

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Januar 1974

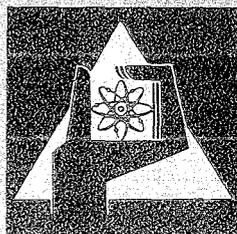
KFK 1862
GSF-T 45

Endlagerung radioaktiver Abfälle Jahresbericht 1972

W. Bechthold, W. Diefenbacher,
W. Hild, H. Krause, M.C. Schuchardt
(Karlsruhe)

E. Albrecht, H. Kolditz, K. Thielemann
(Wolfenbüttel)

H. Borchert, K. Dürr, K. Klarr, K. Kühn, G. Staupendahl
(Clausthal-Zellerfeld)



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

KFK 1862

GSF-T 45

ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE
JAHRESBERICHT 1972

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

W. Bechthold, W. Diefenbacher, W. Hild, 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)

Eingereicht am 19. 12. 1973

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 1972 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 wurde im Berichtszeitraum fortgeführt.

Nach erfolgreich durchgeführtem Probetrieb der Anlage zur Einlagerung mittelradioaktiver Abfälle auf der 490 bzw. 511 m-Sohle wurden ab September wöchentlich drei Abfallfässer aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe eingelagert. Bis zum Jahresende betrug die Einlagerungsmenge somit insgesamt 58 Fässer.

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.

Abstract

This report is a joint effort of Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München and Gesellschaft für Kernforschung mbH Karlsruhe, presenting a survey of the work performed in 1972 in the field of disposal of radioactive waste.

The mining and construction work is discussed, which was carried out both underground and above ground at the Asse Salt Mine near Remlingen and which was done for repair, maintenance and expansion of operation in accordance with its future purposes.

The disposal of low level wastes on the 750 m-level was continued in the period under review.

Starting September, three waste drums from the Karlsruhe Nuclear Research Centre were disposed of per week in the facility for disposal of intermediate level wastes on the 490 and 511 m-level after a successful test operation. Thus, the total amount till the end of the year was 58 drums.

Moreover, the report gives information on the present status of research in the fields of rock mechanics, geology, and hydrology, and of its results. Also new storage techniques are reported which are currently in the planning stage.

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	5
3.	Einlagerung von radioaktiven Abfällen	7
3.1	Schwachaktive Abfälle	7
3.2	Mittelaktive Abfälle	8
3.2.1	Versuchseinlagerung	8
3.2.2	Abgeschirmte Einzeltransportbehälter	9
3.2.3	Abgeschirmte Sammeltransportbehälter	13
3.2.4	Einzelabschirmbehälter aus Beton	14
3.3	Hochaktive Abfälle	17
3.3.1	Planung der Einlagerungstechnik	17
3.3.2	Bergtechnische Vorarbeiten	17
3.3.3	Temperatur-Versuche	17
3.3.4	AVR-Studie	18
3.3.5	THTR-Studie	18
4.	Planung einer Prototyp-Kavernenanlage auf der Schachtanlage Asse	19
5.	Beseitigung tritiumhaltiger Abwässer durch Einpressen in poröse Schichten des tiefen Untergrundes	20
6.	Forschungsarbeiten	22
6.1	Gebirgsmechanische Untersuchungen	22
6.2	Geologische Untersuchungen	26
6.3	Hydrogeologische Untersuchungen	27
6.4	Überwachung der Umgebung des Salzbergwerkes Asse	27
6.5	Sicherheitsstudien	28
7.	Literaturverzeichnis	29
8.	Weitere Veröffentlichungen im Berichtsjahr	30

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Mehrzweck-Raupenfahrzeug bei Beraubearbeiten auf der 750 m-Sohle
- Abb. 2 Eingelagerte mittelaktive Abfälle in der Lagerkammer 8 a auf der 511 m-Sohle
- Abb. 3 E 1 - Behälter auf einem DB-Container-Tragwagen
- Abb. 4 Genormtes 200 l - Faß für mittelaktive Abfälle
- Abb. 5 Karussell mit Positionsrohren für 7 Abfallfässer
- Abb. 6 Sammelbehälter 7 V kurz vor der Fertigstellung
- Abb. 7 Schnittbild eines Betonabschirmbehälters
- Abb. 8 Betonabschirmbehälter mit aufgesetzter Lastanhängetraverse
- Abb. 9 Technische Ausrüstung der Bohrung für den Versenkungsversuch tritiumhaltiger Wässer
- Abb. 10 Bewehrung der Strahlenschutzmauer vor der Lagerkammer für mittelaktive Abfälle
- Abb. 11 Druckkissen-Ventilgeber zur Messung der radialen und tangentialen Betonspannung in der Strahlenschutzmauer
- Abb. 12 Konvergenz eines Streckenquerschnittes im Temperatur-Versuchsfeld 2 vor und nach dem Abschalten der Erhitzer

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 1972 durchgeführt worden sind.

Im Rahmen der Aufgabenteilung auf diesem Gebiet bearbeitet das Institut für Tieflagerung (IfT) die berg- und geowissenschaftlichen Probleme, die Betriebsabteilung für Tieflagerung (BfT) ist für bergtechnische Arbeiten zuständig und betreibt das Salzbergwerk Asse, während die Projektgruppe der Abteilung Dekontaminationsbetriebe (ADB) für kerntechnische Studien sowie für die Entwicklung und Erprobung von Einrichtungen zur 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 war 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.

Für die Befahrung des Grubengebäudes mit Dieselfahrzeugen wurde die südliche Richtstrecke nach Osten auf der 750 m- Sohle von 8 auf 12 m² Querschnitt erweitert und die alte Gleisanlage entfernt. Weiterhin wurden verschiedene Strecken mit einer Gesamtlänge von ca. 660 m betoniert.

Da das alte Sprengstofflager auf der 750 m-Sohle nicht mehr den behördlichen Bestimmungen entsprach, mußten neue Lagerräume erstellt werden.

Wegen der Auffahrung der Salzabfuhrstrecke von der 750 zur 700 m-Sohle mußte das alte Fahrzeugersatzteillager auf der 750 m-Sohle aufgegeben werden. Ein alter Querschlag wurde als neues Ersatzteillager hergerichtet. Die bis zu 10 % ansteigende Salzabfuhrstrecke zur 700 m-Sohle, die z. Zt. aufgefahren wird, hatte zum Jahresende eine Länge von ca. 70 m erreicht. Für den Abtransport des bei Streckenauffahrungen anfallenden Salzhauwerks wurde der im Vorjahr angeschaffte Radschaufellader mit sehr gutem Erfolg eingesetzt.

Zur Gewährleistung einer guten Bewetterung der belegten Betriebspunkte im Grubengebäude ist wieder eine Reihe von Wetterverschlägen auf verschiedenen Sohlen hergestellt und zur besseren Abdichtung mit Salzbetontorkretiert worden.

Um das bei Streckenauffahrungen anfallende Salzhaufwerk in alte Abbaue abkippen zu können, mußten die Kammern 2 und 3 auf der 775 m-Sohle im Älteren Steinsalz dazu hergerichtet und beraubt werden. Die Kammern 3, 5, 11 und 12 im Jüngeren Steinsalz auf der 750 m-Sohle wurden für die Einlagerung von schwachaktiven Abfällen mit Hilfe des teleskopierbaren Beraube- und Stapelfahrzeuges beraubt (Abb. 1).



Abb. 1: Mehrzweck-Raupenfahrzeug bei Beraubearbeiten auf der 750 m-Sohle

Um den mittleren Teil des Grubengebäudes auf der 553 m-Sohle befahren zu können, wurde der Blindschacht 2 a zwischen der 490 und der 553 m-Sohle instand gesetzt und der im Vorjahr bereits montierte Förderhaspel nach Abschluß der elektrotechnischen Installationen in Betrieb genommen.

Für die Durchführung der Untersuchungsbohrungen im Rahmen des geologischen Erkundungsprogramms (vgl. Kapitel 6.2) war auf der 490 m-Sohle eine Reihe bergmännischer Vorarbeiten erforderlich, insbesondere die Herstellung der Bohrorte sowie die Verlegung von Versorgungsleitungen.

Neben dem bergbehördlich geforderten Senkungsnivellement übertage sowie den Gebirgsbeobachtungsmessungen untertage (vgl. Kapitel 6.1) wurde eine Reihe bergmännisch bedingter Vermessungsarbeiten, besonders bei Streckenauffahrungen, durchgeführt.

Wie in den Vorjahren wurde die auf der 750 m-Sohle anfallende $MgCl_2$ -Lauge zur 850 m-Sohle gepumpt. Da hier die Lagerkapazität fast erschöpft ist, wurden erste Vorarbeiten durchgeführt, um die aus den alten Carnallitabbauen zulaufende Lauge nach übertage zu fördern. Es ist vorgesehen, die anfallende Lauge in Zukunft an Fremdfirmen abzugeben.

2.2 Baumaßnahmen auf der Liegenschaft Asse

Nachdem bereits im Vorjahr die Werksstraßen weitgehend fertiggestellt waren, wurden die Restarbeiten in diesem Jahr abgeschlossen und die Grünanlagen auf dem Werksgelände angelegt.

Mit dem Bau der Kraftfahrzeughalle sowie der neuen Trafostation ist im Herbst des Berichtsjahres begonnen worden. Von der Kraftfahrzeughalle konnten bis

zum Jahresende nur die Fundamente, von der Trafostation nur Fundament und Keller fertiggestellt werden.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Bau eines Anschlußgleises wurden Vermessungsarbeiten zwischen dem Bahnhof Wittmar und der Schachtanlage Asse II sowie Baugrunduntersuchungen im Bereich der Gleistrasse zwischen den Schächten Asse I und Asse II und Fundamentuntersuchungen an vorhandenen Brückenbauwerken durchgeführt.

Im Rahmen eines Raumordnungsverfahrens beim Niedersächsischen Verwaltungspräsidenten in Braunschweig wurde der von der mit der Planung des Gleisanschlusses beauftragten Ingenieurfirma vorgeschlagenen Linienführung vom Bahnhof Wittmar über Schacht Asse I zum Schacht Asse II weitgehend zugestimmt. Das Betriebsplanverfahren (Planfeststellung) wird nach Abschluß der Planung ab Juli 1973 durchgeführt.

3. Einlagerung von radioaktiven Abfällen

3.1 Schwachaktive Abfälle

Die im Vorjahr begonnene langfristige Einlagerung von schwachaktiven Abfällen wurde im Berichtsjahr fortgeführt. Eingelagert wurden rund 8.100 Fässer in die Kammern 1, 2 und 5 auf der 750 m-Sohle, so daß bis jetzt insgesamt ca. 20.400 Fässer (= 4.100 m³) schwachaktive Abfallstoffe im Grubengebäude lagern. Nach Befüllung der Kammer 1 mit Abfällen wurde die Zugangsstrecke mit losem Salz verschlossen und danach mit Salzbeton abgedichtet.

Die Einlagerung verlief ohne nennenswerte Störungen. Verschiedentlich wurden örtlich begrenzte Kontaminationen an den Betriebseinrichtungen festgestellt, die jedoch sofort mit nur geringem Aufwand entfernt werden konnten. Angelieferte Abfälle, die nicht den geltenden Ablieferungsbestimmungen entsprachen, konnten nicht zur Einlagerung angenommen und mußten an den Ablieferer zurückgeschickt werden.

Zur Erhöhung der Einlagerungskapazität für schwachaktive Abfallfässer wurde in den Förderkorb des Hauptschachtes ein Zwischenboden eingebaut, so daß anstatt acht nunmehr zwölf 200 l - Fässer pro Förderzug nach untertage gefördert werden können.

Entsprechend der Ersten Strahlenschutzverordnung wurde das bei der Einlagerung radioaktiver Abfälle eingesetzte Personal laufend überwacht. Die in § 29 der Verordnung aufgeführten höchstzulässigen Dosiswerte wurden bei weitem nicht erreicht. Zur Herabsetzung der Personendosis wurde jedoch, insbesondere für die Stapelung der Fässer in den Lagerkammern, eine Einrichtung zur Fernbedienung des Stapelfahrzeuges konzipiert und in Auftrag gegeben.

Die im Vorjahr auf der 490 m-Sohle begonnenen Versuche zur Einlagerung gasbildender radioaktiver Abfallstoffe wurden zum Abschluß gebracht. Als Ergebnis wurde zwar eine Erhöhung der Luftaktivität von Radon und Tritium innerhalb der abgeschlossenen Versuchskammer bis zu $1,03 \cdot 10^{-6}$ bzw. $5,75 \cdot 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ gemessen, jedoch nahm diese nach Einbau einer Sonderbewetterung in der Kammer bis auf Werte unterhalb der Nachweisgrenze ab. Eine Erhöhung der Luftaktivität im Abwetterstrom war weder vor noch nach dem Einbau der Sonderbewetterung festzustellen.

3.2 Mittelaktive Abfälle

3.2.1 Versuchseinlagerung

Die Lagerkammer 8 a auf der 511 m-Sohle wurde im Kammereingang durch Einbau einer 80 cm dicken Strahlenschutzmauer aus Stahlbeton gegenüber dem übrigen Grubengebäude abgedichtet (vgl. Abb. 10). Nach Einweisung des Bedienungspersonals und nach erfolgreich durchgeführtem Probetrieb konnten mit dieser Anlage ab September wöchentlich drei Fässer mit mittelaktiven Abfällen, also 58 Fässer bis zum Jahresende, eingelagert werden.(vgl. Abb. 2).

Störungen oder Mängel an den technischen Einrichtungen der Anlage traten nicht auf. Die Abfallfässer wurden so in die Lagerkammer eingeschleust, daß an den Fässern keine Beschädigungen auftraten. Dementsprechend war weder eine meßbare Kontamination in den Filtern der Abluftanlage noch eine Aktivitätserhöhung in der Grubenluft festzustellen.

Die Versuchseinlagerung mittelaktiver Abfälle erfolgt nach den von der Bergbehörde genehmigten vorläufigen Einlagerungsbedingungen.



Abb. 2 : Eingelagerte mittelaktive Abfälle in
der Lagerkammer 8 a auf der 511 m-Sohle

3.2.2 Abgeschirmte Einzeltransportbehälter

Nach Prüfung der Einzeltransportbehälter vom Typ E 1 mit den dazugehörigen Rollenböcken durch das Bundesbahnzentralamt Minden wurde die Zulassung dieser Behälter für den Bahnbetrieb erteilt. Im pa-System der Deutschen Bundesbahn wurden die Behälter dann ab September 1972 für den Transport von mittelradioaktiven Abfällen zwischen dem Kernforschungszentrum Karlsruhe und dem Salzbergwerk Asse eingesetzt (Abb. 3).

Nach den bisherigen Ergebnissen entspricht das gewählte System voll und ganz den Erwartungen.

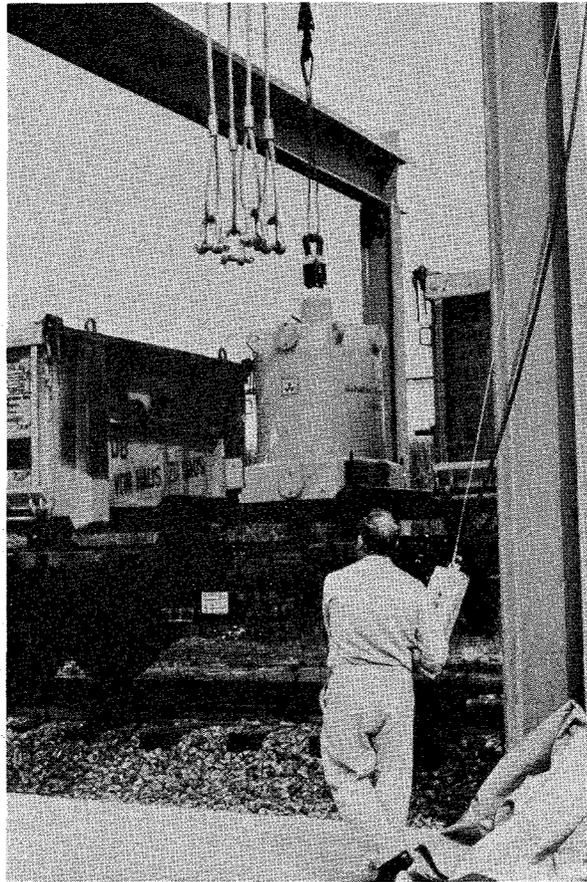


Abb. 3 : E 1 - Behälter auf einem DB-Container-Tragwagen

Der Prototyp des Abschirmbehälters E 2 für Transporte von Abfällen der Dosisleistungskategorien III - V [1] ist soweit fertiggestellt, daß er voraussichtlich Ende des Jahres 1973 einschließlich einer Transportpalette zur Auslieferung kommen wird.

Zwei weitere Behälter dieses Typs wurden für den internen Einsatz im Betrieb Asse in Auftrag gegeben. Sie sollen ausschließlich für die Übernahme von solchen Abfällen eingesetzt werden, die in Sammelbehältern zur Endlagerung angeliefert werden.

Im Jahresbericht 1970 "Endlagerung radioaktiver Abfälle" [1] wurde in der Anlage 1 das 200 l - Abfallfaß für die Einlagerung von mittelaktiven Abfällen vorgestellt. In Abstimmung mit der Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, dem Faßhersteller sowie den Herstellern der Abschirmbehälter wurden die Toleranzbereiche für die Fertigung der Rollreifenhäuser genauer festgelegt. Bei Einhaltung der in der Zeichnung ADB 2 - 514 a (Abb. 4) angegebenen Maße und Ausführungshinweise ist die Gewähr gegeben, daß mittelaktive Abfälle, die in diesen Rollreifenhäusern verpackt sind, in den bisher entwickelten Abschirmbehältern transportiert und mit den vorhandenen technischen Einrichtungen im Salzbergwerk Asse eingelagert werden können. Die Wahl der Verschraubung des Faßdeckels (Ausführung "A" oder "B") richtet sich ausschließlich nach der Methode der Faßbefüllung und ist für Transport und Einlagerung ohne Bedeutung.

3.2.3 Abgeschirmte Sammeltransportbehälter

Der Prototyp des sich in der Fertigung befindlichen Sammelbehälters vom Typ 7 V (Abb. 5 und 6) wurde im Herstellerwerk der Endkontrolle unterzogen. Die noch ausstehende Prüfung für die Zulassung zum Transport mit der Deutschen Bundesbahn erfolgt Anfang 1973 im Bundesbahnzentralamt Minden. Nach Abschluß der Prüfungen auf Funktionstüchtigkeit im Kernforschungszentrum Karlsruhe kann der Behälter im 2. Halbjahr 1973 zum Einsatz kommen.

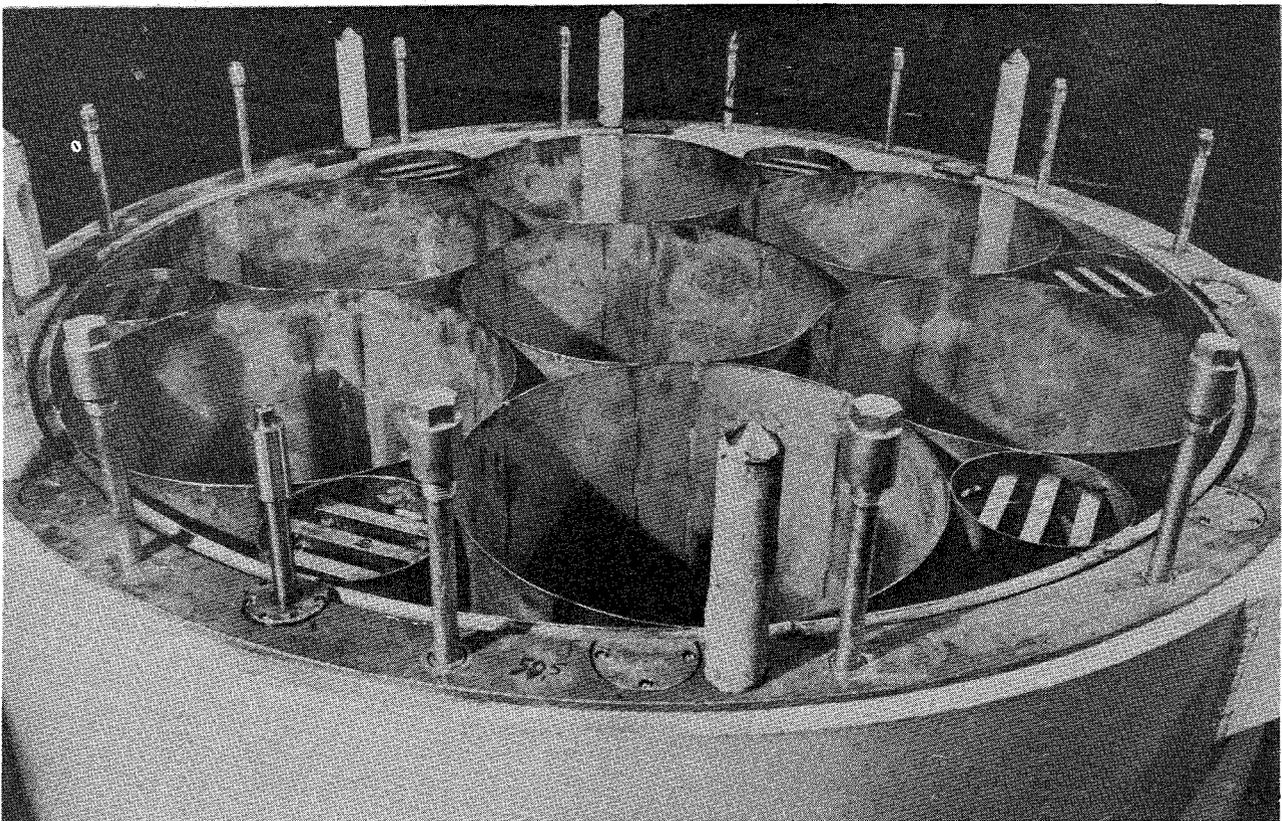


Abb. 5 : Karussell mit Positionenrohren für 7 Abfallfässer

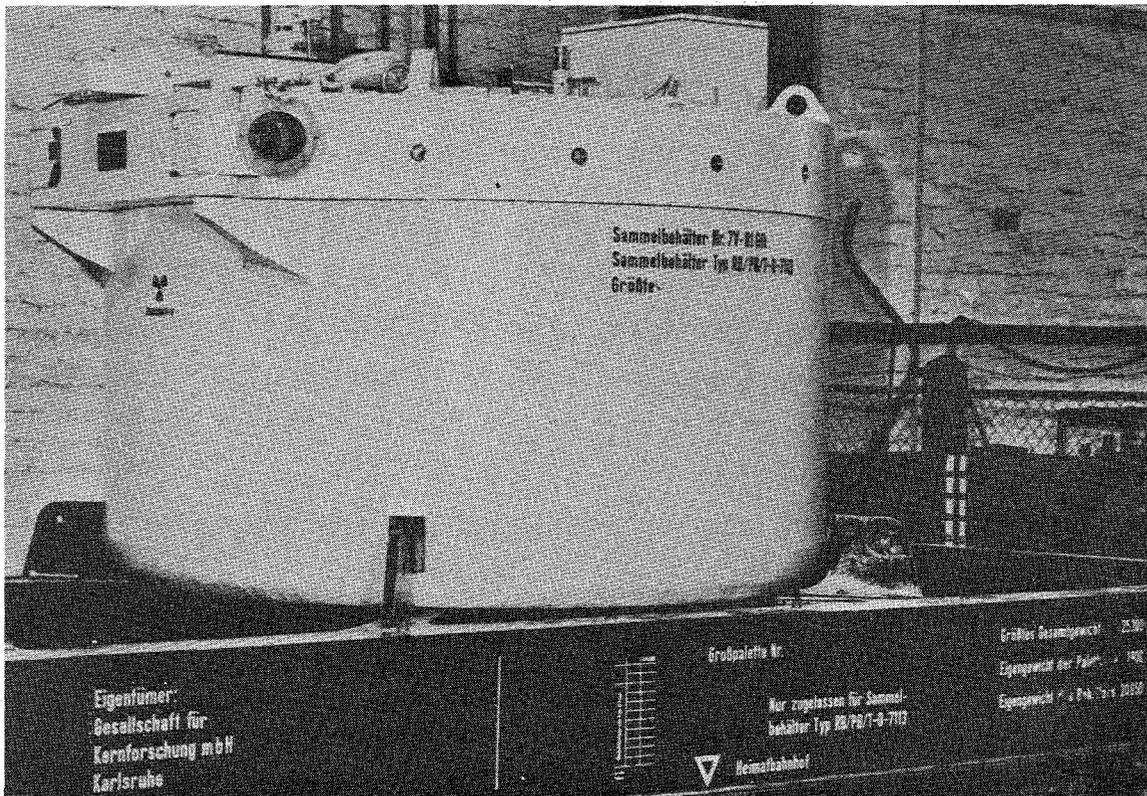


Abb. 6 : Sammelbehälter 7 V kurz vor der Fertigstellung

3.2.4 Einzelabschirmbehälter aus Beton

In den "Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen im Salzbergwerk Asse" der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München sind die Faktoren festgelegt, die eine untertägige Einlagerung von Abfällen dieser Kategorie ermöglichen. Nach diesen Bedingungen dürfen unter anderem nur solche Abfälle zur Einlagerung kommen, deren Aktivität im Normalfall 5 Ci pro 200 l Abfall nicht übersteigt und deren Dosisleistung an keiner Stelle der Oberfläche der Abfallfässer größer als 200 mrem/h bzw. in 1 m Abstand von der Oberfläche nicht größer als 10 mrem/h ist (Anlage A, Abfallkategorie "C", Gruppe 2). Für solche radioaktiven Abfallstoffe, die bei Einhaltung der Aktivitätsgrenze von 5 Ci pro 200 l - Faß eine höhere Außendosisleistung als 200 mrem/h aufweisen, wurde ein spezieller Betonbehälter als Abschirmung entwickelt (Abb. 7).

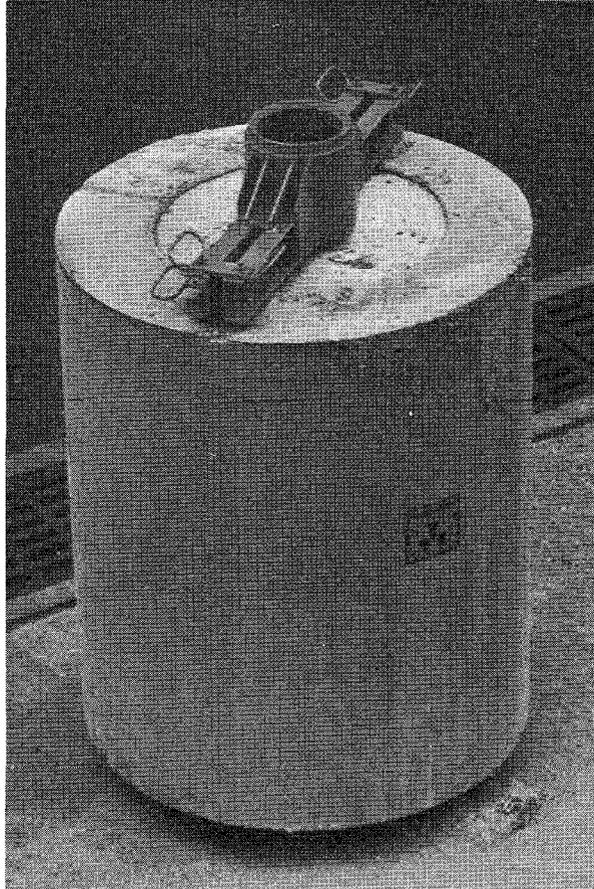


Abb. 8 : Betonabschirmbehälter mit aufgesetzter Lastanhängetraverse

Dieser Behälter hat eine wirksame Abschirmdicke von 203 mm Normalbeton mit der Dichte $2,4 \text{ t/m}^3$. In die fabrikmäßig vorgefertigten Betongefäße werden die Abfallfässer eingesetzt, und der noch verbleibende Hohlraum wird bis zur Oberkante mit Fertigbeton aufgefüllt.

Die Behälter sind so dimensioniert, daß sie sowohl mit Gabelstaplern als auch unter Zuhilfenahme von speziell entwickelten Lastanhängetraversen mit Krananlagen manipuliert werden können (Abb. 8). Die besondere Form dieser Behälter erlaubt es, diese sowohl im leeren als auch im gefüllten Zustand übereinander zu stapeln. Die exakte Einhaltung der Behältermaße stellt sicher, daß

die Einlagerung im Salzbergwerk Asse in der üblichen Weise mit den vorhandenen Geräten vorgenommen werden kann. Spezielle Transportsicherungseinrichtungen, die es ermöglichen, diese Behälter im pa-System der Deutschen Bundesbahn zu transportieren, werden zur Zeit entwickelt.

3.3 Hochaktive Abfälle

3.3.1 Planung der Einlagerungstechnik

Als Folge der Terminverschiebung bei der Planung der Anlage zur Verfestigung der hochaktiven Spaltproduktlösungen "VERA" wurden die Arbeiten zur Entwicklung von Behältern und Vorrichtungen für Transport und Einlagerung der hochaktiven Glasblöcke im Jahre 1972 weitgehend ausgesetzt. Unabhängig davon wurden in Zusammenarbeit mit der Abteilung Reaktorbetrieb und Technik der GfK Vorstudien zur Transport- und Einlagerungstechnik durchgeführt.

3.3.2 Bergtechnische Vorarbeiten

Die Schrägstrecke von der 750 zur 775 m-Sohle wurde mit Anschluß an den westlichen Querschlag auf der 775 m-Sohle fertiggestellt. Die Voraussetzungen für die Auffahrung eines Feldes für die erste Versuchseinlagerung im Bereich des Westfeldes der 775 m-Sohle wurde damit geschaffen.

3.3.3 Temperatur-Versuche

Die Auswertung der Meßdaten aus der bis zum 30. November 1971 durchgeführten Aufheizung des Salzgebirges im Temperatur-Versuchsfeld 2 auf der 490 m-Sohle wurde im Jahre 1972 fortgesetzt. Durch wiederholte Winkelmessungen und Nivellements im Temperatur-Versuchsfeld 2 wurden auch nach dem Abschalten der Erhitzer weitere Daten für die Erfassung von Gebirgsbewegungen ermittelt.

Ein Auswertungsbeispiel ist in Kapitel 6.1 erläutert und in Abb. 12 dargestellt.

In Fortsetzung dieses Temperatur-Versuches wurden die Planungen für ein Versuchsfeld im Abbau 6 der 750 m-Sohle (Temperatur-Versuchsfeld 3) durchgeführt. Hier sollen Bohrungen mit den Abmessungen der zukünftigen Lagerbohrungen mit Erhitzern versehen werden, die etwa die gleiche Leistung wie die einzulagernden Glaszylinder haben werden.

3.3.4 AVR-Studie

Die Überlegungen zur direkten Einlagerung der kugelförmigen Brennelemente des AVR-Reaktors im Salzbergwerk Asse wurden gemeinsam mit der Kernforschungsanlage Jülich GmbH (KFA) weitergeführt. Dazu wurde ein erstes technisches Konzept erarbeitet, welches der Aufsichts- und Genehmigungsbehörde vorgetragen und mit ihr diskutiert wurde. Nachdem sich dabei keine generellen Bedenken ergaben, konnte mit den Detailarbeiten für die geplante gemeinsame Studie begonnen werden.

3.3.5 THTR-Studie

In Fortsetzung der in den Vorjahren durchgeführten Arbeiten wurde der Entwurf einer Studie über die Möglichkeiten der Einlagerung von abgebrannten Brennelementen aus Hochtemperatur-Reaktoren im Bergwerk Asse erarbeitet. Diese Studie ist ein Beitrag zu der von den Firmen Hochtemperatur-Reaktorbau, Nukem und KFA Jülich gemeinsam in Arbeit befindlichen "Studie über die Weiterbehandlung verbrauchter Brennelemente aus Thorium-Hochtemperatur-Reaktoren mit Kugelbrennelementen".

4. Planung einer Prototyp-Kavernenanlage auf der
Schachtanlage Asse

Die im Vorjahr erteilten Planungsaufträge an Industrieunternehmen für die Erstellung des Bohrschachtes wie auch für die technische Auslegung des maschinen- und elektrotechnischen Teils der Förder- und Beschickanlage sowie der übrigen Einrichtungen und Anlagen wurden im Berichtsjahr im wesentlichen zum Abschluß gebracht. Die noch durchzuführenden detaillierten Ausarbeitungen für den maschinen- und elektrotechnischen Bereich der Anlagen einschließlich aller Baulichkeiten bis zur Auftragsvergabe werden voraussichtlich noch zwei bis drei Jahre in Anspruch nehmen.

Von der Prüfstelle für Grubenbewetterung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum wurde ein Gutachten erstellt, in welchem die Lüftungstechnischen Beziehungen zwischen der Kavernenbelüftung, der Bohrschachtbewetterung und der übertägigen Beschickungs- und Umfüllzelle untersucht werden.

Das gesamte Projekt wurde Vertretern der zuständigen Ministerien und Behörden vorgetragen. Die Haushalts- und Ausführungsunterlage "Bau" für die gesamte Baumaßnahme "Erstellung einer Kavernenanlage auf dem Schachtgelände Asse II" wurde den zuständigen Behörden zur Genehmigung zugeleitet.

Mit einer 250 m tiefen geologischen Vorbohrung auf der 750 m-Sohle zur Erkundung der tiefer gelegenen geologischen Struktur des Sattelkerns wurde begonnen.

Weiterhin wurden die Untersuchungen über die erforderliche Teufenlage und die geeignete Form von Lagerkavernen unter Berücksichtigung der gegebenen gebirgsmechanischen Verhältnisse und der effektiven Ausnutzung als Speicherräume fortgeführt. In Versuchen und Berechnungen wird ferner untersucht, welche Gesamtaktivität in großräumige Speicher eingebracht werden kann, welche Temperaturen sich im Innern des Lagergutes entwickeln können und welche gasförmigen Stoffe unter Einwirkung von Temperatur und Strahlung eventuell entstehen können.

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

Die in der Kerntechnik entwickelten und angewandten Verfahren zur Dekontamination radioaktiver Abwässer arbeiten so effektiv, daß nur unbedeutende Mengen an Radionukliden in die Umwelt abgeführt werden müssen. Eine Ausnahme hierbei bildet das Tritium, das durch keines der bisher bekannten Verfahren abgetrennt werden kann. Bei der Suche nach geeigneten Möglichkeiten zur Beseitigung der tritiumhaltigen Abwässer aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe ergab sich, daß eine erschöpfte Erdöllagerstätte des benachbarten Erdölfeldes Leopoldshafen zur Einbringung dieser Wässer geeignet ist. Bei dieser Lagerstätte handelt es sich um eine isolierte Öllinse im Cyrenenmergel im Teufenbereich von 934 bis 945 m, aus der bis zur Einstellung der Ölförderung ca. 23.000 m³ Naßöl gefördert wurden. Nach Beantragung und Erteilung einer Teilgenehmigung durch die zuständige Bergbehörde wurde das für die Versenkungsversuche ausgewählte Bohrloch Lh 2 gemäß den im Betriebsplan festgelegten technischen Maßnahmen hergerichtet (Abb. 9).

Als ergänzende Sicherheitsmaßnahme wurde gleichzeitig auch der Zustand der benachbarten Ölförderbohrung Lh 12 kontrolliert, die noch aus einer zweiten rund 300 m unter dem Einpreßhorizont liegenden Öllinse Rohöl fördert. Nach Abschluß der bergmännischen Arbeiten wurde ein umfangreiches Meßprogramm durchgeführt, welches ergab, daß der Lagerstättendruck des Einpreßhorizontes bei 77 atü liegt. Somit können rund 11.000 m³ tritiumhaltige Abwässer versenkt werden, bis der ursprüngliche geologische Lagerstättendruck wieder erreicht ist.

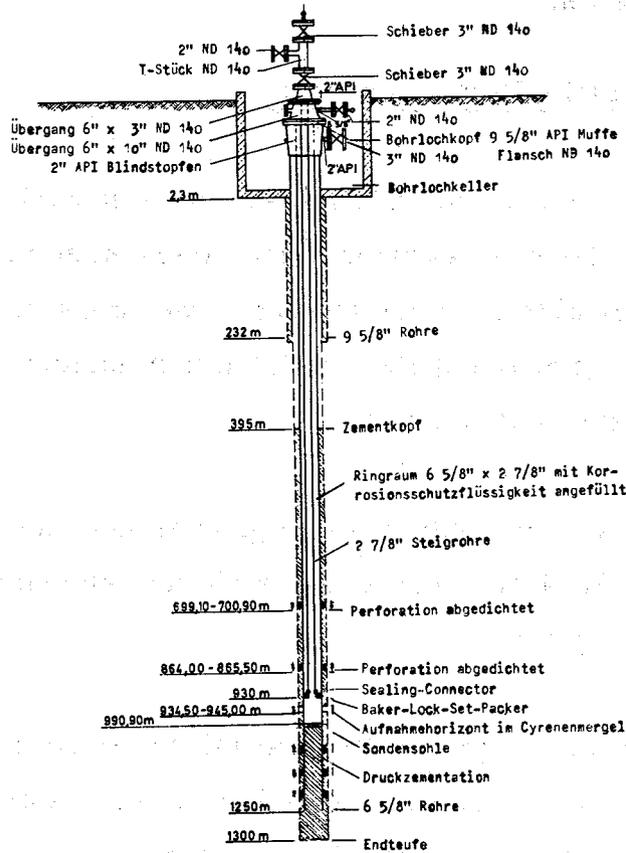


Abb. 9 : Technische Ausrüstung der Bohrung für den Versenkungsversuch tritiumhaltiger Wässer

Bei ersten inaktiven Einpreßversuchen mit Salzwasser aus der Ölproduktion konnten bei einem Pumpendruck zwischen 60 und 80 atü Einpreßraten von rund $8,5 \text{ m}^3/\text{h}$ erreicht werden. Ein Entwurf für die atomrechtliche Betriebsplangenehmigung wurde vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg zur Stellungnahme an die beteiligten Gremien verteilt. Die endgültige Genehmigung wird gemeinsam mit der Baugenehmigung für die oberirdische Herrichtung im Laufe des Jahres 1973 erwartet. Tritium-Nullpegelmessungen des gesamten Ölfeldes sowie benachbarter Grundwasserbeobachtungsbrunnen wurden durchgeführt. Entsprechende Verfahren zur kontaminationsfreien Herstellung geeigneter Meßproben wurden entwickelt.

6. Forschungsarbeiten

6.1 Gebirgsmechanische Untersuchungen

Wie 1971 lag auch in diesem Berichtsjahr das Schwergewicht bei den untertägigen Messungen und deren Auswertung. Die Messungen mit markscheidenden Methoden zur Beurteilung von Gebirgsbewegungen wurden weitergeführt. Die dabei ermittelten Ergebnisse zeigten nur geringe Abweichungen gegenüber den Werten der Vorjahre.

Für die bisher auf der 490 m-Sohle mit der größten querschlägigen Einengung belastete Meßlinie von 35,4 m Länge ergab sich eine abnehmende Tendenz der Deformationsgeschwindigkeit.

Auf der 553 m-Sohle hat sich für den Zentralteil des Pfeilers zwischen den Abbauen 4 und 5 die Einengungsgeschwindigkeit nicht weiter verkleinert. Unterhalb der 750 m-Sohle lagen die beobachteten Veränderungen größtenteils innerhalb der Fehlergrenzen des Meßverfahrens. Auch die Messungen der radialen Stoßkonvergenzen im Durchhieb zur Lagerkammer 8 a auf der 511 m-Sohle bestätigten die im vergangenen Jahr festgestellten Tendenzen. An den einzelnen Meßpunkten verliefen die Konvergenzen mit praktisch unveränderter Rate weiter, auch im Nahbereich der dort im Februar 1972 eingebrachten Strahlenschutzmauer (Abb. 10).

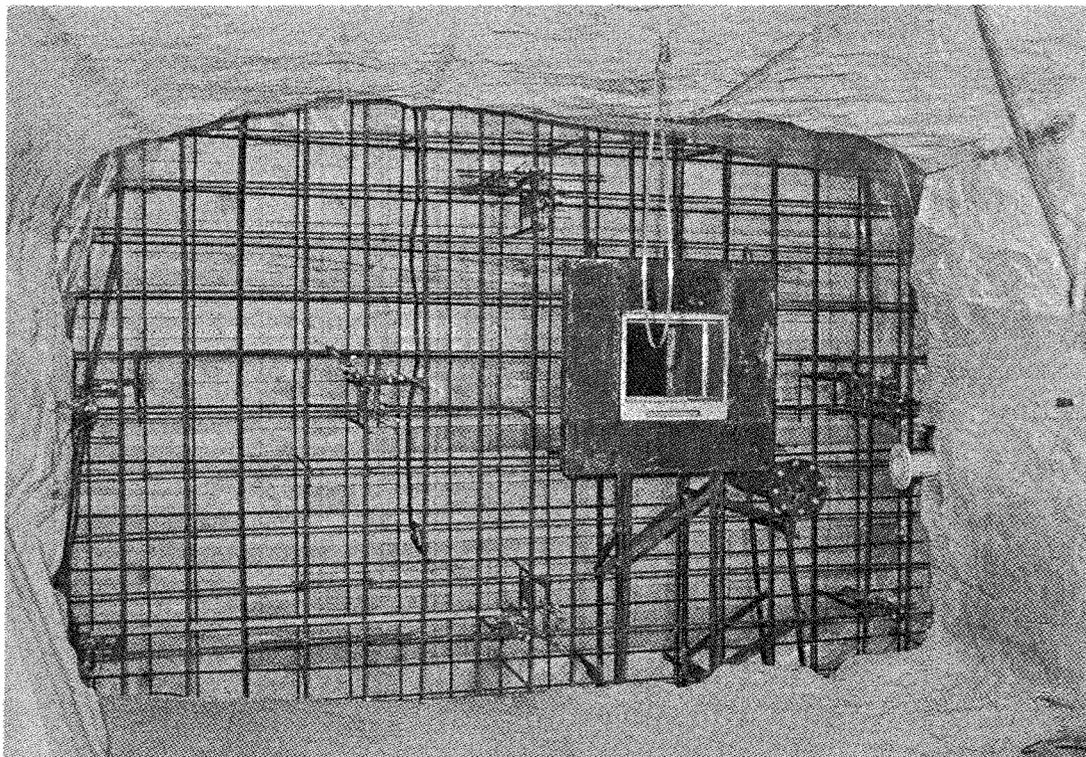


Abb. 10 : Bewehrung der Strahlenschutzmauer vor der Lagerkammer für mittelaktive Abfälle

Zur weiteren Überwachung der mechanischen Beanspruchung dieser Strahlenschutzmauer durch die Einwirkung des konvergierenden Gebirges wurden 13 Druckkissen-Ventilgeber in die Mauer einbetoniert. Jede Meßstelle besteht aus zwei Druckkissen-Ventilgebern in tangentialer und radialer Anordnung (Abb. 11). Die bisherigen Messungen über ein dreiviertel Jahr lassen nur eine äußerst geringfügige Druckbeanspruchung der Strahlenschutzmauer erkennen.

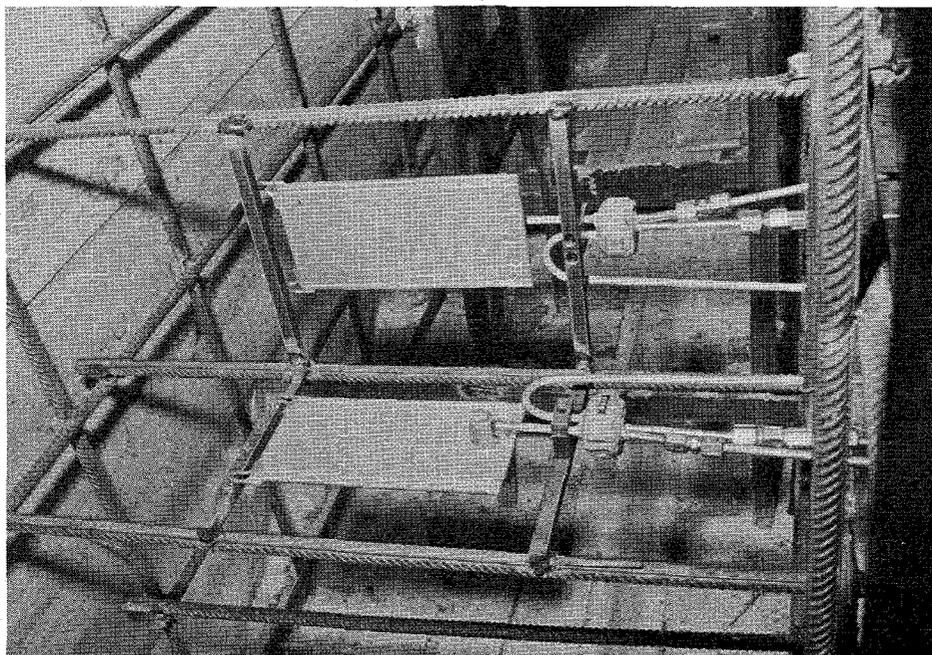


Abb. 11 : Druckkissen-Ventilgeber zur Messung der radialen und tangentialen Betonspannung in der Strahlenschutzmauer

Die bisherigen Meßergebnisse der Schwebenbeobachtungen im Bereich des Fahrweges im Abbau 7 der 490 m-Sohle lassen die Tendenz einer Sohlenhebung im Bereich der angrenzenden Pfeiler und einer trogartigen Absenkung der Schwebenoberkante erkennen. Gleichzeitig wurde durch Extensometermessungen eine Dilatation in vertikaler Richtung der Schwebe selbst festgestellt. Sämtliche Meßwerte liegen jedoch in einem Bereich, der für die betriebliche Sicherheit völlig unbedenklich ist. Zur weiteren Sicherung der Meßergebnisse wurden in der Firste über der Schwebe zusätzlich 16 Meßpunkte angebracht. Damit können jetzt zusätzlich vertikale Relativverschiebungen zwischen der Schwebe, ihrer Oberfläche und der über ihr befindlichen Firste kontrolliert werden.

Die Deformationsbeobachtungen im Temperatur-Versuchsfeld 2 sind nach dem Abschalten der Erhitzen auch 1972 fortgesetzt worden. Die Reaktion des Konvergenzverhaltens eines Streckenquerschnittes in Erhitzernähe auf das Abschalten zeigt Abb. 12 .

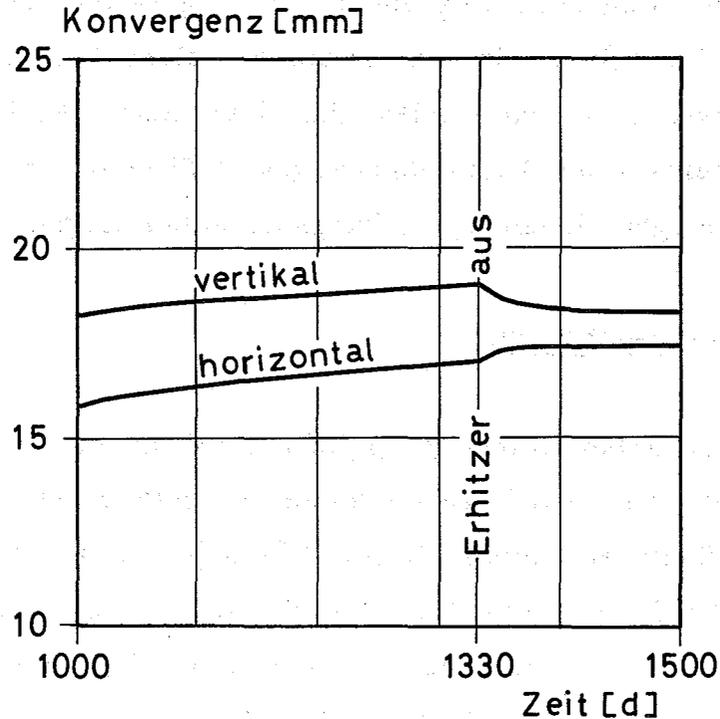


Abb. 12 : Konvergenz eines Streckenquerschnittes im Temperatur-Versuchsfeld 2 vor und nach dem Abschalten der Erhitzen

In diesem Diagramm sind die Summen der Konvergenzbeträge in vertikaler und horizontaler Richtung über der Zeit aufgetragen. In der Abkühlphase nach dem 1330. Versuchstag entsteht durch eine thermische Kontraktion des Salzgesteins in der Sohle eine Vergrößerung des Streckenquerschnitts in vertikaler Richtung. Gleichzeitig damit erfolgt in horizontaler Richtung eine beschleunigte Deformation der Streckenstöße in den Hohlraum hinein. Diese Erscheinungen klingen jedoch nach relativ kurzer Zeit wieder ab und gehen in ein normales Konvergenzverhalten über.

Das Feinnivellement zur Überwachung der Tagesoberfläche über dem Grubengebäude und den angrenzenden Bereichen hat 1972 für die Mehrzahl der Festpunkte Hebungen gegenüber dem Vorjahr ergeben. Da solche Tendenzschwankungen schon früher gelegentlich beobachtet wurden, erscheint es fraglich, ob die im GSF-Jahresbericht 1971 mitgeteilte Senkungsrate einen repräsentativen und zukünftig gültigen Wert darstellt. Um zu einer gesicherten Urteilsbasis zu gelangen, sind Planungen begonnen worden, das Überwachungsgebiet weiter auszudehnen und im Verlauf des Asse-Höhenzuges Meßlinien anzulegen, die weit außerhalb eines bergbaulichen Einwirkungsbereiches liegen.

6.2 Geologische Untersuchungen

1972 wurde mit den Bohrarbeiten des geologischen Erkundungsprogramms begonnen. Die erste Bohrung wurde zu Ende des Berichtsjahres fertiggestellt. Sie war auf der 775 m-Sohle im Liniensalz (Na 3 β) angesetzt und horizontal gegen die südliche Sattelflanke gerichtet. Bis 78,2 m erbrachte die Bohrung im wesentlichen weißes Liniensalz, das von 26,9 bis 69,0 m durch den 1. südlichen Nebensattel des Staßfurt-Steinsalzes (Na 2) unterbrochen wurde. Der bei ca. 78 m aufgrund geophysikalischer Ortungen (Hammerschlagseismik) erwartete Reflexionshorizont erwies sich als eine rund 2 m mächtige Anhydritmittelbank. In der weiteren salinaren Schichtfolge wurden ab 82,4 m ein ca. 3 m mächtiger Anhydrit-Pelit und ab 92,0 m ein Anhydrit mit Tonanteil erbohrt. In dieser Schicht wurde bei 95,5 m ein geringfügiger Gasbläser angetroffen. Daraufhin wurde die Bohrung eingestellt und zementiert.

Zur Klärung genetischer Fragen wurden Spurenelementbestimmungen in neun Halitbänken des carnallitisch ausgebildeten Staßfurt-Lagers K 2 (C) ausgeführt. Die Ergebnisse sprechen für sekundäre Anreicherungen durch Umbildungslösungen mit hohem Bromanteil im Laufe der geologischen Geschichte.

6.3 Hydrogeologische Untersuchungen

Gemeinsam mit dem Institut für Radiohydrometrie der GSF wurde das Bohrprogramm für den zweiten Teil des II. Bauabschnitts des hydrogeologischen Forschungsprogramms festgelegt. Der Auftrag für das Niederbringen von neun hydrogeologischen Untersuchungsbohrungen wurde Mitte des Jahres erteilt.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen konzentrierte sich auf den Bereich der Querstörungszone von Wittmar sowie auf das Einsturzgebirge und den Gipshut des Abschnittes zwischen Wittmar und Groß Denkte. Es soll erkundet werden, ob und an welchen Stellen möglicherweise noch Ablaugungsvorgänge am Salzspiegel stattfinden. Bis auf drei sind die Bohrungen zu hydrometrischen Meßpegeln ausgebaut worden.

6.4 Überwachung der Umgebung des Salzbergwerkes Asse

Wie 1971 wurde auch im Berichtsjahr an 31 Meßstellen rings um das Salzbergwerk Asse die natürliche Radioaktivität von Grund- und Oberflächenwässern gemessen. Von insgesamt 116 untersuchten Wasserproben lag die β -Gesamtaktivität bei 42 % unterhalb der Nachweisgrenze von 5 pCi/l, bei 37 % zwischen 5 und 10 pCi/l und bei 21 % über 10 pCi/l. An den letzteren wurde zusätzlich vom Institut für Strahlenschutz der GSF die β -Restaktivität bestimmt. Diese lag bei 80 % der Proben unterhalb der Nachweisgrenze von 5 pCi/l, bei den übrigen fünf Proben geringfügig darüber, wobei als höchster Wert 15 pCi/l festgestellt wurde. Dieses Ergebnis war erwartet worden, da es sich bei allen diesen Proben um salzreiche Wässer handelt, die durch die bisherige Umgebungsüberwachung genau bekannt sind.

Das Trinkwasser der Gemeinden Remlingen, Wittmar, Mönchevahlberg, Groß Vahlberg und Groß Denkte sowie eines Jugendheimes wurde vom Institut für Strahlenschutz der GSF auf die Gesamt- α -Aktivität sowie auf Strontium-90

und Caesium-137 untersucht. Die Ergebnisse aller zehn analysierten Proben lagen unterhalb der Nachweisgrenze der jeweiligen Bestimmungsmethode.

Diese beträgt für die Gesamt- α -Aktivität 5 pCi/l, für die Aktivität von Sr-90 und Cs-137 jeweils 0,2 pCi/l.

In einer Entfernung zwischen 50 und 100 m vom Schacht Asse 2 wurden 1972 an drei Stellen insgesamt sechs Bodenbewuchsproben genommen. Die daran bestimmte β -Bruttoaktivität lag zwischen 4,6 und 9,2 nCi/m². Der Mittelwert betrug 7,9 nCi/m².

Bei der Überwachung der Grubenabwetter und der Luft in der Nähe des Salzbergwerkes Asse wurde wiederum nur die normale Aerosolaktivität der Luft festgestellt.

6.5 Sicherheitsstudien

Auf Anregung des BMBW wurde 1972 das Manuskript zu einem Bericht mit dem Titel "Zur Sicherheit der Endlagerung radioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse" ausgearbeitet. Dieser Bericht zur Information der Öffentlichkeit faßt die wesentlichen Ergebnisse der Sicherheitsstudien in gekürzter und allgemein verständlicher Form zusammen. Mit seinem Erscheinen ist im Frühjahr 1973 zu rechnen.

7. Literaturverzeichnis

- [1] DIEFENBACHER, W. ; KRAUSE, H. ; SCHUCHARDT, M. C. ;
BORCHERT, H. ; DÜRR, K. ; KLARR, K. ; KÜHN, K. ; STAUPENDAHL, G. ;
ALBRECHT, E. ; KOLDITZ, H. ; THIELEMANN, K.
Endlagerung radioaktiver Abfälle
JAHRESBERICHT 1971
KFK - 1585 (Juli 1972)
GSF - T 42
- [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
KFK - 1212 (November 1970)
GSF - T 27
- [3] DIEFENBACHER, W. ; HEIL, J. J. ; KRAUSE, H. ; KÜHN, K. ;
PERZL, F.
Conditions for acceptance of low-level radioactive wastes.
IAEA-Waste Management Research Abstracts (1972) No. 7, 38-39
- [4] ALBRECHT, E. ; KOLDITZ, H. ; SCHUCHARDT, M. C. ;
THIELEMANN, K.
Construction of a prototype cavity for storage of low-level and
medium-level radioactive wastes near the Asse salt mine.
IAEA-Waste Management Research Abstracts (1972) No. 7, 39
- [5] KÜHN, K. ; DIEFENBACHER, W. ; KRAUSE, H. ; SCHMIDT, H.
Disposal of solidified high-level radioactive wastes in the
Asse salt mine.
Symposium on the Management of Radioactive Wastes from
Fuel Reprocessing, OECD-NEA and IAEA, Paris,
November 27 - December 1, 1972
KFK - 1752
GSF - T 44 (im Druck)

- [6] ALBRECHT, E.
Der Ausbau des Steinsalzbergwerkes Asse II für die
Einlagerung radioaktiver Rückstände
Bergbau 23 (1972) 82-88
GSF - T 41

8. Weitere Veröffentlichungen im Berichtsjahr

KRAUSE, H.

Methods of storage and disposal of radioactive wastes on
the surface or underground.

Information Meeting on Disposal of Radioactive Waste,
OECD - ENEA, Paris, 12 - 14 April, 1972
Abstracts, Paris 1972, 35-37

KRAUSE, H.

Die Lagerung radioaktiver Abfälle.
Naturwissenschaften 59 (1972) 412-17

WITTE, H. ; CHRIST, R. ; KRAUSE, H. ; SCHRÖDER, H. J.
Zur Behandlung und Beseitigung von Abfallschlämmen aus
der Abwasseraufbereitung von Kernkraftwerken.
Reaktortagung, Hamburg, 11. -14. April 1972,
Deutsches Atomforum e. V. Leopoldshafen 1972 :
ZAED, 279-82

KRAUSE, H.

Die Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle.
VDI-Zeitschrift, 114 (1972) 652-54

KRAUSE, H. ; RANDL, R.

Treatment and final disposal of radioactive wastes from
fuel reprocessing in the Federal Republic of Germany.

A survey on policy and R + D work.

Symposium on the Management of Radioactive Wastes from
Fuel Reprocessing, OECD-NEA and IAEA, Paris, November 27 -
December 1, 1972

KFK - 1741 (im Druck)