



INSTITUT FÜR TIEFLAGERUNG
Technische Abteilung
Wissenschaftliche Abteilung
Abteilung Dekontaminationsbetriebe

ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE
JAHRESBERICHT 1973

Dezember 1974

GSF T 52
KFK 2015

**Gesellschaft für
Strahlen- und Umweltforschung mbH
München**

Als Manuskript vervielfältigt.
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor.

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München
8042 Neuherberg, Post Oberschleisheim, Ingolstädter Landstr. 1
Tel.: (089) 38741 Telex: 05/23125

GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH
MÜNCHEN

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG MBH KARLSRUHE

Institut für Tieflagerung, Technische Abteilung, Wolfenbüttel (GSF)
Institut für Tieflagerung, Wissenschaftliche Abteilung, Clausthal (GSF)
Abteilung Dekontaminationsbetriebe, Karlsruhe (GfK)

E. Albrecht, H. Kolditz, K. Thielemann
(GSF-IfT/TA)

K. Dürr, K. Klarr, K. Kühn, G. Staupendahl, E.-P. Uerpmann
(GSF-IfT/WA)

W. Bechthold, W. Diefenbacher, H. J. Engelmann, W. Hild,
H. Krause, M. C. Schuchardt
(GfK/ADB)

ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE
JAHRESBERICHT 1973

Dezember 1974

GSF - T 52
KfK 2015

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 1973 durchgeführten Arbeiten auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle.

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

Die Einlagerung von schwachaktiven Abfällen auf der 750 m-Sohle und auch die versuchsweise Einlagerung mittelaktiver Abfallstoffe auf der 490 m-Sohle wurden im Berichtszeitraum fortgeführt. Im September wurde erstmalig der bei der GfK entwickelte Sammelabschirmbehälter S 7 V für Transporte von jeweils 7 Stück 200 l-Rollreifenfässern mit mittelradioaktiven Abfällen zur Asse eingesetzt. Bei einem zweimaligen Umlauf zwischen dem Kernforschungszentrum Karlsruhe und der Schachanlage Asse II wurden wöchentlich 14 Fässer antransportiert, so daß am Jahresende die Einlagerungsmenge insgesamt 233 Fässer betrug.

Der Bericht gibt ferner Auskunft über den augenblicklichen Stand der Forschungsarbeiten auf den Gebieten Gebirgsmechanik, Geologie und Hydrologie sowie deren Resultate. Weiterhin wird über Einlagerungstechniken berichtet, die sich zur Zeit in der Planung befinden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkung	1
2. Bergtechnischer Ausbau und bergbaulicher Betrieb des Salzbergwerkes Asse	3
2.1 Allgemeine Arbeiten untertage	3
2.2 Baumaßnahmen auf der Liegenschaft Asse	6
3. Einlagerung von radioaktiven Abfällen	7
3.1 Schwachaktive Abfälle	7
3.2 Mittelaktive Abfälle	10
3.2.1 Versuchseinlagerung	10
3.2.2 Abgeschirmte Einzeltransportbehälter	10
3.2.3 Abgeschirmte Sammeltransportbehälter	11
3.2.4 Kapazitätsuntersuchung	14
3.3 Hochaktive Abfälle	14
3.3.1 Planung der Einlagerungstechnik	14
3.3.2 Bergtechnische Vorarbeiten	15
3.3.3 Temperatur-Versuche	15
3.3.4 Einlagerung von AVR-Brennelementen	17
3.3.5 THTR-Studie	17
4. Erstellung einer Prototyp-Kavernenanlage auf der Schachtanlage Asse	18
5. Beseitigung tritiumhaltiger Abwässer durch Einpressen in poröse Schichten des tiefen Untergrundes	21
6. Forschungsarbeiten	22
6.1 Gebirgsmechanische Untersuchungen	22
6.2 Geologische Untersuchungen	23
6.3 Hydrogeologische Untersuchungen	24
6.4 Umgebungsüberwachung	26
6.5 Sicherheitsstudien	26
7. Beseitigung ausgewählter Abfallstoffe	28
8. Veröffentlichungen	29

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Kombiniertes Großloch- und Sprenglochbohrwagen
- Abb. 2 Radioaktive Abfälle in Betonabschirmungen aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe
- Abb. 3 Transport der Betonabschirmungen in der Schachthalle
- Abb. 4 Einzelabschirmbehälter E 2 im Herstellerwerk
- Abb. 5 Sammelabschirmbehälter S 7 V nach seiner Befüllung im Kernforschungszentrum Karlsruhe
- Abb. 6 Befüllen des S 7 V mit 200 l-Abfallfässern im Kernforschungszentrum Karlsruhe
- Abb. 7 Übernahme von mittelradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse
- Abb. 8 Sonde zur Kalibermessung in Bohrlöchern bei Gesteinstemperaturen bis 400 °C
- Abb. 9 Abtragung des Hanggeländes
- Abb. 10 Spülungsbecken für die Herstellung des Bohrschachtes Asse 4
- Abb. 11 Fernsehaufnahme aus einer hydrogeologischen Untersuchungsbohrung in ca. 200 m Tiefe

1. Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht soll einen Überblick über die wesentlichen Arbeiten vermitteln, die auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle von der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München (GSF) zusammen mit der Gesellschaft für Kernforschung mbH Karlsruhe (GfK) im Jahr 1973 durchgeführt worden sind.

Im Rahmen der Aufgabenteilung auf diesem Gebiet bearbeitet die Wissenschaftliche Abteilung des Instituts für Tieflagerung (WA) die berg- und geowissenschaftlichen Probleme, die Technische Abteilung des Instituts für Tieflagerung (TA) ist für bergtechnische Arbeiten zuständig und betreibt das Salzbergwerk Asse, während die Abteilung Dekontaminationsbetriebe (ADB) für kerntechnische Studien sowie für die Entwicklung und Erprobung kerntechnischer Einrichtungen für Transport und Einlagerung radioaktiver Abfallstoffe verantwortlich zeichnet.

Einzelne Teilbereiche werden in Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen oder technischen Institutionen bearbeitet, z. B. gebirgsmechanische Untersuchungen mit der Technischen Universität Clausthal, geologische und hydrogeologische 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 RBT/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.

Allen Behörden und Institutionen, die bisher durch ihre Mithilfe die Durchführung unserer Arbeiten unterstützt haben, soll auf diesem Wege Dank gesagt werden.

2. Bergtechnischer Ausbau und bergbaulicher Betrieb des Salzbergwerkes Asse

2.1 Allgemeine Arbeiten untertage

Wie in den Vorjahren waren für die Aufrechterhaltung eines geregelten Betriebsablaufes auch im Berichtsjahr eine Reihe bergmännischer Arbeiten durchzuführen. Dazu gehörten die regelmäßigen Prüfungen und Untersuchungen an den maschinen- und elektrotechnischen Anlagen sämtlicher Seilfahrteinrichtungen sowie entsprechende Wartungsarbeiten gemäß den geltenden Bergverordnungen.

Zur Vermeidung von Wetterkurzschlüssen ist der gesamte Wetterscheider im Hauptschacht mit Polyurethan-Hartschaum abgedichtet worden.

Für die Befahrung des Grubengebäudes mit Dieselfahrzeugen wurde der 2. westliche Querschlag und die südliche Richtstrecke der 775 m-Sohle auf einer Gesamtlänge von rd. 330 m sowie die Sattelrichtstrecke nach Westen auf der 750 m-Sohle auf einer Länge von rund 230 m von einem Querschnitt von 8 m^2 und 16 m^2 erweitert.

Neben verschiedenen Zugangsstrecken zu den als Einlagerungskammern hergerichteten Abbaukammern ist die Fahrbahn der Wendelstrecke von der 750 m- zur 775 m-Sohle planiert und für den Fahrzeugverkehr befestigt worden.

Von der bis zu 10 % ansteigenden Salzabfuhrstrecke von der 750 m- zur 700 m-Sohle wurden im Berichtsjahr rund 250 m aufgefahren, wobei der Anschluß zur 725 m-Sohle in der Abbaukammer 8 (Älteres Steinsalz) hergestellt wurde. Die Gesamtlänge der Strecke beträgt nunmehr rund 320 m. Zur Verkürzung der Fahrwege beim Salztransport mußten aus der Salzabfuhrstrecke verschiedene Querschläge zu alten Abbaukammern der 750 m-Sohle aufgefahren werden. Eine wesentliche Beschleunigung der Streckenauffahrung wurde seit August durch den Einsatz eines kombinierten Groß-

loch- und Sprenglochbohrwagens (Abb. 1) in Verbindung mit einem Sprengstoffladegerät zum Einbringen von losem Sprengstoff in die Schußbohrlöcher erreicht. Wie im Vorjahr wurden auch im Berichtsjahr eine Reihe von

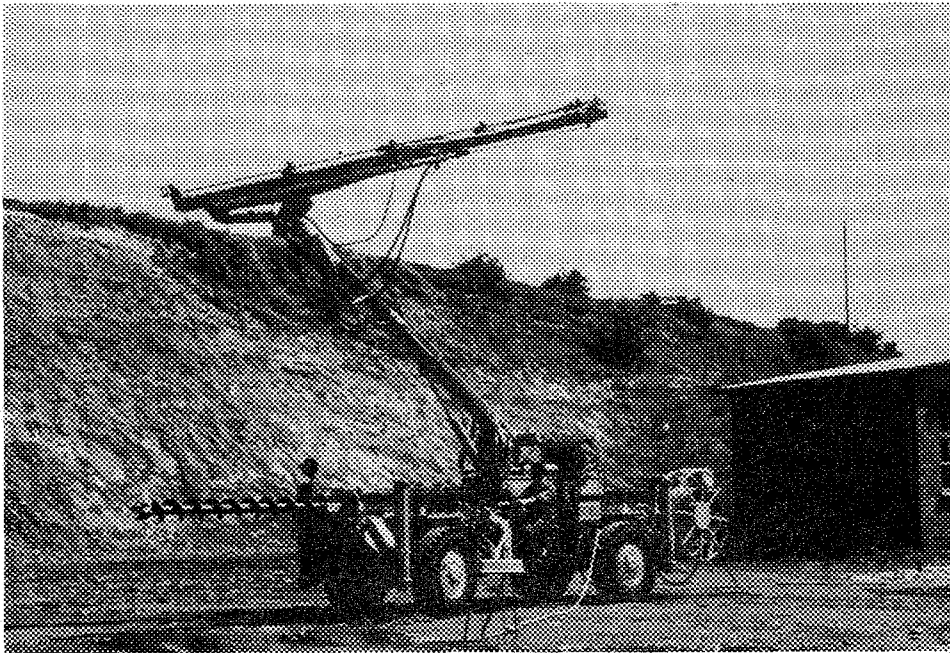


Abb. 1: Kombiniertes Großloch- und Sprenglochbohrwagen

Wetterschlägen auf verschiedenen Sohlen hergestellt, um eine ausreichende Bewetterung der belegten Betriebspunkte im Grubengebäude zu gewährleisten. Zur besseren Abdichtung wurden auch hier die Verschlüsse mit Salzbeton torkretiert.

Für das Abkippen des bei den Streckenauffahrungen anfallenden Salzhaufwerks in den Abbau 3 des Älteren Steinsalzes der 750 m-Sohle mußte dieser Abbau weiter beraubt werden. Beraubearbeiten sind in den Kammern 3, 6, 7, 11 und 12 im Jüngeren Steinsalz der 750 m-Sohle unter Verwendung des teleskopierbaren Beraube- und Stapelfahrzeuges durchgeführt worden, um diese Kammern für die Einlagerung schwachaktiver Abfälle herzurichten. Weitere Beraubearbeiten mußten im Blindschacht 3 oberhalb der 750 m-Sohle sowie im Blindschacht 2 zwischen der 750 m- und 800 m-Sohle durchgeführt werden.

Vom Blindschacht 4 bis zum 230 m entfernt in der Sattelrichtstrecke nach Westen liegenden Laugensumpf hin wurde eine neue Laugenleitung verlegt. Der Ende des Jahres angelieferte 20 m³ fassende Laugenbehälter für übertage wird Anfang 1974 installiert. Von da ab soll die im Grubengebäude anfallende MgCl₂-Lauge direkt nach übertage gefördert und in dem Laugensammelbehälter gespeichert werden. Die Lauge soll bei Bedarf an Fremdfirmen abgegeben werden. Im Berichtsjahr wurde die auf der 750 m-Sohle anfallende Lauge wie bisher zur 850 m-Sohle gepumpt. Die Lagerkapazität ist hier jedoch fast erschöpft.

Auf der 750 m-Sohle wurde eine neue Hochspannungsanlage installiert, so daß nunmehr die Einspeisung durch Niederspannung von der 490 m-Sohle auf die 750 m-Sohle entfällt. Das im Jahre 1968 angelieferte Notstromaggregat mit einer Leistung von 63 kVA wurde mit einem zusätzlichen Umspanner für 380 Volt ausgerüstet und in die neue Trafostation übertage eingebaut. Angeschlossen an dieses Notstromaggregat sind die Wasserhaltung, die Heizungs- und Lichtanlage übertage sowie die Notseilfahrtanlage im Hauptschacht.

Zur besseren Überwachung der Vorgänge bei der Übernahme von radioaktiven Abfallstoffen übertage sowie in den Füllrörtern der 490 m- und 750 m-Sohlen durch den Fördermaschinen der Hauptförderanlage wurden an diesen Stellen Fernsehanlagen montiert und ein entsprechender Monitor am Steuerstand der Fördermaschine installiert.

Im Rahmen des geologischen Erkundungsprogramms wurde am zukünftigen Standort der Kavernenanlage von der 750 m-Sohle aus eine nach unten gerichtete 250 m tiefe Kernbohrung gestoßen. Eine weitere Untersuchungsbohrung von 115 m Teufe wurde vom Füllort der 490 m-Sohle aus mit 84^g Einfallen nach Südwesten gestoßen, um den Carnallit-Horizont zu erkunden, durch den der geplante Bohrschacht geteuft werden muß. Die Bohrarbeiten verliefen ohne besondere Vorkommnisse. Die Bohrung wurde nach dem Einmessen wieder mit Zement verfüllt.

Von der Markscheiderei wurden neben den bergbehördlich geforderten Beobachtungsmessungen unter- und übertage eine Reihe bergmännisch bedingter Vermessungsarbeiten besonders bei Streckenauffahrungen durchgeführt. Dazu gehörte in der Hauptsache eine Durchschlagsangabe für die Salzabfuhrstrecke zur 725 m-Sohle. Durch die Veränderungen übertage infolge des Hangabtrages im Westen und der Aufschüttungen im Osten des Schachtgeländes war eine Neuaufnahme notwendig. Ein neuer Tageriß ist im Maßstab 1 : 500 angefertigt worden. Für die Erstellung des Gleisanschlusses wurde die Gleistrasse zwischen den Schächten Asse 1 und Asse 2 abgesteckt.

2.2 Baumaßnahmen auf der Liegenschaft Asse

Die im Vorjahr begonnene Kfz-Halle sowie die Trafostation wurden im Berichtsjahr weitgehend fertiggestellt. Desgleichen fertiggestellt wurde der 220 m³ fassende Feuerlöschwasserbehälter. Die im Rahmen des Baus eines ca. 7 km langen Gleisanschlusses vom Bundesbahnhof Wendessen zur Schachtanlage Asse II im Vorjahr begonnenen Baugrunduntersuchungen für die Festlegung der Gleistrasse zwischen den Schächten Asse 1 und 2 sind abgeschlossen worden. Die Planungsarbeiten für die gesamte Bahnanlage wurden fortgeführt und weitgehend abgeschlossen zum Abschluß gebracht.

3. Einlagerung von radioaktiven Abfällen

3.1 Schwachaktive Abfälle

Die langfristige Einlagerung schwachaktiver Abfälle wurde auch im Berichtsjahr reibungslos fortgeführt. Rund 12.200 Fässer sind in den Kammern 2, 5 und 12 der 750 m-Sohle eingelagert worden, so daß nunmehr insgesamt rund 32.000 Fässer entsprechend rund 6.500 m³ schwachradioaktiver Abfallstoffe im Grubengebäude der Schachtanlage Asse lagern. Nach vollständiger Befüllung der Kammer 2 wurde die Zugangsstrecke mit losem Salzhautwerk verschlossen und mit Salzbeton abgedichtet.

Da insbesondere im Kernforschungszentrum Karlsruhe in zunehmendem Maße schwachaktive Abfälle anfallen, welche höhere Dosisleistungen aufweisen als für Transport und Manipulation zulässig, wurden für diese Abfälle "verlorene" Abschirmungen aus Beton entwickelt und den in den Transportvorschriften vorgesehenen Falltesten unterworfen. Für die Beförderung dieser Behälter mit der Deutschen Bundesbahn erteilte der Bundesminister für Verkehr die Ausnahmegenehmigung Nr. 449 zur Anlage C zur Eisenbahnverkehrsordnung (EVO). Der Transport erfolgt im pa-System der Deutschen Bundesbahn. In einem Eos-Bahncontainer werden jeweils zwei Betonbehälter untergebracht und durch wiederverwendbare Transportsicherungseinrichtungen gegen Relativbewegungen im Container gesichert (Abb. 2).

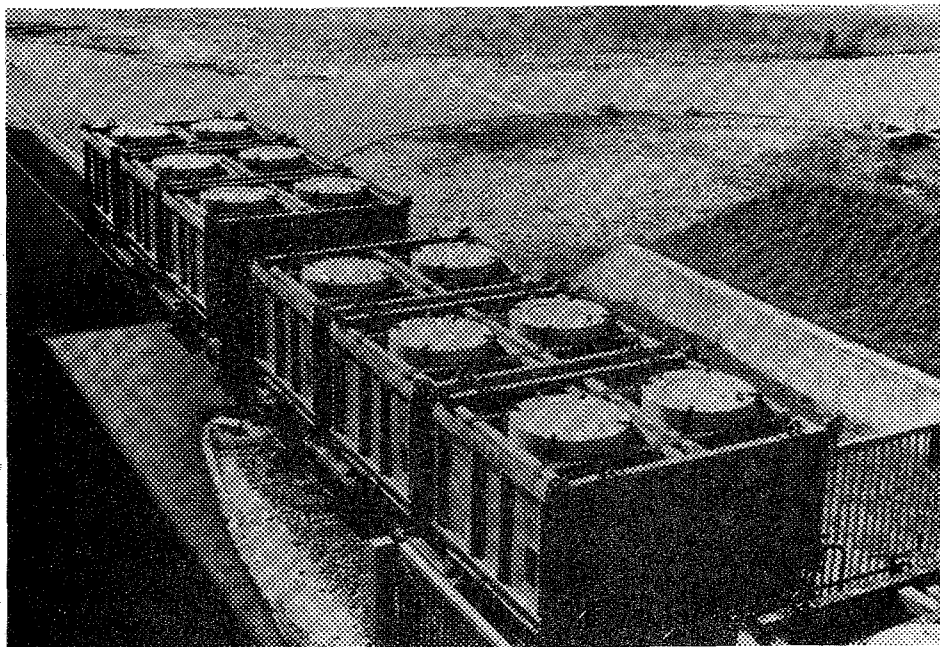


Abb. 2: Radioaktive Abfälle in Betonabschirmungen aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe

Jeder Betonbehälter wird mit einer Spezialvorrichtung aus den DB-Containern gehoben und auf den Förderkorb manipuliert (Abb. 3).

Die Betonabschirmungen sind ausschließlich für 200 l-Fässer der üblichen Bauarten vorgesehen. Insgesamt wurden im Berichtsjahr 770 derartige Betonabschirmungen vom KFZ Karlsruhe zum Salzbergwerk Asse transportiert und in den Lagerkammern auf der 750 m-Sohle eingelagert. Für die Manipulation dieser ca. 2,5 t schweren Spezialbehälter untertage wurde ein 5 t-Gabelstapler beschafft.

Die Erfahrungen haben gezeigt, daß verlorene Betonabschirmungen ein kostengünstiges und sicheres Transport- und Einlagerungsmittel für Abfallfässer mit Oberflächendosisleistungen bis zu ca. 20 rem/h sind.

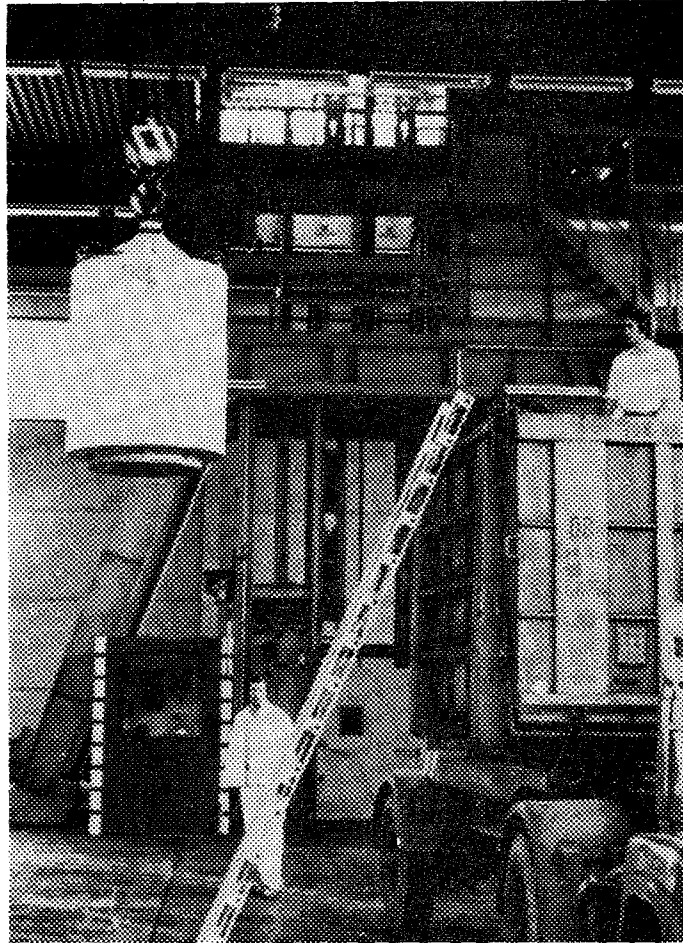


Abb. 3: Transport der Betonabschirmungen in der Schachthalle

Entsprechend der 1. Strahlenschutzverordnung wurde das bei der Einlagerung radioaktiver Abfälle eingesetzte Personal laufend überwacht. Die im § 29 der Verordnung aufgeführten höchstzulässigen Dosiswerte sind bei weitem nicht erreicht worden. Durch die Stapelung der Betonbehälter in der Einlagerungskammer für schwachaktive Abfälle ergab sich eine zusätzliche Strahlenabschirmung, wodurch die aufgenommene Dosis der in der Einlagerungskammer beschäftigten Personen verringert werden konnte. Entsprechend den Auflagen der Genehmigungsbehörde bzw. der Strahlenschutzverordnung wurden Luftaktivitäts- und Kontaminationsmessungen der Luft unter- und übertage durchgeführt. Eine Überschreitung der zulässigen Aktivitätswerte ist nicht festgestellt worden.

3.2 Mittelaktive Abfälle

3.2.1 Versuchseinlagerung

Die versuchsweise Einlagerung mittelaktiver Abfallstoffe wurde auch im Berichtsjahr fortgeführt. Es wurden weitere 175 Fässer angenommen, so daß am Jahresende insgesamt 233 Fässer in der entsprechenden Kammer eingelagert waren.

Die gesamte maschinen- und elektrotechnische Anlage zur Einlagerung mittelaktiver Abfälle in der Beschickungskammer der 490 m-Sohle funktionierte weiterhin einwandfrei. Beschädigungen an den eingelagerten Abfallfässern sind bisher nicht festgestellt worden, dementsprechend war weder eine Kontamination der Filter in der Abluftanlage noch eine Aktivitätserhöhung der Grubenluft festzustellen.

3.2.2 Abgeschirmte Einzeltransportbehälter

In der Zeit von August 1972 bis September 1973 waren drei Einzelabschirmbehälter vom Typ E 1 regelmäßig für Abfalltransporte vom Kernforschungszentrum Karlsruhe zum Salzbergwerk Asse eingesetzt. Die Transporte erfolgten im pa-System der Deutschen Bundesbahn. Es wurden Abfallfässer mit Dosisleistungen bis zu 140 rem/h an der Oberfläche transportiert und eingelagert.

Mit der Inbetriebnahme des Sammelbehälters S 7 V wurden die oben genannten Einzelbehälter als Entladebehälter auf der Schachtanlage Asse stationiert und mit gutem Erfolg eingesetzt.

Die Inbetriebnahme der neu entwickelten Einzelabschirmbehälter vom Typ E 2 (Abb. 4) verzögerte sich, da die Genehmigung für den Einsatz als Typ B-Behälter noch nicht erteilt worden ist.

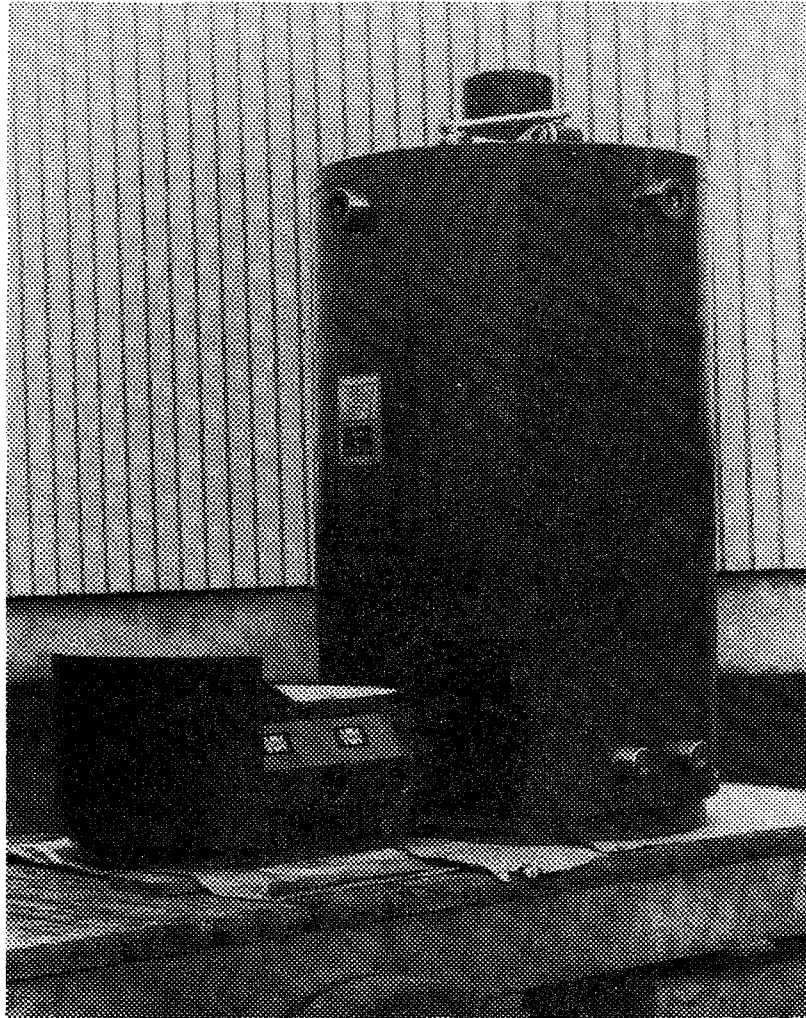


Abb. 4: Einzelabschirmbehälter E 2 im Herstellerwerk

3.2.3 Abgeschirmte Sammeltransportbehälter

Zum Jahresanfang wurde der Prototyp des Sammelabschirmbehälters S 7 V zusammen mit einer 20 Fuß-Palette (Abb. 5), jedoch ohne Zusatzabschirmungen, vom Bundesbahnzentralamt (BZA) in Minden geprüft und für den Transport auf der Schiene freigegeben. Nach Erteilung der Beförderungsgenehmigung als Typ B-Versandstück für Großquellen im Schienen- und Straßenverkehr durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig wurden mit dem Behälter seit September 1973 im re-

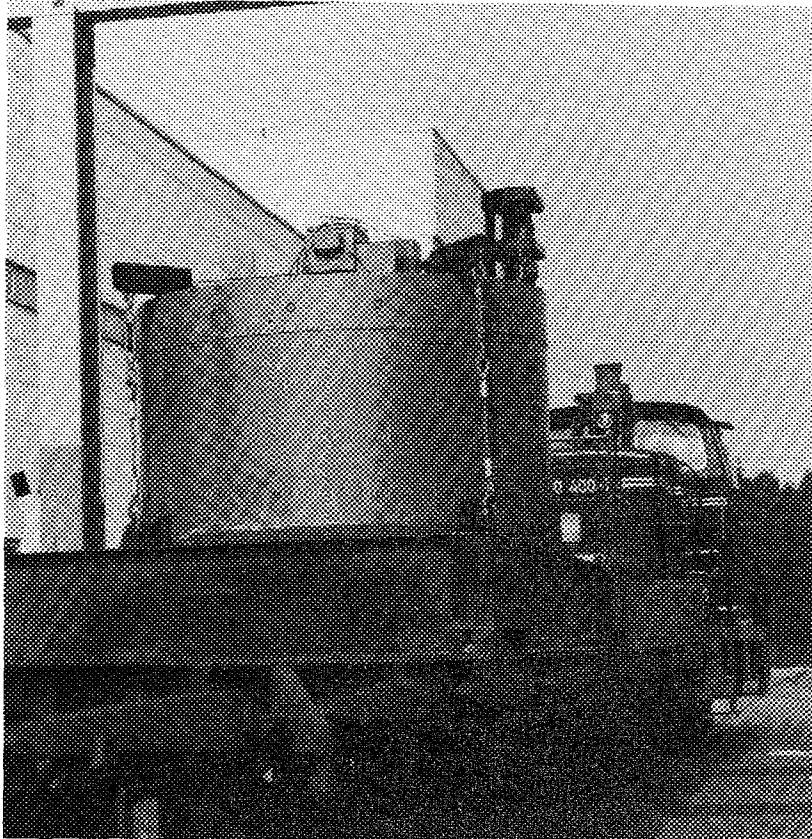


Abb. 5: Sammelabschirmbehälter S 7 V nach seiner Befüllung im Kernforschungszentrum Karlsruhe

regelmäßigen Verkehr vom Kernforschungszentrum Karlsruhe zum Salzbergwerk Asse Abfallfässer mit Oberflächendosisleistungen bis zu 150 rem/h befördert (Abb. 6). Durch exakte Einhaltung eines zwischen allen Beteiligten vereinbarten Zeitplanes für Befüllen, Transportieren und Entleeren war es möglich, diesen Behälter zweimal wöchentlich verkehren zu lassen. Die Übernahme der Abfallfässer aus dem S 7 V in der Schachthalle des Bergwerkes Asse (Abb. 7), der Transport nach untertage und die Einlagerung in die Kammer 8a auf der 511 m-Sohle erfolgte mit Hilfe der drei Einzelbehälter des Typs E 1.

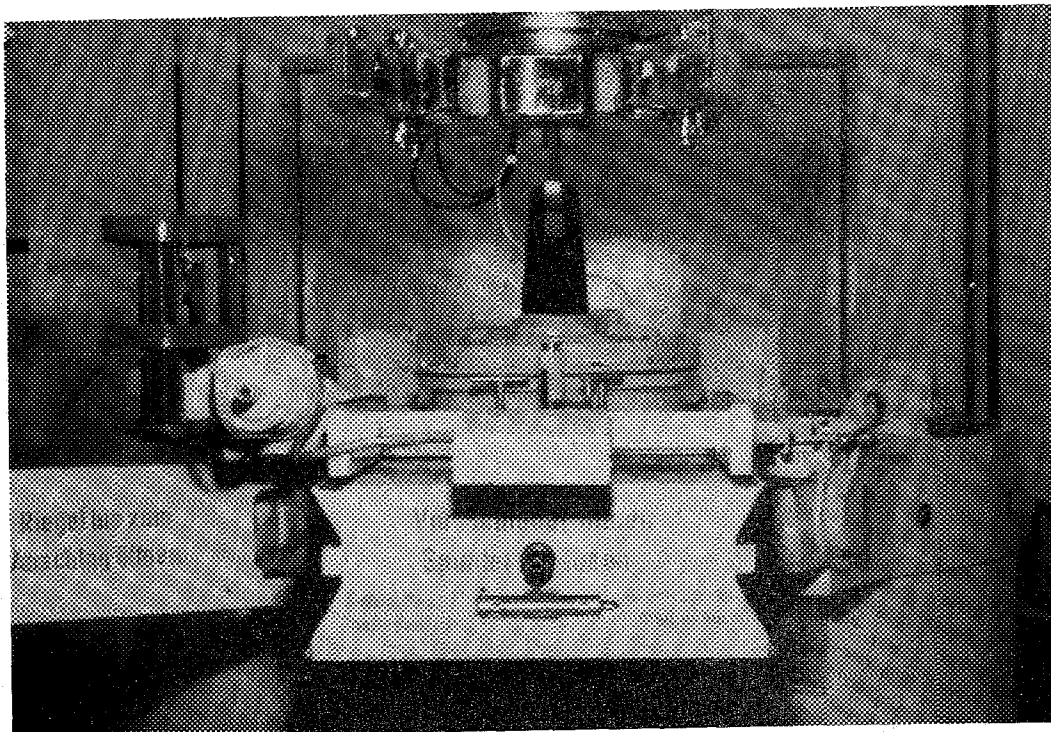


Abb. 6: Befüllung des S 7 V mit 200 l-Abfallfässern
im Kernforschungszentrum Karlsruhe

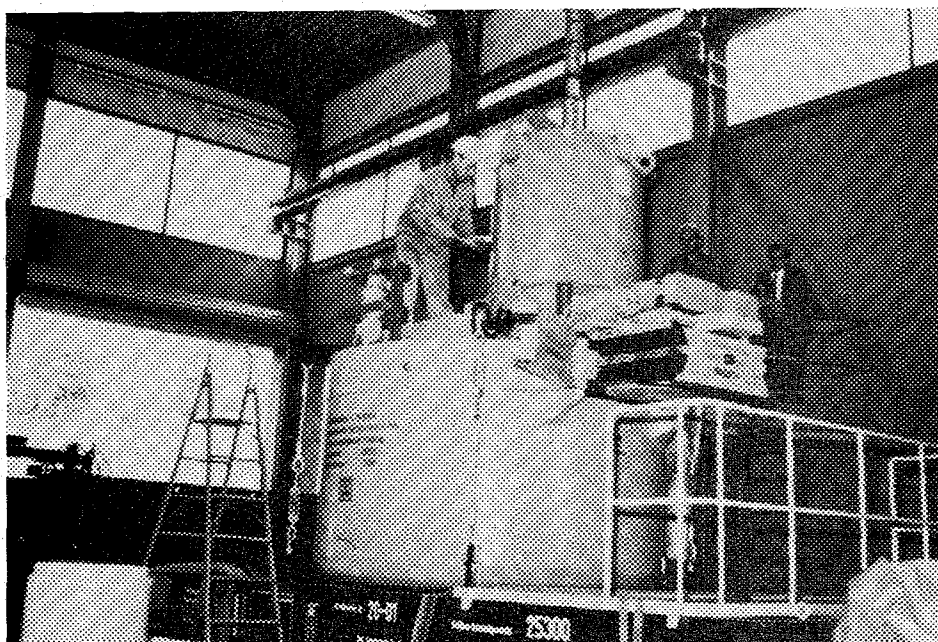


Abb. 7: Übernahme von mittelradioaktiven Abfällen
im Salzbergwerk Asse

3.2.4 Kapazitätsuntersuchung

In Zusammenarbeit mit der Abteilung RBT der GfK wurde mit der Erstellung einer Studie begonnen, welche die Leistungsfähigkeit vorhandener Transport- und Einlagerungseinrichtungen mit dem zukünftigen Bedarf vergleichen und notwendige Maßnahmen zur Kapazitätserweiterung aufzeigen soll. Als erstes Ergebnis konnte festgestellt werden, daß zur Behebung eines sich abzeichnenden Engpasses in der Transportkapazität ein zweiter Sammelabschirmbehälter vom Typ S 7 V für die Abfälle aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe beschafft werden muß.

3.3 Hochaktive Abfälle

3.3.1 Planung der Einlagerungstechnik

Die durch aufgetretene Terminverzögerungen bei der Planung und beim Genehmigungsverfahren für die Mehrzweckversuchsanlage VERA II im Jahre 1972 ausgesetzten Planungsarbeiten für den Transport und die Einlagerung von verglasten Spaltproduktlösungen wurden wieder aufgenommen.

Die Vorstudien über Transportbehälter und Einlagerungsgeräte sind fertiggestellt worden. Dabei wurde besonderer Wert auf einfache Handhabung bei geringem Manipulationsaufwand gelegt. Als Beispiel sei hier der Bohrloch-Strahlenschieber erwähnt. Er erlaubt das senkrechte Absetzen des Transportbehälters in beliebigem Drehwinkel, d. h. mit minimalem Aufwand zur Positionierung. Dies wurde dadurch erreicht, daß der zylindrische Bodenstopfen des Transportbehälters nach Aufsetzen auf den Bohrlochschieber und nach Lösen der Verriegelung in einen im Bohrlochschieber befindlichen Drehtisch gelangt und mit diesem seitlich weggeschwenkt wird, um so den Durchgang für die Abfallbehälter freizugeben. Das gleiche Prinzip wird auch beim Beladen des Transportbehälters in der VERA II angewandt werden.

Der Vorentwurf eines Prototypbehälters wurde mit der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) Berlin diskutiert. Nach Abwägung aller Randbedingungen (u. a. Sicherheit, Handhabung, Maße und Gewicht, Wirtschaftlichkeit) wurde als Abschirmwerkstoff für den Behälter Blei gewählt.

Stahl bzw. Uran schieden wegen Überschreiten der zulässigen Abmessungen bzw. wegen zu hoher Kosten aus. Die für die Dimensionierung des Behälters erforderlichen Abschirm- und Wärmeberechnungen wurden von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit (ASS) der GfK durchgeführt.

Aufbauend auf den Versuchsergebnissen mit dem früher entwickelten Greifer für hochaktive Abfallkörper wurde ein verbessertes Modell entwickelt.

3.3.2 Bergtechnische Vorarbeiten

Für das Temperatur-Versuchsfeld 3 (vgl. GSF-Jahresbericht 1972, S. 144) wurden in der Abbaukammer 6 auf der 750 m-Sohle zwei 50 m tiefe Bohrungen mit je 311 mm Durchmesser niedergebracht, in denen in-situ-Versuche mit elektrischen Erhitzern durchgeführt werden sollen.

Zusätzlich zu diesen Bohrungen wurden zwei weitere Bohrungen von je 25 m Tiefe niedergebracht, in denen Einlagerungsgeräte, Meß- und Überwachungsgeräte für die Lagerbohrlöcher sowie der eventuelle Ausbau der Lagerbohrungen unter Bedingungen erprobt werden können, die den späteren Lagerbedingungen weitgehend entsprechen. Daneben sollen diese Bohrungen zu Untersuchungen über die Ausbreitung der Wärme und deren Auswirkung (z. B. Druck) im Salzgestein verwendet werden.

3.3.3 Temperatur-Versuche

Für die Kalibermessung in den Bohrlöchern wurde von der Wissenschaftlichen Abteilung des IfT eine Sonde konstruiert und gebaut, deren Einsatz

bis zu Gesteinstemperaturen von ca. 400 °C vorgesehen ist (Abb. 8). Die ersten Funktionstests dieser Sonde bei Untertage-Einsätzen verliefen erfolgreich.

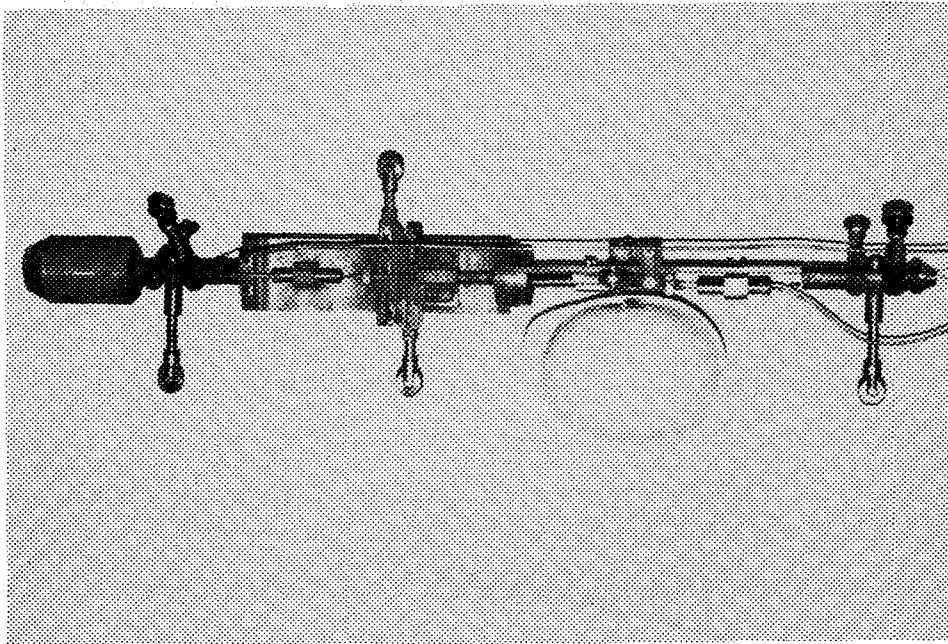


Abb. 8: Sonde zur Kalibermessung in Bohrlöchern
bei Gesteinstemperaturen bis 400 °C

Die Berechnungen der RWTH Aachen zur Ermittlung einer optimalen Einlagerungsstrategie für hochaktive Abfälle wurden fortgeführt. Sie sollen in engem Zusammenhang mit den Temperaturversuchen fortgesetzt werden.

Weiterhin wurden Berechnungen in Angriff genommen, mit denen die Auswirkung der Wärmeentwicklung der Abfälle auf den gesamten Salzstock abgeschätzt werden soll.

3.3.4 Einlagerung von AVR-Brennelementen

Die Untersuchungen zur Klärung der Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen die karbidischen Kugelbrennelemente des Jülicher AVR-Reaktors in der Schachtanlage Asse II gelagert werden können, wurden in Zusammenarbeit mit der KFA Jülich fortgesetzt. Es zeigte sich, daß keine Gefährdung des Grubenpersonals und der Umgebung der Schachtanlage infolge der Einlagerung der Brennelemente besteht. Zur Einlagerung vorgesehen ist eine begrenzte Zahl von ca. 100.000 Brennelementen, die in Edelstahlkannen zu je 1.000 Stück verpackt sind.

Die Kannen werden in Bohrlöcher von ca. 50 m Tiefe eingebracht, die von der 775 m-Sohle aus senkrecht niedergebracht werden. Die Handhabung der Brennelementkannen in Abschirmbehältern wird weitgehend mit den Geräten möglich sein, die im Grubenbetrieb der Schachtanlage Asse bereits vorhanden sind bzw. für die Einlagerung der hochaktiven Abfälle noch beschafft werden.

3.3.5 THTR-Studie

Die im Rahmen der Untersuchungen über die Schließung des THTR-Brennstoffkreislaufes angefertigte Studie über Möglichkeiten zur Endlagerung von abgebrannten THTR-Brennelementen in der Schachtanlage Asse wurde fertiggestellt.

In der Studie werden denkbare Einlagerungsverfahren im Hinblick auf ihre technische Durchführbarkeit und die dabei zu erwartenden Kosten untersucht.

4. Erstellung einer Prototyp-Kavernenanlage auf der Schachtanlage Asse

Im Rahmen eines EURATOM-Forschungsvertrages soll auf der Schachtanlage Asse II eine Prototyp-Kavernenanlage für die Einlagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe errichtet werden. Nachdem die Planungsarbeiten für den Bohrschacht, den maschinen- und elektrotechnischen Teil der Förder- und Beschickungsanlage sowie auch der Erweiterung der Schachthalle mit einer Heißen Zelle für die Umladung mittelradioaktiver Abfälle im Berichtsjahr abgeschlossen waren, wurden übertage als Vorarbeiten für die Erstellung des Bohrschachtes zunächst das Hanggelände westlich der Werkseinfahrt auf das Niveau des Schachtgeländes abgetragen (Abb. 9). Ein Teil des anfallenden Haufwerks ist im Osten des Schachtgeländes abgekippt und dort ein Lagerplatz hergerichtet worden. Die Trafostation sowie das alte Pförtnerhaus mußten abgebrochen und ein provisorisches Pförtnergebäude errichtet werden. Im Anschluß daran wurde die Verrohrung aus der im Jahr 1969 niedergebrachten Schachtvorbohrung Remlingen 4 bis zu einer Teufe von 292,3 m ausgefräst. Die Ausschreibung zur



Abb. 9: Abtragung des Hanggeländes

Herstellung des Bohrschachtes bis 400 m Teufe sowie einer Vorbohrung von 400 bis 750 m Teufe wurde im 1. Halbjahr durchgeführt und der Auftrag zum Niederbringen des Schachtes erteilt. Bis zum Jahresende sind die Spülungsbecken (Abb. 10) für die bei der Herstellung des Bohrschachtes anfallende Bohrspülung erstellt und ein Teil der Bohranlage bereits angeliefert worden.



Abb. 10: Spülungsbecken für die Herstellung des Bohrschachtes Asse 4

In eingehenden Verhandlungen mit der Planungsfirma für den maschinen- und elektrotechnischen Teil der Anlage sowie mit dem für den Bau der Schachthallenerweiterung zuständigen Staatshochbauamt Braunschweig, wurden die Details für sämtliche Ausschreibungen sowie die im Zusammenhang mit dem Bau der Einzelanlagen stehenden zeitlichen Zusammenhänge koordiniert. Ein entsprechender Zeit- und Netzplan ist zur Projektüberwachung bis zur endgültigen Inbetriebnahme der Anlage aufgestellt worden.

Die Planung der Heißen Zelle sieht vor, daß hier technische Einrichtungen installiert werden, die es ermöglichen, die zur Manipulation und als dichte Umschließung für den Transport notwendigen 200 l-Rollreifenfässer wiederzugewinnen. Solche Abfälle, die in kostengünstigen 175 l-Blechtrommeln verpackt sind, können aus den Rollreifenfässern fernbedient entnommen und über eine automatisch arbeitende Förderanlage direkt in die zwischen 950 und 1000 m Teufe gelegene Kaverne eingelagert werden.

Alle Arbeitsgänge (Entladung des Sammeltransportbehälters, Beschicken der Umladezelle, Öffnen, Entleeren und Ausschleusen der Rollreifenfässer, Beladen des Förderkorbes) sind auf den Arbeitsrythmus der Förderanlage abgestimmt. Dabei werden die fernbedient auszuführenden Manipulationen durch verschiedene Einzweckgeräte vorgenommen. Zur Erhöhung der betrieblichen Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit ist ein Schwerlastmanipulator als zusätzliches Werkzeug vorgesehen.

5. Beseitigung tritiumhaltiger Abwässer durch Einpressen in poröse Schichten des tiefen Untergrundes

Das Genehmigungsverfahren zur Einleitung von tritiumhaltigen Abwässern in die Bohrung Lh 2 des Erdölfeldes Leopoldshafen bei Karlsruhe hat sich verzögert. Im März 1973 wurde entschieden, daß für die wasserrechtliche Genehmigung, die neben der atomrechtlichen Genehmigung für die Durchführung des Versuchsprogramms benötigt wird, ein Offenlegungsverfahren notwendig ist. Zuständig für die Durchführung des wasserrechtlichen Verfahrens ist das Bergamt Baden-Württemberg.

Der gemäß Wassergesetz vom 13. 12. 1962 gestellt Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung wurde zunächst gemeinsam mit der zuständigen Oberen und Unteren Wasserbehörde auf Vollständigkeit überprüft. Aufgrund dieser Überprüfung wurde vom Bergamt Baden-Württemberg eine Liste von Änderungs- und Ergänzungswünschen erstellt, nach welcher der wasserrechtliche Genehmigungsantrag überarbeitet wurde. Der Antrag liegt dem Bergamt Baden-Württemberg inzwischen in der geänderten Form wieder vor.

Die atom- und wasserrechtlichen Genehmigungen sollen gemeinsam mit der Baugenehmigung für die oberirdische Herrichtung der Bohrstelle erteilt werden. Unter der Voraussetzung einer zügigen Abwicklung der Genehmigungsverfahren ist frühestens im Jahre 1975 mit dem Beginn der Versuchsversenkung zu rechnen.

6. Forschungsarbeiten

6.1 Gebirgsmechanische Untersuchungen

Basierend auf den bisher durchgeführten gebirgsmechanischen Laboruntersuchungen und den in-situ-Messungen in der Grube sowie unter Berücksichtigung des Alters und Zustandes des Grubengebäudes, der darüber vorliegenden Gutachten und Berichte, der gebirgsmechanischen Erfahrungen aus anderen Kali- und Steinsalzbergwerken und einer besonders intensiven Durcharbeitung der umfangreichen Fachliteratur wurde ein zusammenfassender Bericht "Zur Standsicherheit des Salzbergwerkes Asse II als Endlager für radioaktiver Abfälle" erarbeitet, der zu Ende des Berichtsjahres kurz vor der Drucklegung stand. Das zusammenfassende Ergebnis dieses Berichtes ist, daß keine Gefährdung für die Standsicherheit des Salzbergwerkes Asse II besteht und auch für die Zukunft nicht zu erkennen ist. Wegen vieler noch ungelöster Probleme der Gebirgsmechanik und wegen der komplizierten und selten anzutreffenden Konfiguration des Grubengebäudes können noch keine quantitativ voll abgesicherten Aussagen, insbesondere über dessen langfristige Standsicherheit, gemacht werden.

Bei den Einzelarbeiten wurden die markscheiderischen Messungen zur Erfassung von Gebirgsbewegungen in den Strecken des Grubengebäudes turnusmäßig fortgesetzt. Die Größenordnung der ermittelten Punktverschiebungen entsprach derjenigen des Vorjahres. Im Rahmen eines geänderten Auswertungsverfahrens wurden dazu fehlertheoretische Untersuchungen durchgeführt. Es war ihr Ziel zu überprüfen, inwieweit die Beobachtung von Lageänderungen an den Festpunkten trotz Anwendung präziser Methoden durch unvermeidbare Messungsfehler und ihre Fortpflanzung beeinflusst werden kann. Die Berechnungen ergaben, daß auf einigen Sohlen die bisher beobachteten Punktverschiebungen durchaus in der Größenordnung des zu erwartenden mittleren Fehlers bei der Koordinatenbestimmung liegen können. Eine Aussage über die wirkliche Größe der Bewegung wird in solchen Fällen fragwürdig. Um Verlagerungstrends ihrem Betrage nach

abschätzen und mit anderen Stellen des Grubengebäudes vergleichen zu können, bedarf es sehr langzeitiger Meßreihen.

Die in die Strahlenschutzmauer vor der Lagerkammer für mittelaktive Abfälle eingebrachten Druckkissen-Ventilgeber zur Überwachung der Betonspannung (vgl. GSF-Jahresbericht 1972, S. 142/143) haben sich gut bewährt. Die Druckbeanspruchung der Betonmauer durch das Salzgebirge kann auch nach fast zweijähriger Standzeit als äußerst geringfügig bezeichnet werden.

Das Festpunktnetz für das Feinnivellement zur Kontrolle der Tagesoberfläche ist 1973 beträchtlich erweitert worden. Im Bereich des Asse-Höhenzuges wurde eine 4,5 km lange, ringförmig geschlossene Meßlinie vermarktet. Sie reicht vom Schacht Asse 2 aus ca. 2,5 km nach Osten und überdeckt damit auch solche Teile des Asse-Salzsattels, die mit Sicherheit keinen bergbaulichen Einflüssen unterliegen. Durch jährliche Höhenkontrolle der Festpunkte soll untersucht werden, ob Unterschiede in den Bodenbewegungen über dem Grubengebäude und über dem unverritzten Teil der Salzlagerstätte vorhanden sind.

6.2 Geologische Untersuchungen

Das geologische Erkundungsprogramm wurde mit zwei Bohrungen für das geplante Kavernen-Projekt fortgesetzt. Die erste von ihnen war als Kavernen-Vorbohrung im Kern des Asse-Sattels angesetzt. Sie lag daher in der verlängerten Achse der Tiefbohrung Remlingen 4 und wurde von der 750 m-Sohle aus 250 m senkrecht nach unten niedergebracht. Sie verlief genau nach Projektierung von Anfang bis Ende im Staßfurt-Salz (Zechstein 2). Nach zunächst kieseritischen, dann polyhalitischen Übergangsschichten (Na 2 K + P) durchörterte sie 10 m reinweißes Speisesalz, dem eine 15 m mächtige Zone eng spezialverfalteten Steinsalzes mit wenigen weißen und grauen Anhydritlagen folgte. Diese ging dann in das gleichmäßig mit 45° einfallende Hauptsalz mit eingeschalteten lagigen bis diffusen schwach an-

hydritischen Zonen bis zur Endteufe über. Die Ergebnisse dieser Untersuchungsbohrung sind somit für die Anlage der Kaverne außerordentlich günstig.

Die zweite Bohrung hatte zur Aufgabe, die flexurartige Verbiegung der Grenzfläche Carnallit (K 2 C) - Weißes Liniensalz (Na 3 β), eine sogenannte Achsenkulmination, im Bereich der geplanten Schachtbohrung zu untersuchen. Sie wurde auf der 490 m-Sohle im Kern der Asse-Struktur angesetzt und mit einer Neigung von etwa 75° annähernd querschlägig zur Sattelachse 115 m steil nach unten abgeteuft. Nach einem durch Verfaltung bedingten Wechsel von weißem und orangefarbenem Steinsalz der Leine-Serie (Zechstein 3) wurde bei 81,3 m Teufe die Grenzfläche zum Staßfurt-Carnallit (Zechstein 2) durchörtert. Die Bohrung bestätigte einen ruhigen und gleichmäßigen Verlauf der Achsenkulmination ohne Einschaltung von offenen Störflächen oder Schollen von Hauptanhydrit (A 3) oder Grauem Salzton (T 3).

In die Spurenelementbestimmung an Salzgesteinen zur Klärung genetischer Fragen wurde Lithium mit aufgenommen. Mit Hilfe des Bromprofils ist es gelungen, eine problematische Partie aus der Untersuchungsbohrung auf der 775 m-Sohle stratigraphisch sicher einzuordnen (vgl. GSF-Jahresbericht 1972, S. 144).

6.3 Hydrogeologische Untersuchungen

Aus dem 2. Teil des II. Bauabschnittes des Hydrogeologischen Forschungsprogramms im Bereich der Asse, welches in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Radiohydrometrie der GSF durchgeführt wird, mußten noch drei Bohrungen niedergebracht werden, die sich alle in der gleichen geologischen Position befanden. Sie waren im Streichen des Asse-Sattels über dem Salzspiegel angesetzt und hatten daher das bohrtechnisch sehr schwierig zu bewältigende Residualgebirge zur durchör-

tern. Da es sich um hydrogeologische Aufschlußbohrungen handelt, konnten Spülungszusätze nur bei besonderen Bedürfnissen und ganz gezielt zugegeben werden. Ausgewählte Kernstrecken, geophysikalische Bohrlochmessungen, das Abfahren mit einer Fernsehsonde (Abb. 11) sowie Schluckversuche gaben Aufschluß über Petrographie, Stratigraphie, Tektonik und Hydrologie. Als interessantes Ergebnis zeigte sich, daß zwischen Gipsstut und Salzspiegel im Bereich westlich des Schachtes Asse 1 örtlich eng begrenzt mit Salzlauge erfüllte horizontale Karstschläuche in cm-Dimensionen bestehen.

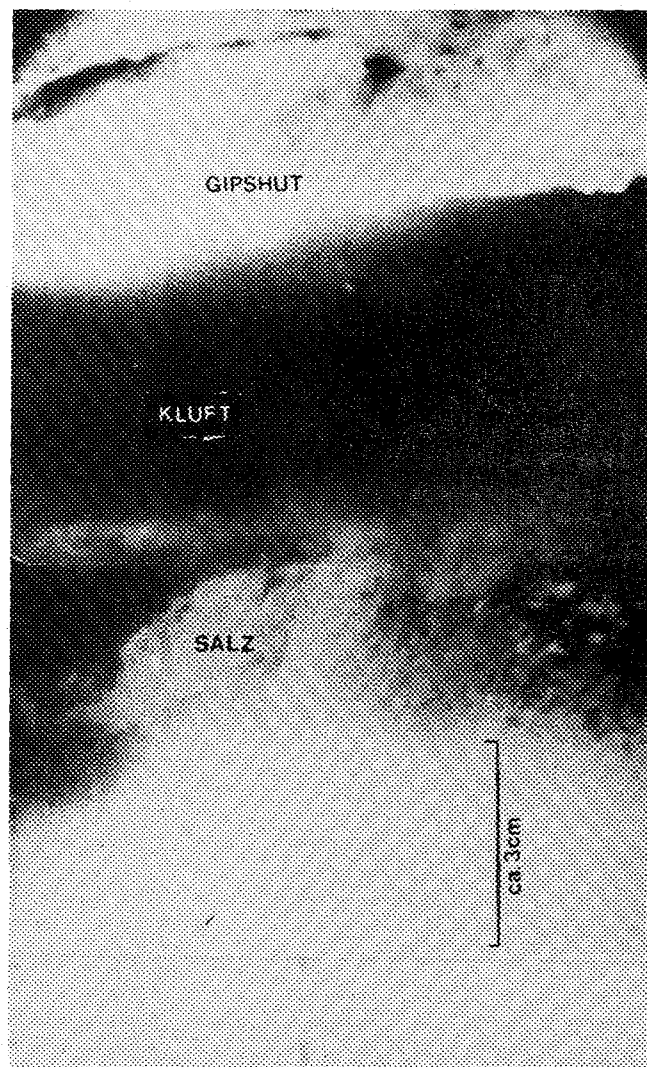


Abb. 11: Fernsehaufnahme aus einer hydrogeologischen Untersuchungsbohrung in ca. 200 m Tiefe

Die hydrogeologischen Bohrungen und der Schacht Asse 1 wurden mit Schreibpegeln ausgerüstet, die über eine gegenseitige Beeinflussung und über eine Abhängigkeit von Niederschlägen Aufschluß geben sollen. Erstmals wurden im Berichtsjahr auch Messungen des in Wasser gelösten Sauerstoffs und Messungen mit einer neuen Temperatur-Leitfähigkeits-Sonde durchgeführt. Mit der letzteren konnte in einer hydrogeologischen Bohrung ein echter Dichtesprung nachgewiesen werden.

6.4 Umgebungsüberwachung

Die Überwachung von Wasser-, Luft- und Bodenproben aus der näheren und weiteren Umgebung des Salzbergwerkes Asse wurde auch 1973 in der in früheren Jahresberichten geschilderten Weise fortgeführt. Da sich keinerlei neue Ergebnisse herausstellten, sei an dieser Stelle auf die Mitteilung der entsprechenden Zahlenwerte verzichtet.

6.5 Sicherheitsstudien

Zur Information der interessierten Öffentlichkeit erschien 1973 die Broschüre "Zur Sicherheit der Endlagerung radioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse". Darin sind die wesentlichen Ergebnisse der Sicherheitsstudien in gekürzter Form zusammengefaßt. Wegen des internationalen Interesses an diesen Arbeiten wurde auch die englische Fassung dieser Broschüre mit dem Titel "On the Safety of Disposing of Radioactive Wastes in the Asse Salt Mine" herausgegeben.

Für den größten anzunehmenden Unfall (GAU) im Salzbergwerk Asse wurde das Vollaufen des Grubengebäudes mit Wasser mit verschiedenen Modellen simuliert. Zur Darstellung der untertägigen Hohlräume wurden Modelle aus Glas und aus Leitfähigkeitspapier benutzt. Da die Ergebnisse noch nicht voll befriedigen, werden diese Versuche in verbesserten Anordnungen und in einem anderen Maßstab fortgesetzt.

Die Überwachung der einem alten Carnallitabbau zufließenden Lauge an verschiedenen Meßstellen zeigte, daß die Dichte der Salzlösungen langsam ansteigt. Die Dichteänderungen werden durch Temperaturschwankungen bei veränderter Wetterführung hervorgerufen. Bei allen Laugenmeßstellen handelt es sich um gesättigte Salzlösungen mit Dichten zwischen 1,30 und 1,36 (g/cm^3). Der quantitative Einfluß der Wetterführung auf die Laugendichte soll näher geprüft werden.

Die Untersuchung verschiedener im Salzbergwerk Asse vorkommenden Salzminerale mit differential-thermoanalytischen und dilatometrischen Methoden wurde begonnen.

7. Beseitigung ausgewählter Abfallstoffe

Auf Anfrage des Landesamtes für Wasserwirtschaft und Abfallbeseitigung Saarbrücken begann die Wissenschaftliche Abteilung des IfT mit der Erstellung eines Gutachtens über die Eignung eines Kalksteinbergwerkes als Deponie für Sonderabfälle. Dazu wurden in mehreren Feldeinsätzen der Zustand des Grubengebäudes sowie Geologie und Hydrologie seiner Umgebung kartiert. Zusätzlich wurden zahlreiche Laboruntersuchungen ausgeführt. Das Gutachten steht kurz vor der Fertigstellung.

8. Veröffentlichungen

BECHTHOLD, W., W. DIEFENBACHER, H. KRAUSE, M. C. SCHUCHARDT,
E. ALBRECHT, H. KOLDITZ, K. KÜHN, K. WAGENKNECHT

Studie zur Einlagerung von abgebrannten HTR-Kugelbrennelementen im
Bergwerk Asse

GSF - Bericht T 47

DÜRR, K. und K. KÜHN

Deponie radioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse - eine aktive Maßnah-
me des Umweltschutzes, Kolloquium "Umweltschutz und Bergbau" Lager-
stättenerfassung und -darstellung, Bodenbewegungen und Bergschäden,
Ingenieurvermessung

Schriftenreihe des Instituts für Markscheidewesen der Technischen Uni-
versität Clausthal, H. 5, 47-61

GSF - T 46

KÜHN, K.

Asse Salt Mine, Federal Republic of Germany - Operating Facility for
Underground Disposal of Radioactive Wastes

Underground Waste Management and Artificial Recharge
(Proc. Symp. New Orleans 1973) AAPG Tulsa 1973, 741-766

GSF - T 50

KÜHN, K., W. DIEFENBACHER, H. KRAUSE, H. SCHMIDT¹

Disposal of Solidified High-Level Radioactive Wastes in the Asse Salt
Mine

Management of Radioactive Wastes from Fuel Reprocessing
(Proc. Symp. Paris 1972) OECD, Paris 1973, 917-932

KFK 1751 (1972)

GSF - T 44

ALBRECHT, E., H. KOLDITZ, K. THIELEMANN, M. C. SCHUCHARDT

Construction of a prototype cavity for storage of low- and medium-level
radioactive wastes near the Asse Salt Mine

IAEA-Waste Management Research Abstracts (1973) No. 8, S. 116-17

¹ Technische Hochschule Aachen

HILD, W.

Disposal of Radioactive Wastes into the underground in the Federal Republic of Germany. A survey on Practical Experience and R+D - Work

Giornate di Studio sullo Saltimento nel Sutto suolo degli Effluenti Industriali, Roma 12-13 aprile 1973

KFK 1820 (April 1973)

HILD, W., H. KRAUSE

Deep well disposal of tritium containing liquid effluents

IAEA-Waste Management Research Abstracts (1973) No. 8, S. 117-18

Endlagerung radioaktiver Abfälle

Gemeinsamer Jahresbericht 1972 der GSF und der GfK

Dezember 1973, 305

KFK 1862

GSF - T 45