KÜHN, K. ; PERZL, F. (Gesellschaft für Strahlen-  
forschung mbH, Munich)  
DIEFENBACHER, W. ; HEIL, J. ; KRAUSE, H. ; SCHUCHARDT, M. C.  
(Karlsruhe Nuclear Research Centre, Karlsruhe)  
Disposal of radioactive wastes by storage in a salt mine  
in the Federal Republic of Germany.  
Management of Low- and Intermediate-Level Radioactive Wastes  
(Proc. Symp. Aix-en-Provence 1970), IAEA, Vienna, STI/PUB/264  
(1970) 753-771

ALBRECHT, E.  
Der Atommüll und der Bau.  
Bau-Markt 69 (1970) 2535-2536  
GSF - T 34 (1970)

7.2 die Beseitigung radioaktiven Abfalls im allgemeinen betreffend :

AURAND, K. ; SCHWIBACH, J. ; WOLTER, R. (Federal Health Office,  
Berlin)  
KRAUSE, H. (Karlsruhe Nuclear Research Centre, Karlsruhe)  
Management of low- and intermediate-level radioactive liquid  
and solid wastes in the Federal Republic of Germany.  
Management of Low- and Intermediate-Level Radioactive Wastes  
(Proc. Symp. Aix-en-Provence 1970), IAEA, Vienna, STI/PUB/264  
(1970) 101-113

KRAUSE, H.  
Die Endlagerung radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik.  
Atom-Informationen des Deutschen Atomforums, Nr. 5  
(22. Mai 1970) 25-26

KRAUSE, H.  
Waste treatment and disposal.  
Industrial Aspects of the Nuclear Fuel Cycle in Europe.  
4th FORATOM Congress, Stockholm, 21 - 23 Sept. 1970.  
Paper submitted by Deutsches Atomforum e. V., Section V,  
Reprocessing, 12-14

KRAUSE, H.

Die Behandlung und Beseitigung hochaktiver Spaltproduktabfälle.  
Atom-Informationen des Deutschen Atomforums, Nr. 9  
(27. Sept. 1970) 15-16

KRAUSE, H.

Dekontamination und Abfallbeseitigung.  
Strahlenschutz in Forschung un Praxis 10 (1970) 243-257

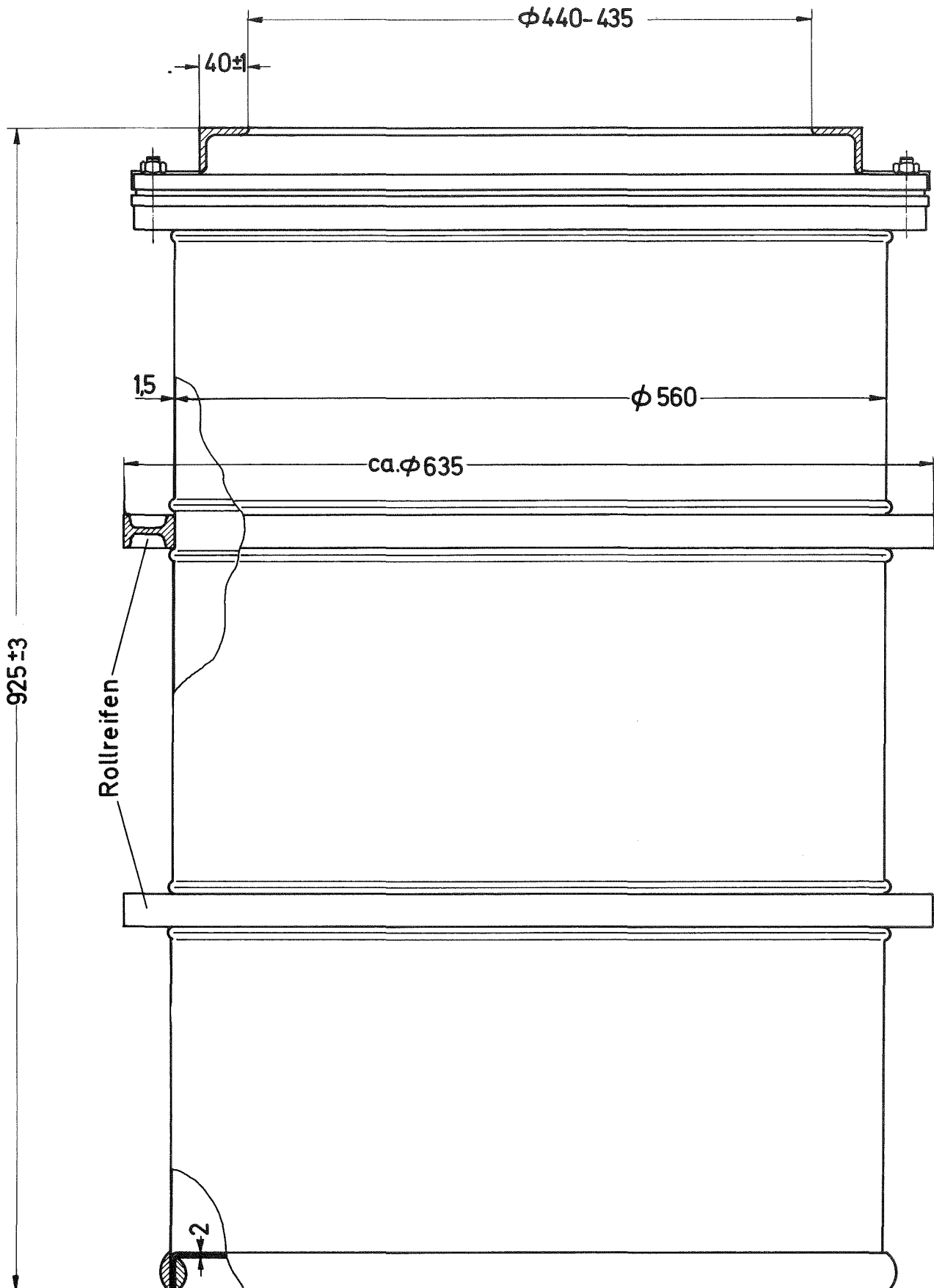
KÜHN, K.

Geowissenschaftliche Probleme bei der Endlagerung radioaktiver  
Rückstände.  
Atom und Strom 16 (1970) 109-111

KÜHN, K.

Die radioaktiven Abfälle.  
Gewerbeschüler (Aarau/Schweiz), Leseheft 49/2 (1970) 31-35  
GSF - T 32 (1970)

Abfallfass  
für die Einlagerung mittelaktiver Abfälle



Anlage:1

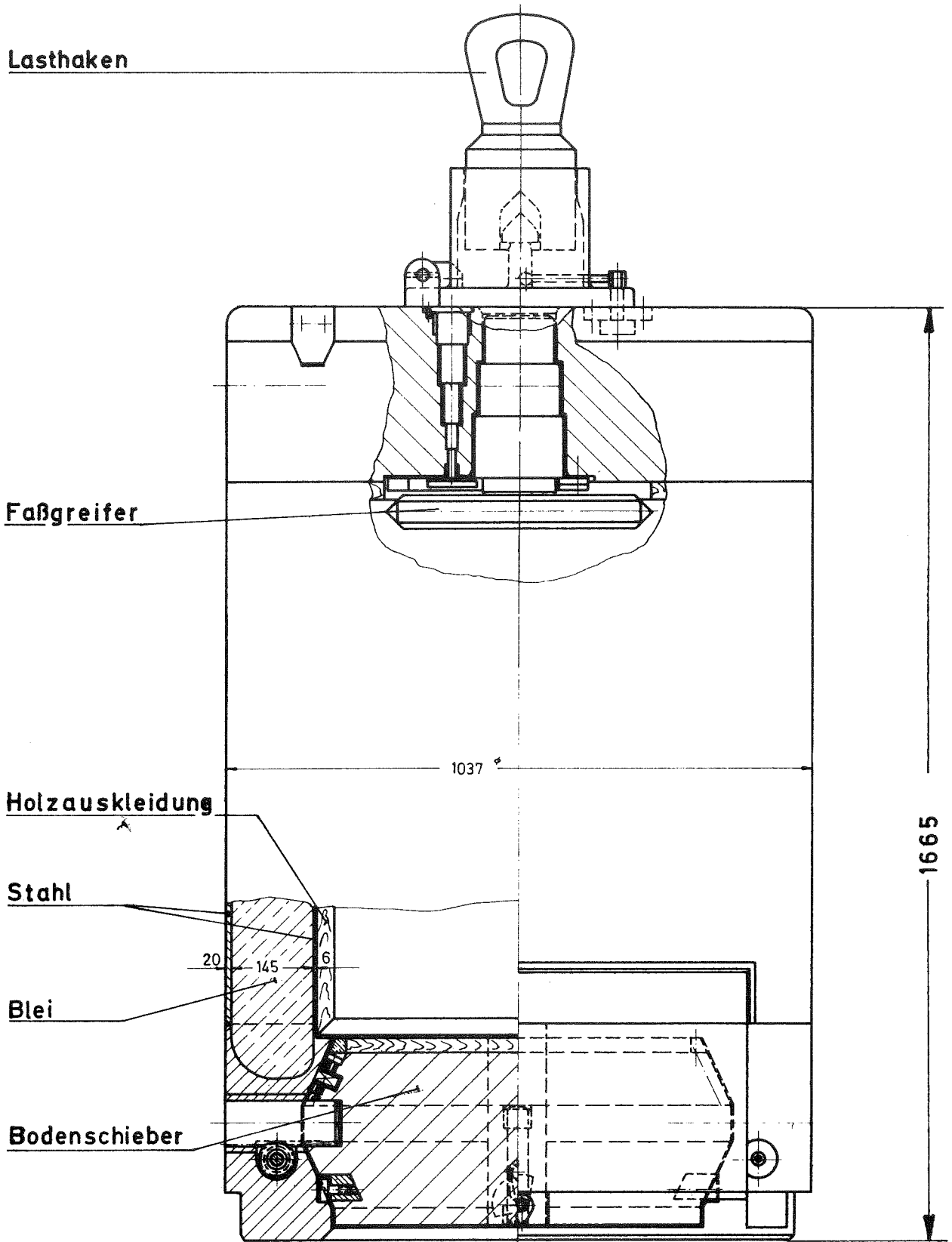


Der Bundesminister für Verkehr hat gemäß § 2 (2a) EVO auf jederzeitigen Widerruf nachstehende Abweichung von der Anlage C zur EVO genehmigt:

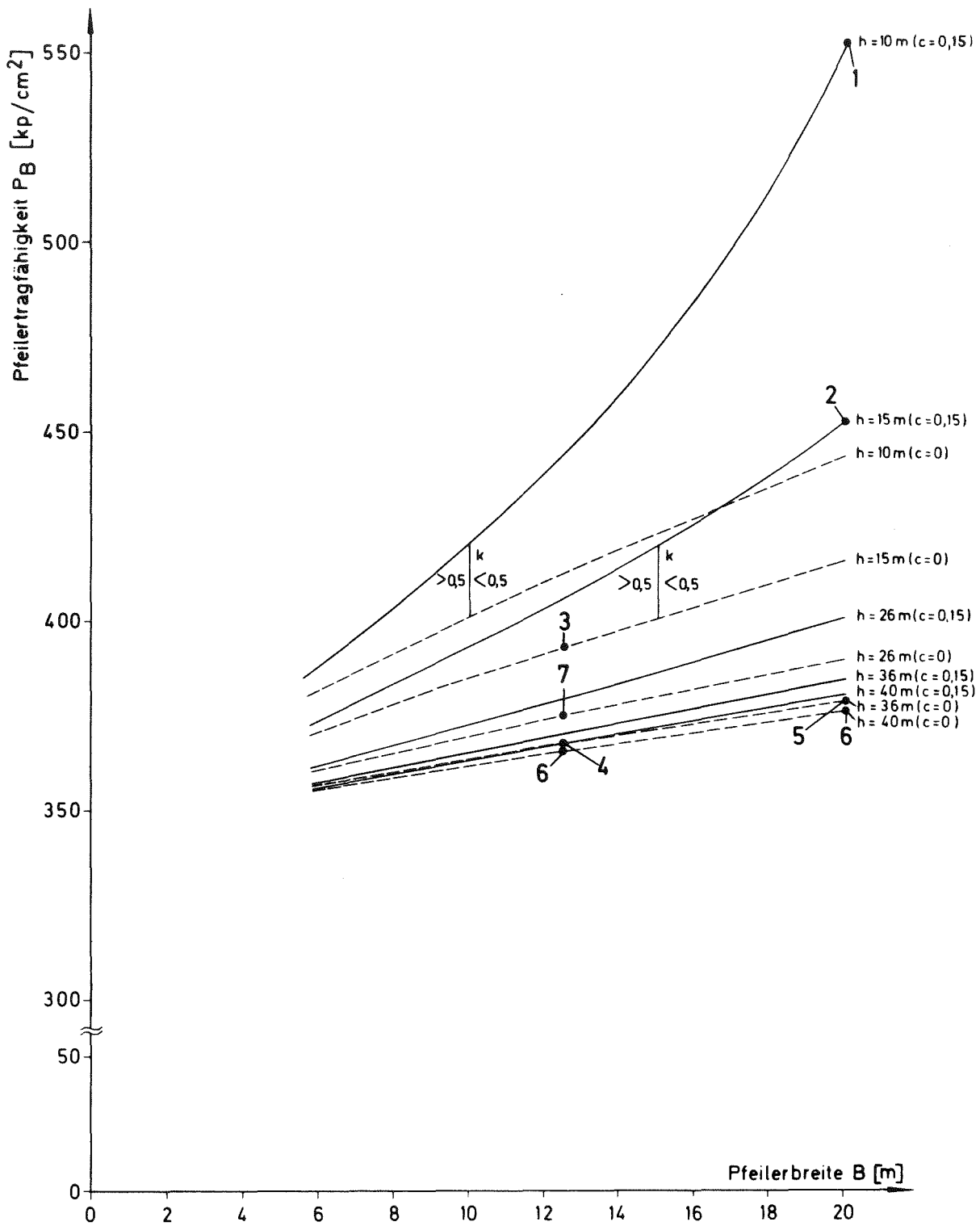
Für Stoffe und Gegenstände			Abweichungen	
Klasse	Ziffer	Benennung	von Rn	Art
IV b	2	<p>a) feste radioaktive Rückstände, bestehend aus gemischten Spaltprodukten der Gruppe II sowie höchstens 3 % Radionukliden der Gruppe I, in Beton fixiert,</p> <p>b) radioaktive Verdampferkonzentrate, bestehend aus gemischten Spaltprodukten der Gruppe II sowie höchstens 5 % Radionukliden der Gruppe I, in Bitumen oder Beton fixiert.</p>	<p>452 (1) (5) (6) (7) 455 461 (1) (2) b) (2) f)</p>	<p>Die Beförderung ist zwischen <b>Karlsruhe und Remlingen als Wagenladung</b> unter folgenden Bedingungen zugelassen:</p> <p>1. Die radioaktiven Abfälle sind in 200-l-Fässern, die einzeln in einen Stahlbehälter einzusetzen sind, der als Abschirm- und Schutzbehälter dient, zu verpacken.</p> <p>Die Fässer und der Stahlbehälter müssen hinsichtlich ihrer Konstruktion, Dichtheit und Festigkeit den dem Bundesminister für Verkehr am 30. April 1970 übersandten Zeichnungen und Berichten entsprechen. Das Einsetzen der Fässer in den Stahlbehälter hat entsprechend der dem Bundesminister für Verkehr am 30. April 1970 übersandten Beschreibung zu erfolgen.</p> <p>2. In einem Transportbehälter dürfen folgende Mengen an radioaktiven Abfällen enthalten sein:</p> <p style="padding-left: 20px;">von den unter a) bezeichneten Abfällen = 200 kg von den unter b) bezeichneten Abfällen soweit sie in Bitumen fixiert sind = 180 kg soweit sie in Beton fixiert sind = 30 kg</p> <p>Um Relativbewegungen während des Transports zu vermeiden, muß der Inhalt im Faß festliegen.</p> <p>3. Die Aktivität je Transportbehälter darf folgende Werte nicht übersteigen:</p> <p style="padding-left: 20px;">Transportbehälter mit Abfällen unter a) = 100 Ci Transportbehälter mit Abfällen unter b) = 200 Ci</p> <p>4. Auf den Transportbehältern müssen deutlich und dauerhaft das auf den Fahrzetteln wiedergegebene Strahlensymbol und der Vermerk</p> <p style="text-align: center;">„RADIOAKTIV“</p> <p>in Großbuchstaben von mindestens 1 cm Höhe eingestanzt, eingepreßt oder in einem anderen feuer- und wasserbeständigen Verfahren angebracht sein.</p> <p>Die Transportbehälter müssen außerdem mit einer Typennummer, die mit der Nummer der vorgelegten Konstruktionszeichnung übereinstimmen muß, versehen sein.</p> <p>Ferner müssen auf den Transportbehältern gut lesbar und unauslöschbar vermerkt sein:</p> <p style="padding-left: 20px;">a) der Name oder die Fabrikmarke des Herstellers und die lfd. Fertigungsnummer des Transportbehälters, b) das Baujahr des Transportbehälters.</p> <p>5. Die Transportbehälter müssen mit Spezialrollblöcken versehen sein, die vom Bundesbahn-Zentralamt Minden (Westf) besonders zugelassen sind.</p> <p>Die Transportbehälter sind in einer mit der Deutschen Bundesbahn vereinbarten Verladeweise auf geeigneten Güterwagen zu befestigen.</p> <p>6. Die Bezeichnung des Gutes im Frachtbrief muß lauten:</p> <p style="padding-left: 20px;">„Radioaktive Abfälle, IVb, Ziffer 2 Anlage C zur EVO, Sondergenehmigung Nr. 341“</p> <p>Die Gutbezeichnung ist rot zu unterstreichen.</p> <p>Jedem Frachtbrief einer Vollsendung ist eine Ausfertigung dieser Sondergenehmigung beizugeben.</p> <p>7. Bei einem Unfall ist das Bundesbahn-Zentralamt Minden (Westf), Basa: 948/269 oder 1111, zu benachrichtigen.</p> <p>8. Die sonstigen für Stoffe der Rn 451 Ziffer 2 geltenden Vorschriften der Anlage C zur EVO sind sinngemäß zu beachten.</p>

Der Versender muß sich mit der BD Wuppertal und der BD Karlsruhe über die Beförderungsbedingungen zur Durchführung der Transporte vor Aufgabe der Sendungen verständigen.

(BD Wuppertal 55 Vt 13 Tfdc vom 19. 11. 70)



Abschirmbehälter zum Transport mittelaktiver Abfälle  
 (Behältertype E2)



Berechnete Tragfähigkeit  $P_B$  von unterschiedlich hohen Kammerpfeilern in Abhängigkeit von ihrer Breite

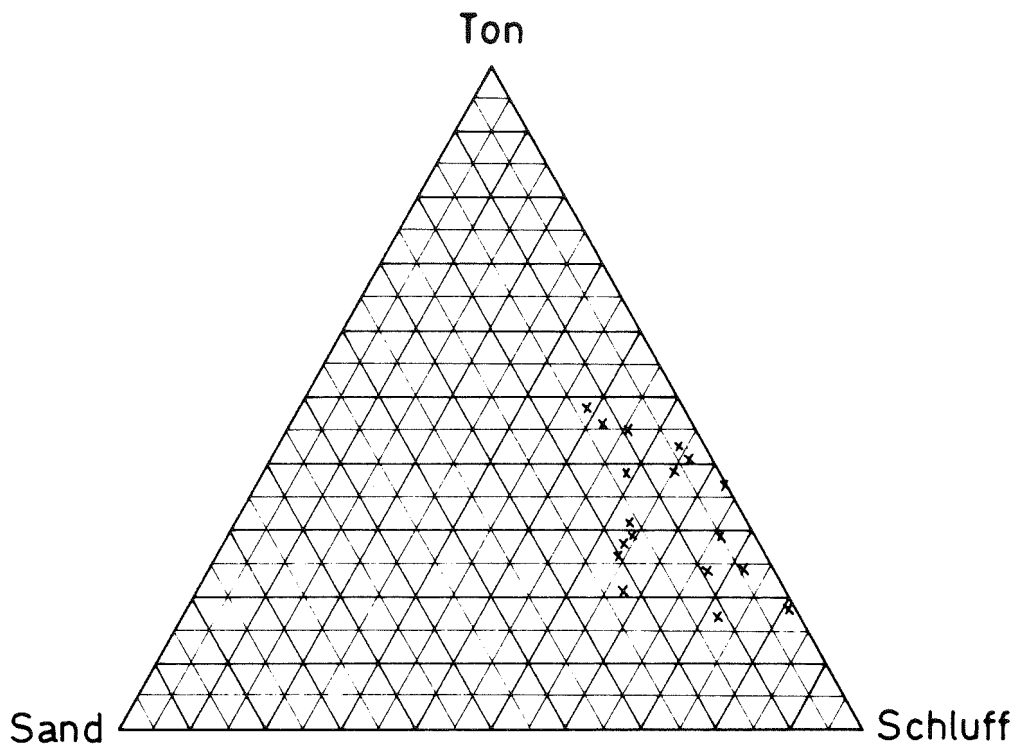
# Korngrößenanalyse des roten tonigen Schluffsteines im Bereich des Gipshutes

Tiefbohrung Remlingen 4

Schlämmanalyse

Proben - Nr. : 6 - 23

Entnahmestellen : 254 - 269 m



Sand (0,063 - 2,000 mm): 9,1%

Schluff (0,002 - 0,063 mm): 57,4%

Ton (< 0,002 mm): 32,5%

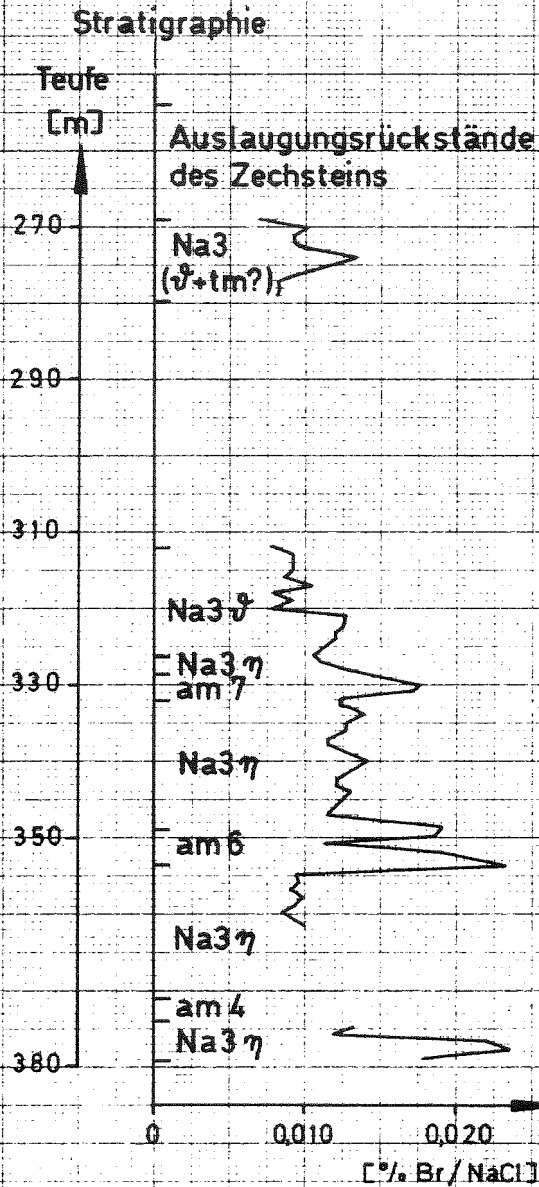
} Durchschnitt der Proben 6 - 23

Gesteinsbezeichnung : toniger Schluffstein

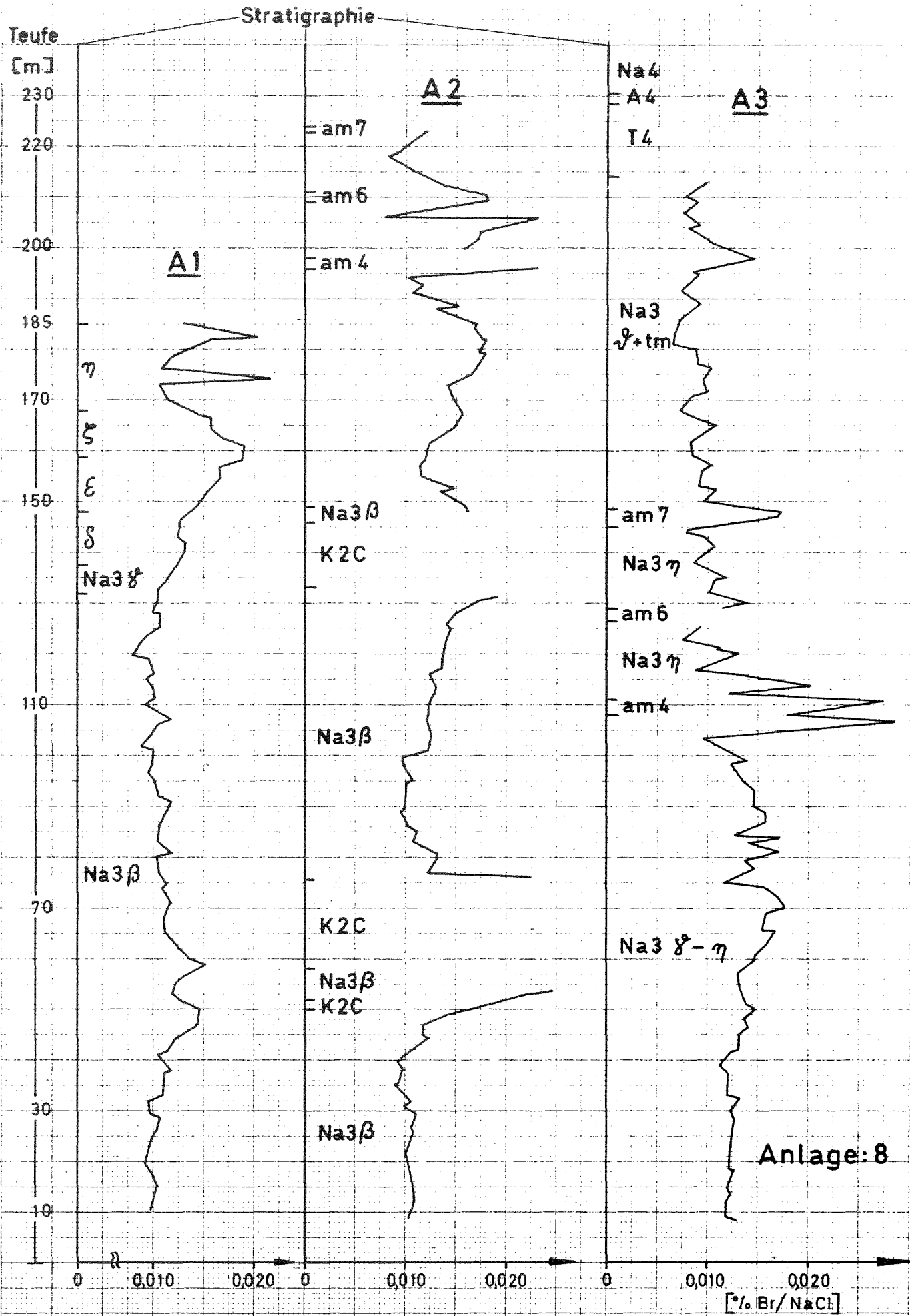
Anlage : 5



# Tiefbohrung Remlingen 4



Brom-Profil im Bereich des Salzgebirges von 269 bis 379m



Brom-Profile der Horizontalbohrungen A1-A3

Anlage: 8