

C-7(2)

**Die Beseitigung der radioaktiven Abfälle
in den Heißen Zellen des KfK**

H. Enderlein

Vortrag zur 26. Konferenz der Euratom-Arbeitsgruppe
"Heiße Laboratorien und Fernbedienungstechnik"

am 23./24.9.1987 in Ispra / Italien

Kernforschungszentrum Karlsruhe

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	2
1 Einleitung	3
2 Abfälle, die innerhalb der Zellen entstehen	3
3 Abfälle, die außerhalb der Zellen entstehen	7
4 Weiterbehandlung der Abfälle außerhalb der Anlage Heiße Zellen	7

Zusammenfassung

Die Behandlung der in der Anlage Heiße Zellen des KfK entstehenden radioaktiven Abfälle wird beschrieben, die Art des Ausschleusens aus den Zellen sowie ihr weiterer Verbleib.

1 Einleitung

"Wo gehobelt wird, fallen Späne", sagt ein deutsches Sprichwort. Späne, die in heißen Zellen entstehen, sind radioaktiv; mit der geordneten Beseitigung dieser "Späne" in den Heißen Zellen des KfK befaßt sich dieses Papier.

Auf dem Gelände der KfK gibt es z.Zt. fünf Anlagen, die heiße Zellen beherbergen. Alle radioaktiven Abfälle aus diesen Zellen und aus einigen weiteren Instituten, wie Forschungsreaktoren und Isotopenverwendern, werden in der zentralen "Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe" (HDB) gesammelt, behandelt und ggf. zwischengelagert. Die HDB ist zugleich Landessammelstelle des Landes Baden-Württemberg für radioaktive Abfälle.

2 Abfälle, die innerhalb der Zellen entstehen

2.1 Feste Abfälle

Es gibt verschiedene Wege, die Zellen von festen Abfällen zu entsorgen. Drei davon gehören zum häufig praktizierten Routinebetrieb.

2.1.1 Der am häufigsten beschrittene Weg ist das Ausschleusen von Abfall durch die Zellenrückwand. In den beiden α - γ -Zellenanlagen, nämlich den Betonzellen und der Metallografieanlage, sind hierfür Doppeldeckelschleusen mit 210 mm \varnothing , Typ KfK, eingebaut. An der Außenseite der Rückwand wird ein Abschirmbehälter mit eingesetztem Innenbehälter positioniert (Bild 1). Der Innenbehälter wird an den zellenseitigen Doppeldeckel angeschlossen und vom Inneren der Zelle aus beladen. Nach dem Verschließen und Abkuppeln wird der Behälter zur HDB transportiert.

In die Innenbehälter mit den Maßen 210 mm \varnothing x 700 mm Länge, das ist ein Volumen von ca. 24 l, passen 3 Weißblechdosen mit Druckdeckelverschluß, Maße 195 mm \varnothing x 220 mm Länge, Inhalt 7 l (Bild 2). In diese Dosen werden alle Abfälle gesammelt, die vom Volumen her klein genug sind, getrennt nach den Kategorien kompaktierbar und fest.

Dosen mit kompaktierbarem Inhalt werden nach dem Verschließen in einer Presse mit 60 kN Preßkraft gepreßt, so daß die 24 l-Behälter mit bis zu 10 der gepreßten Dosen beladen werden können (Bilder 3 bis 5). Die Preßkraft wird in einem Öl-Hydraulik-Aggregat außerhalb der Zelle erzeugt und über Schlauchleitungen zur Presse übertragen (Bild 6).

Teile, deren Länge zwischen der Länge der 7 l-Dosen und der 24 l-Doppeldeckel-Behälter liegen, werden direkt in die größeren Behälter eingelagert. Für noch längere Teile können überlange Behälter an die 210 mm-Doppeldeckelschleusen angeschlossen werden, für die es dann jedoch keine Abschirmbehälter gibt.

In den 7 l-Dosen werden auch Kernbrennstoffabfälle entsorgt. Hierbei sind folgende Gewichtsgrenzen zu beachten:

- Grenzen für die HDB:
maximal 230 g Spaltstoff (d.h. U 235 + Pu) pro 24 l-Behälter
- Grenzen laut EURATOM-Vertrag:
maximal 480 g_{eff} jährlich in oxidischer Form
120 g_{eff} jährlich in anderer Form
120 g_{eff} monatlich in oxidischer Form
30 g_{eff} monatlich in anderer Form

Der Kernbrennstoff muß in die 7 l-Dosen einbetoniert werden, um als nicht rückholbar zu gelten.

Die Einhaltung der HDB-Bedingungen bereitet keine Schwierigkeiten, im Gegensatz zu den Gewichtsbeschränkungen der EURATOM, da wegen dem vorwiegenden Umgang mit Schnellbrüter-Brennstoff in Karlsruhe die effektiven Gewichte fast den tatsächlichen Gewichten entsprechen.

- 2.1.2 Aus der Metallografieanlage kann Abfall nach dem gleichen System auch durch den Zellenboden senkrecht nach unten ausgeschleust werden. Dazu ist unter einer Doppeldeckelschleuse im Zellenboden eine Hubeinrichtung installiert, mit der der 24 l-Doppeldeckelbehälter nach oben gegen die Schleuse gedrückt wird. Nach dem Beladen wird der Behälter nach unten gefahren und fällt zum Schluß im freien, aber gebremsten Fall in den auf einem Wagen stehenden Abschirmbehälter (Bilder 7 und 8).

Diese Schleusart wird etwa zehnmal im Jahr praktiziert.

- 2.1.3 Die dritte, etwa 3mal jährlich durchgeführte Art der Entsorgung wird bei der Beseitigung von größeren Anlageteilen aus den Betonzellen über die Deckenluken angewendet. Dabei werden die Luken mit den Maßen 1,2x1,6 m geöffnet und der Haken des über den Zellen befindlichen Kranes direkt in die Zelle abgelassen. Noch in der Zelle und ein zweites Mal von oben beim Passieren der Luke werden die Teile eingesprüht, um die anhaftende radioaktive Kontamination zu fixieren, und direkt in bereitstehende 200 l-Fässer oder, bei noch größeren Teilen, in speziell angefertigte Stahlblechbehälter verpackt. Zur Minimierung der dabei auftretenden Kontamination ist bei diesem Verfahren äußerste Sorgfalt erforderlich.

Um zumindest bei Verwendung von 200 l-Fässern diesen Schleusvorgang ebenfalls α -dicht durchführen zu können, wurde eine sogenannte Interventionsbox beschafft. Sie wird an einen in jeder Luke befindlichen 900 mm-Doppeldeckel angeschlossen und besitzt ein eigenes Hebezeug, mit dem die zu entsorgenden Teile aus der Zelle gehoben und sofort in ein ebenfalls dicht an die Box angeschlossenes 200 l-Faß eingelagert werden können (Bild 9).

Die Interventionsbox läßt sich über eine Personenschleuse begehen, wodurch auch Reparaturen von Geräten vorgenommen werden können, die hierzu aus der Zelle in die Box gezogen und anschließend wieder abgesenkt werden (Bilder 10 und 11).

Zu entsorgende Abluftfilter (Größe 610x610x292 mm) werden in der Zelle mit einer speziellen Presse soweit kompaktiert, daß sie in ein 200 l-Faß eingelagert werden können (Bild 12).

- 2.1.4 Neben den drei beschriebenen Entsorgungsvarianten ist es prinzipiell auch möglich, Teile über die in den Rückwänden der Betonzellen befindliche Türen auszubringen; dieser Weg wird jedoch wegen der hohen Kontamination der Zellen nicht benützt.

Der Abtransport von defekten Manipulatoren aus den Zellen erfolgt ähnlich wie unter 2.1.3 beschrieben über die Deckenluken. Hierfür gibt es 3 gasdicht anschließbare Behälter mit 500 mm Doppeldeckel für die Betonzellen (Bilder 13 und 14), 2 weitere, kürzere Behälter für die Metallografiezelle und einen Behälter mit 900 mm Doppeldeckel (wie die Interventionsbox) für die Kraftmanipulatoren der Betonzellen (Bilder 15 und 16).

Großgeräten, alle Teile, die verschrottet oder repariert werden sollen, gasdicht aus den Zellen geschleust werden können (Bild 17). Ziel dieser Investitionen ist neben der Vermeidung von Kontamination die Herabsetzung der Personendosen der Operateure infolge von Schleusvorgängen.

Zwei weitere Möglichkeiten zur Entsorgung von Kernbrennstoffen, die der Vollständigkeit halber erwähnt werden sollen, sind die Wiederaufarbeitung in der KfK-Laboranlage MILLI (nur für Versuchszwecke) und die Wiederaufarbeitung in der Anlage TOR in Marcoule (nur für KNK-Brennstoff), die 1989 beginnen soll.

2.2 Flüssige Abfälle

Innerhalb der Metallografieanlage fallen beim Schleifen, Polieren und Ätzen der Metallografieproben regelmäßig Flüssigkeiten als Abfälle an. Sie bestehen zu über 90% aus Wasser und Propanol. Das Gemisch fließt nach Verlassen der Schleifgeräte über Papierfilter, in dem Brennstoffpartikel zurückgehalten werden, in drei Tanks unterhalb der Zelle mit einem Volumen von je $0,45\text{m}^3$. Diese Tanks werden etwa 3x jährlich geleert. Hierzu fährt ein entsprechend dimensionierter abgeschirmter Absaugwagen in den Keller des Gebäudes neben den Tankraum. Vor dem Absaugen wird der Tankinhalt durch Einblasen von Druckluft durchmischt, um die Brennstoffrückstände aufzuwirbeln. An einer gezogenen Probe wird der pH-Wert der Flüssigkeit festgestellt, er liegt zwischen 2 und 3. Nach erfolgtem Absaugen werden der Tank und die Saugapparatur mit Wasser nachgespült. Nach Ankunft des beladenen Wagens in der HDB wird der Inhalt vor der weiteren Behandlung durch Zugabe von Natronlauge neutralisiert. Die maximale Dosisleistung an der Tankaußenwand lag bei 3 rem/h.

In den Betonzellen fallen ca. 10 l Flüssigkeit pro Jahr bei Brennstofflöseversuchen, bei Auslaugversuchen und beim Auflösen von Spaltgas- und Abbrandproben an. Diese brennstoffhaltigen, salpetersauren Flüssigkeiten werden zunächst in 1 l-Edelstahlbehältern gesammelt und vor der Abgabe in den zuvor beschriebenen 7 l-Dosen unter Zugabe von Saugmitteln einzementiert. Diese Dosen werden dann als fester Abfall abgegeben.

Größere Flüssigkeitsmengen, die beim Naßreinigen von Zellen anfallen, sammeln sich infolge des nach hinten leicht geneigten Zellenbodens in einer Rinne an der hinteren Wand und können von dort über ein fest in

der Zellenrückwand einbetoniertes Rohr mit dem zuvor erwähnten Absaugwagen entfernt werden.

3 Abfälle, die außerhalb der Zellen entstehen

Feste Abfälle fallen außerhalb der Zellen bei Dekontaminationsarbeiten im Gebäude an. Diese Abfälle, meist aus Kunststofffolien, Zellstofftüchern, kontaminierten Werkzeugen usw. bestehend, werden direkt in 200 l-Fässern gesammelt. Dabei wird unterschieden nach brennbaren und nicht brennbaren Abfällen. Mehrere Fässer stehen an einer bestimmten Stelle des Gebäudes stets bereit, nach Füllung werden sie dicht verschlossen und zur HDB transportiert. Jährlich werden aus der Anlage Heiße Zellen ca. 450 Fässer abgegeben.

Flüssige Abfälle aus dem Kontrollbereich werden über fest verlegte Rohrleitungssysteme in 2 Abwassersammelstationen gesammelt. Die dort aufgestellten Behälter mit je 10 m³ Inhalt sind nach 3 Kategorien getrennt:

- Chemie 1 für garantiert nicht kontaminiertes Wasser
(z.B. Abschlammwasser aus Kühltürmen)
- Chemie 2 für möglicherweise kontaminiertes Wasser
- Chemie 3 für kontaminiertes Abwasser, z.B. aus Radionuklidabzügen

Nach Füllung des Chemie 2-Behälters wird durch Probenahme und Messung entschieden, ob es dem Chemie 1- oder dem Chemie 3-Wasser zugeschlagen wird. Die Tankinhalte von Chemie 3 werden regelmäßig in Absaugwagen abgepumpt und zur HDB gebracht, die von Chemie 1 werden über Rohrleitungen in die Kläranlage abgegeben..

4 Weiterbehandlung der Abfälle außerhalb der Anlage Heiße Zellen

Alle Abfälle werden grundsätzlich zur HDB zur Weiterbehandlung transportiert.

Feste Abfälle, die in die oben beschriebenen 25 l-Doppeldeckelbehälter verpackt sind, werden kontaminationsfrei in eine Heißzellen-Anlage ein-

geschleust, dort werden je vier Behälter in ein 200 l-Faß einzementiert (Bild 19). Jeweils 8 dieser Fässer werden in einen 7 m³-Container eingesetzt, der mit 20 cm Beton abgeschirmt ist (Bild 20). Bei höherer Dosisleistung werden die Fässer auch einzeln mit einer Betonabschirmung versehen.

Größere, einzeln angelieferte Teile werden in der Zellenanlage mechanisch zerkleinert und direkt in 200 l-Fässer eingesetzt und mit Zement vergossen, soweit nicht versucht wird, sie zu dekontaminieren und dann als normalen Abfall zu behandeln. Kompaktierbare Festabfälle, z.B. aus den unter Kap. 3 beschriebenen Fässern, werden mit einer Schrottpresse zur Volumenreduktion geprüßt, brennbare Abfälle verbrannt.

Flüssige, kontaminierte Abfälle werden verdampft, das Destillat nach Messung in das chemische Klärwerk abgegeben, der Rückstand einzementiert.

1986 stammten ca. 11% der in der HDB aus der KfK angelieferten radioaktiven Abfälle aus den Heißen Zellen.

Da es in der Bundesrepublik Deutschland noch kein Endlager gibt, sind für Baden-Württemberg bei HDB Zwischenlager eingerichtet worden in Form von Hallen für geringe, von abgeschirmten Bunkern für mittlere und einer heißen Lagerzelle für höhere Aktivitäten (Bilder 21 und 22). Die Lagerkapazität reicht für etwa 10 Betriebsjahre, auf jeden Fall so lange, bis das Endlager der ehemaligen Erzgrube Konrad für nicht wärmeentwickelnde Abfälle in Betrieb geht (etwa 1993), und das Endlager im Salzstock Gorleben für wärmeentwickelnde Abfälle (MAW) aufnahmebereit sein wird (etwa 1995). Darüber hinaus kann voraussichtlich ab 1988 HAW im Salzstock ASSE zu Versuchszwecken rückholbar eingelagert werden.

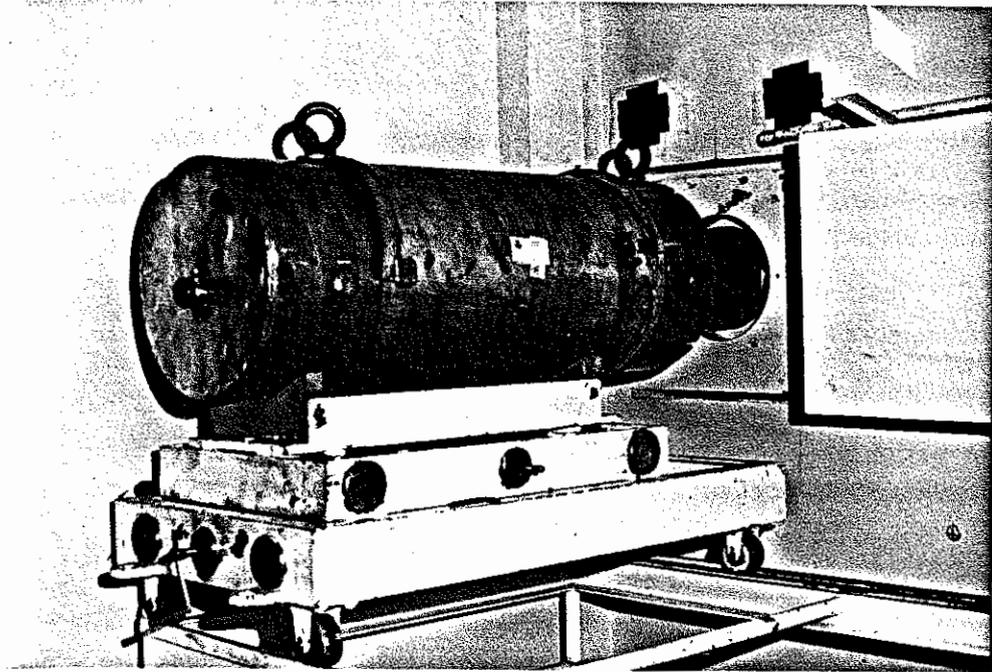


Bild 1: Ausschleusen von Abfall aus den Betonzellen

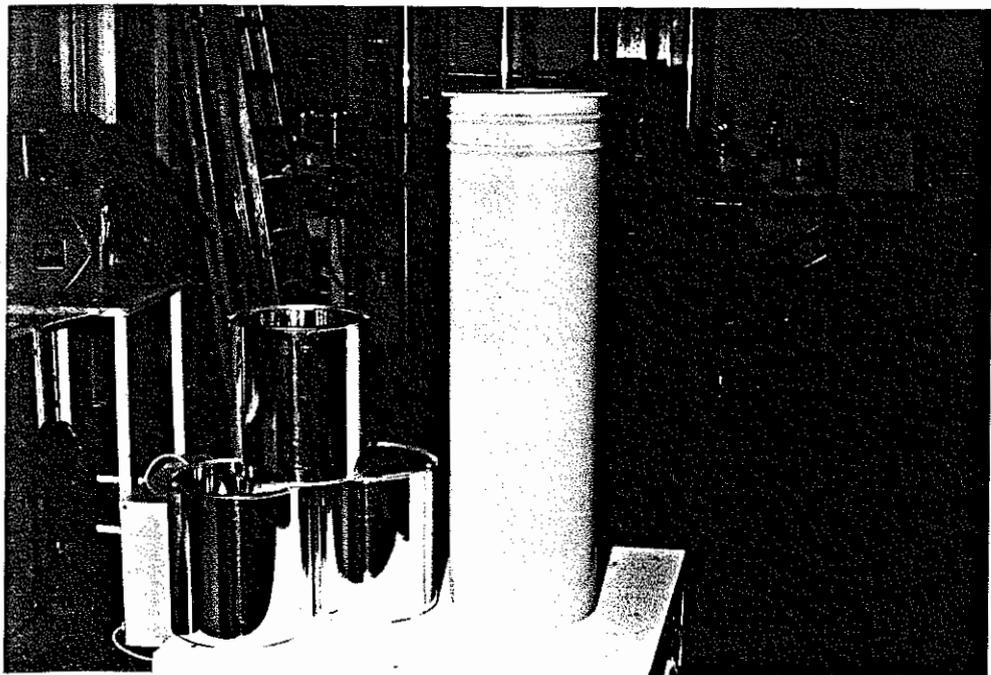
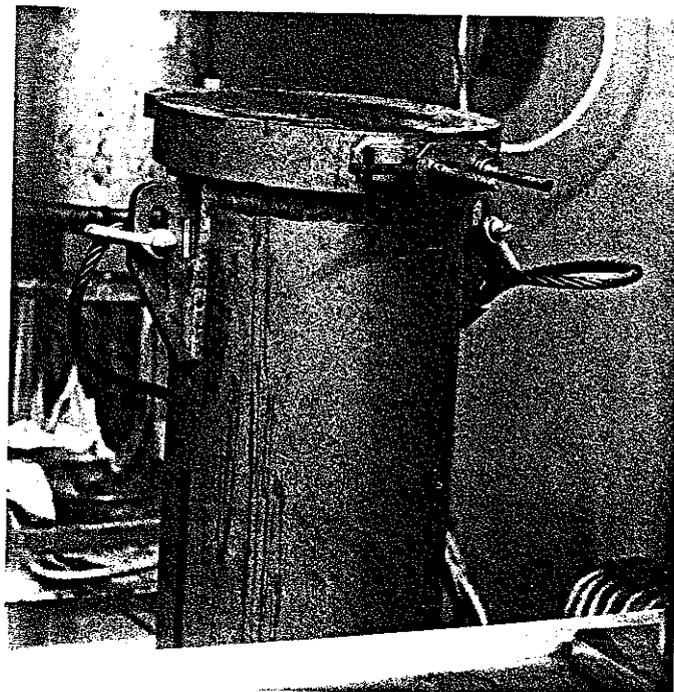
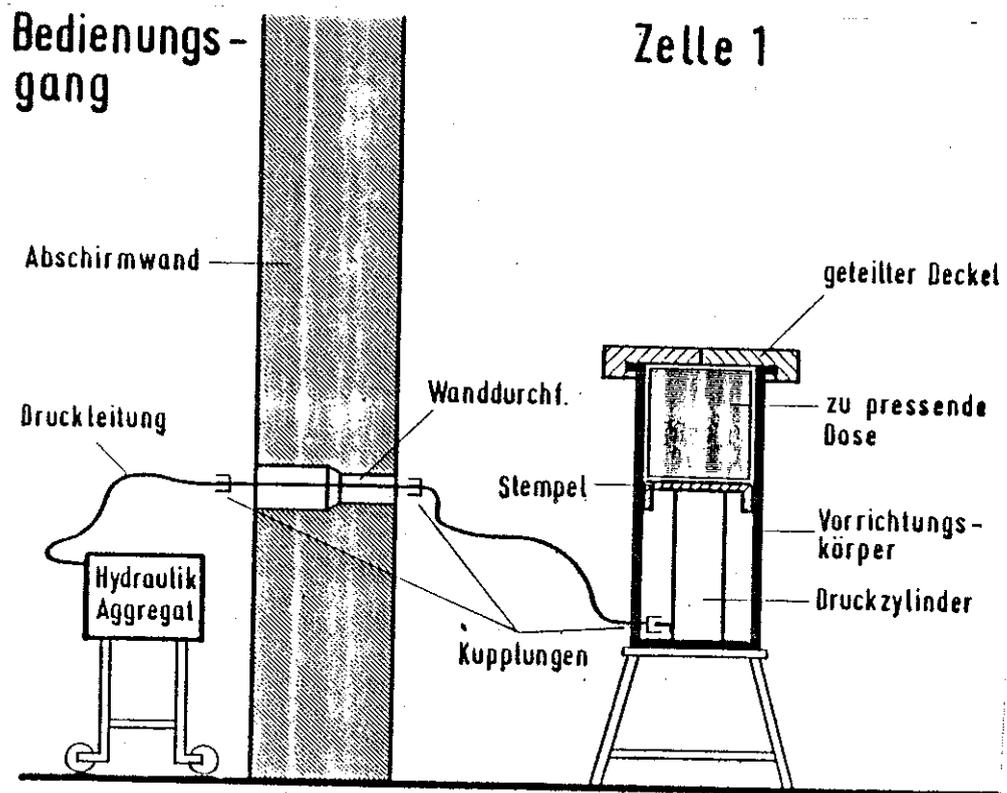
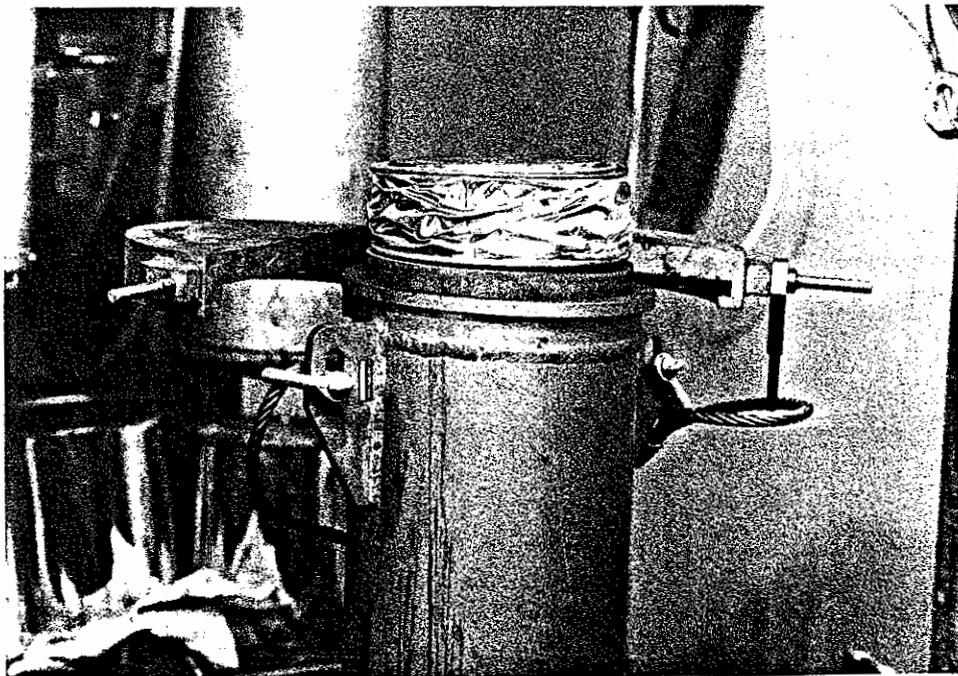
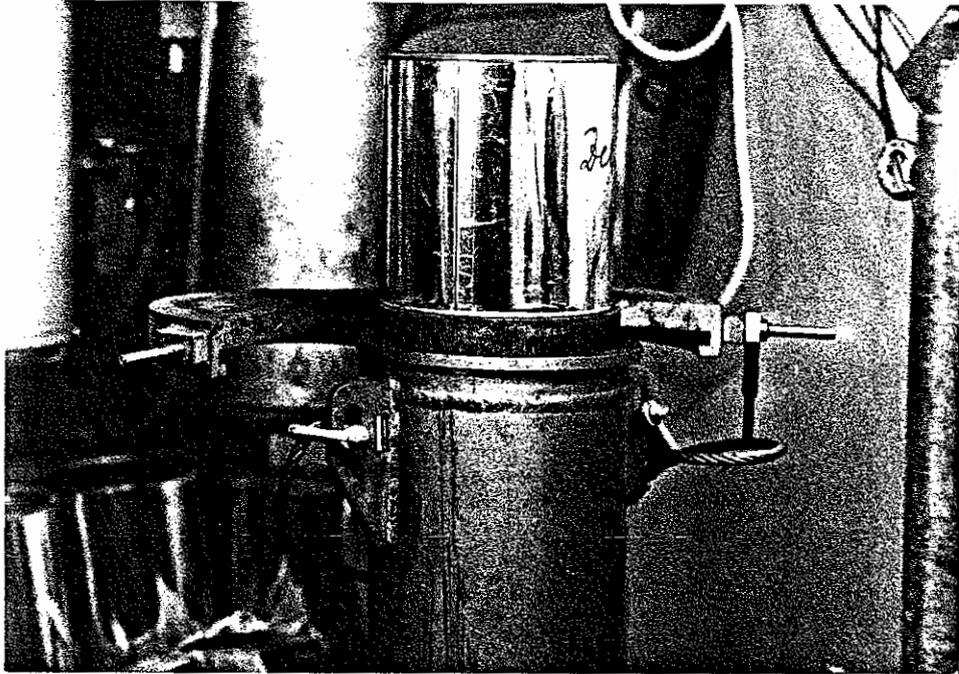


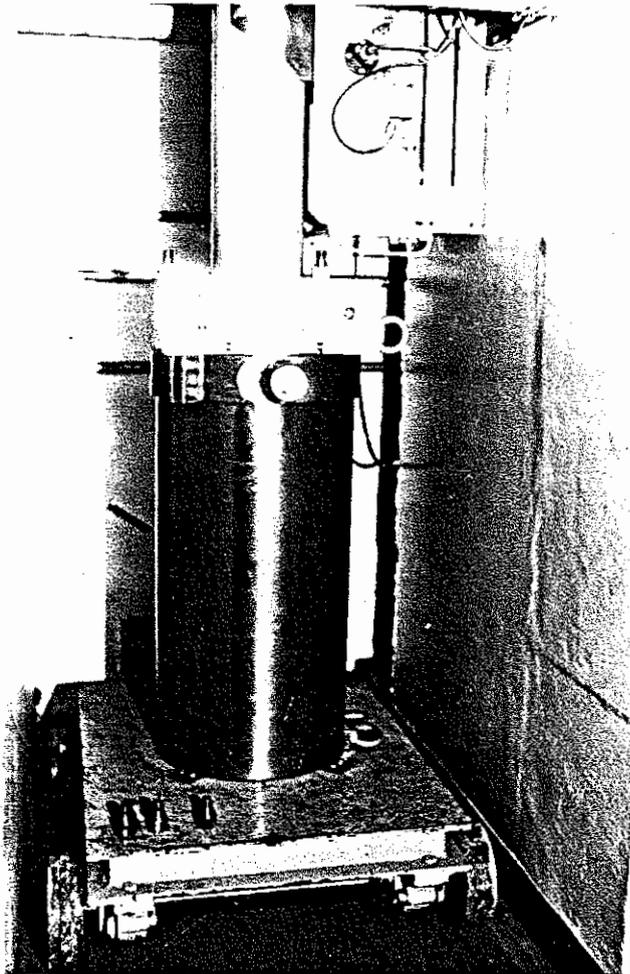
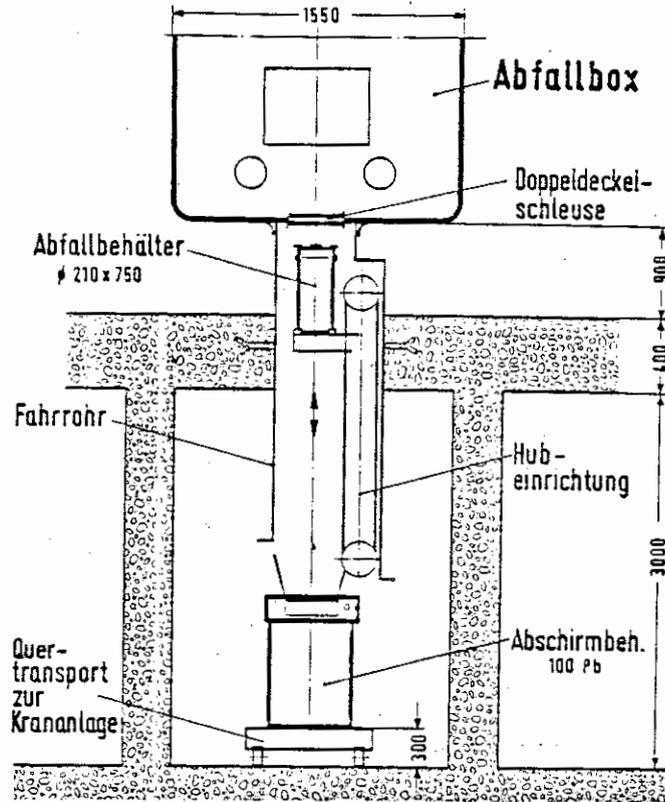
Bild 2: 24 l-Doppeldeckelbehälter und 7 l-Weißblechdosen



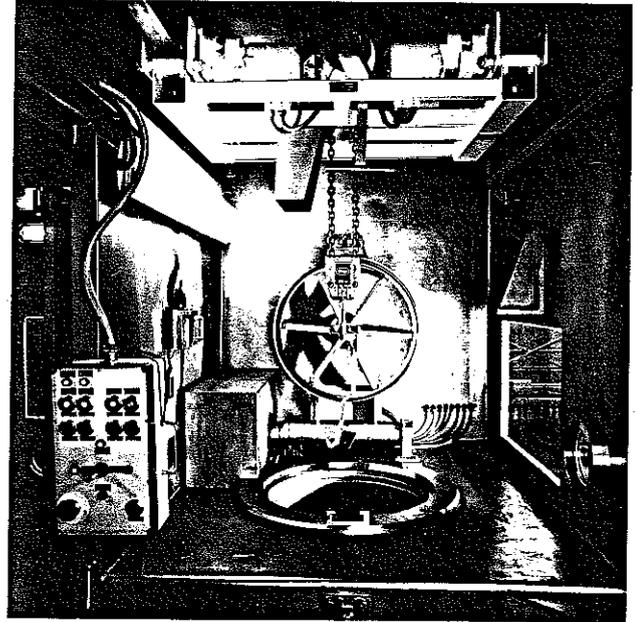
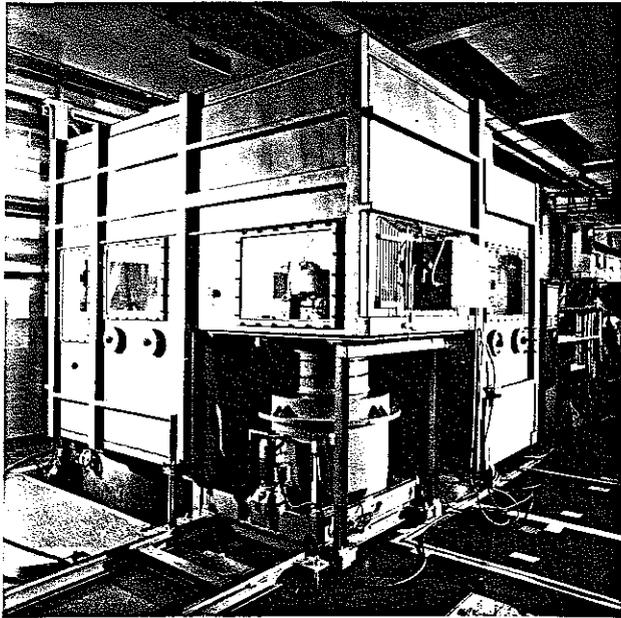
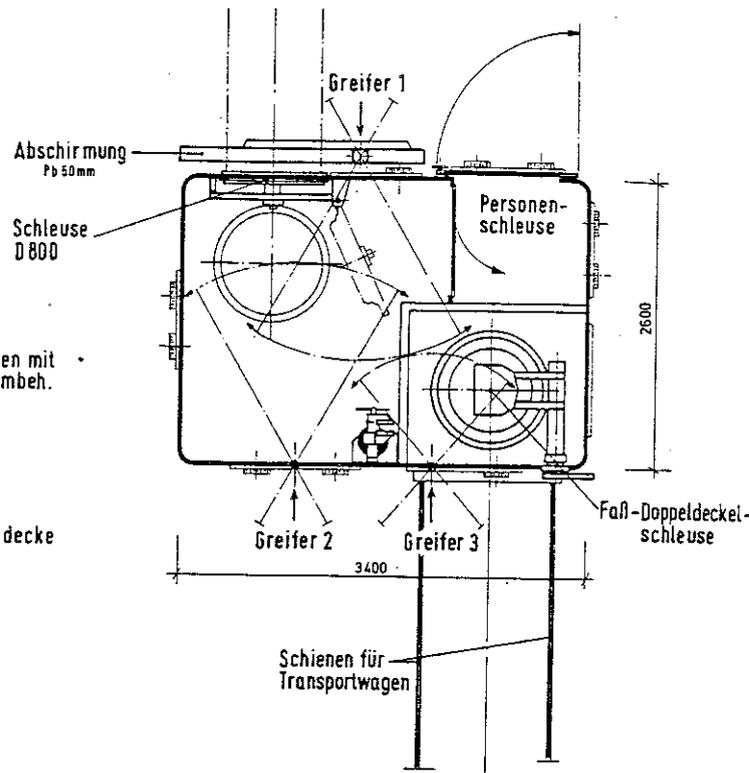
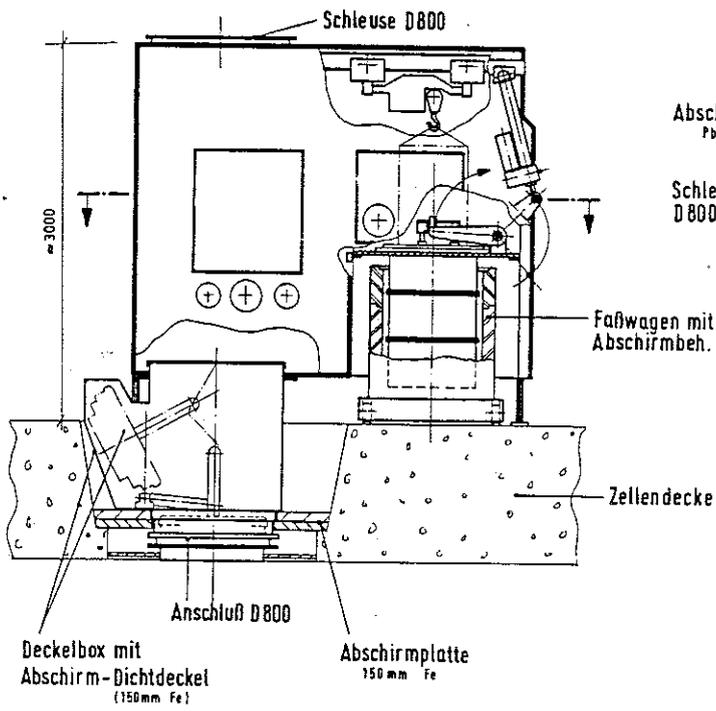
Bilder 3 und 4: Dosenpresse



Bilder 5 und 6: Dosenpresse mit ungepresster und gepresster Weißblechdose



Bilder 7 und 8: Ausschleusen von Abfall aus der Metallografieanlage



Bilder 9, 10, 11: Interventionsbox

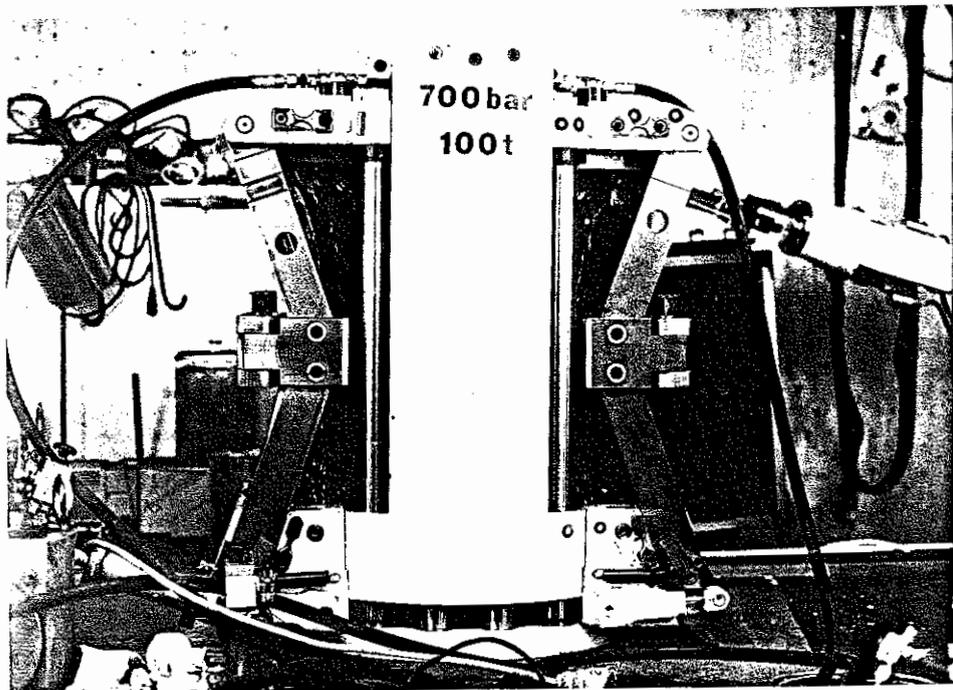
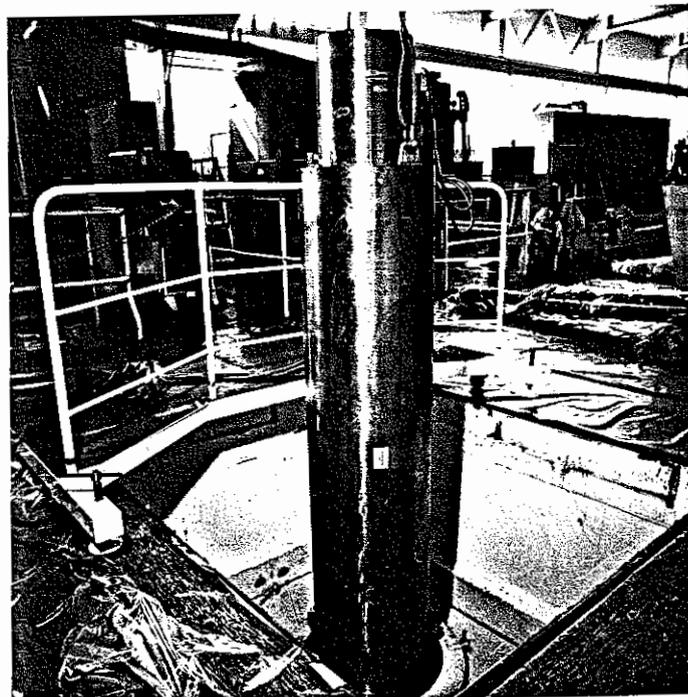
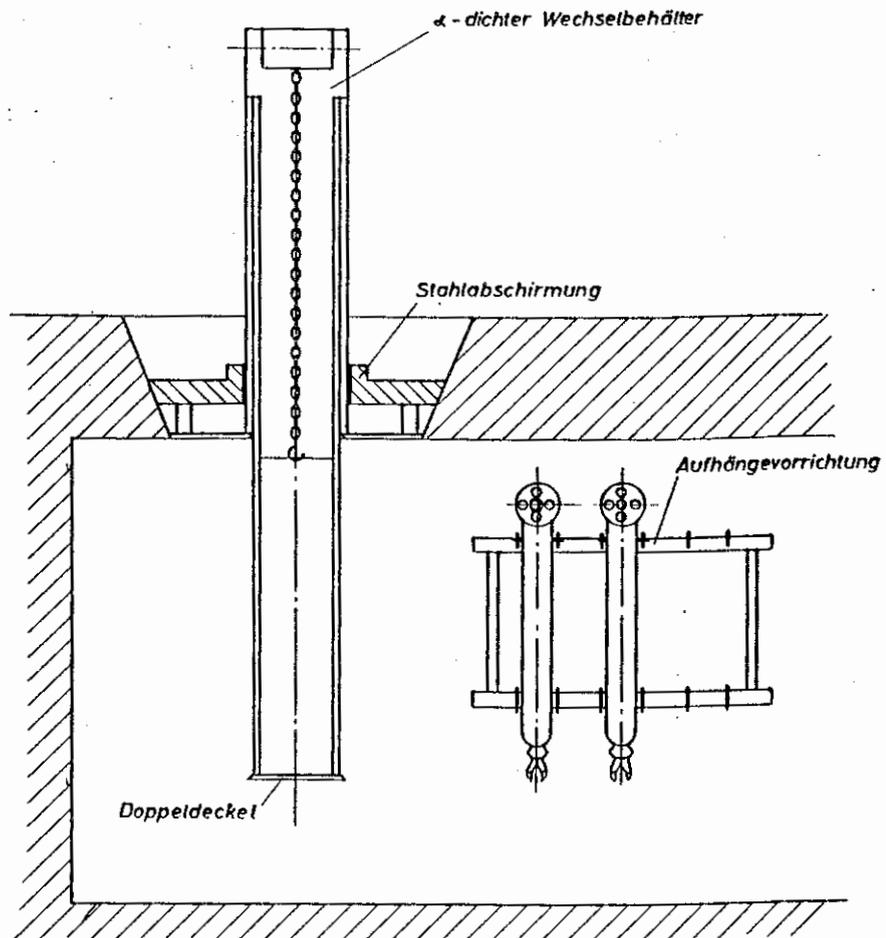
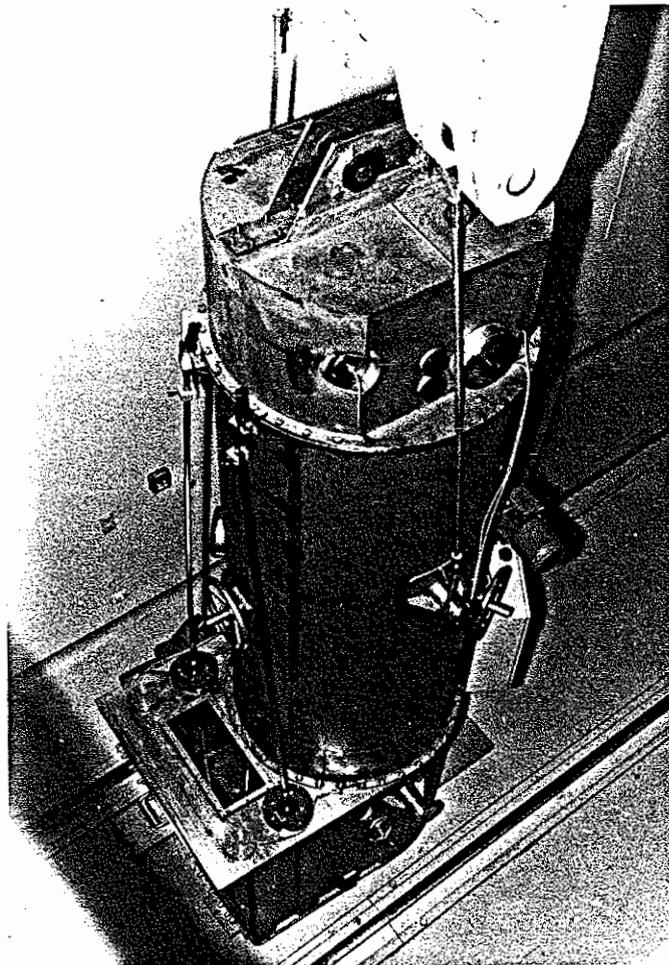
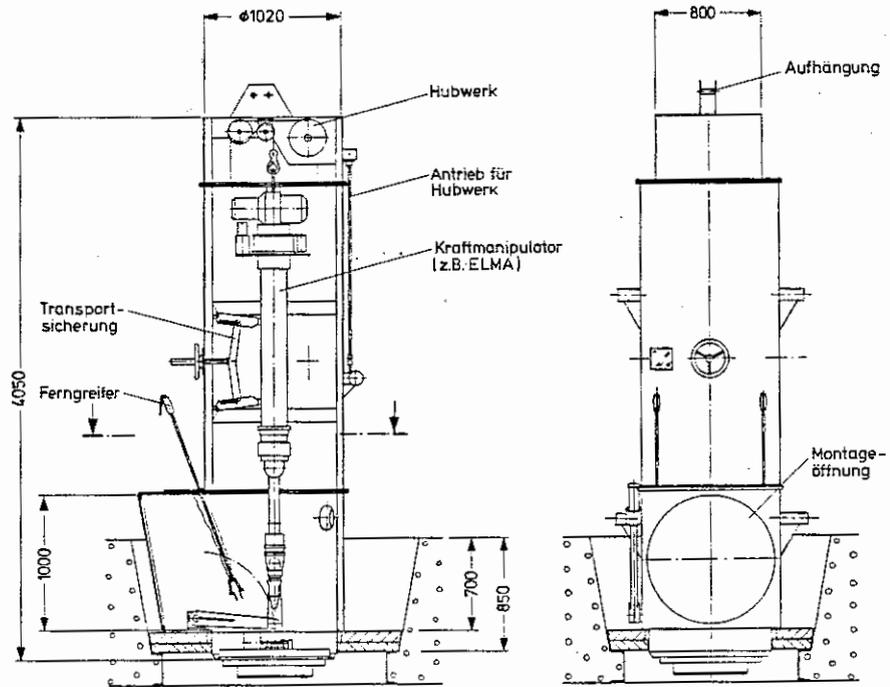


Bild 12: Filterpresse



Bilder 13 und 14: Doppeldeckelbehälter zum Schleusen und Transportieren von Manipulatorarmen



Bilder 15 und 16: Doppeldeckelbehälter zum Schleusen und Transportieren von Kraftmanipulatoren

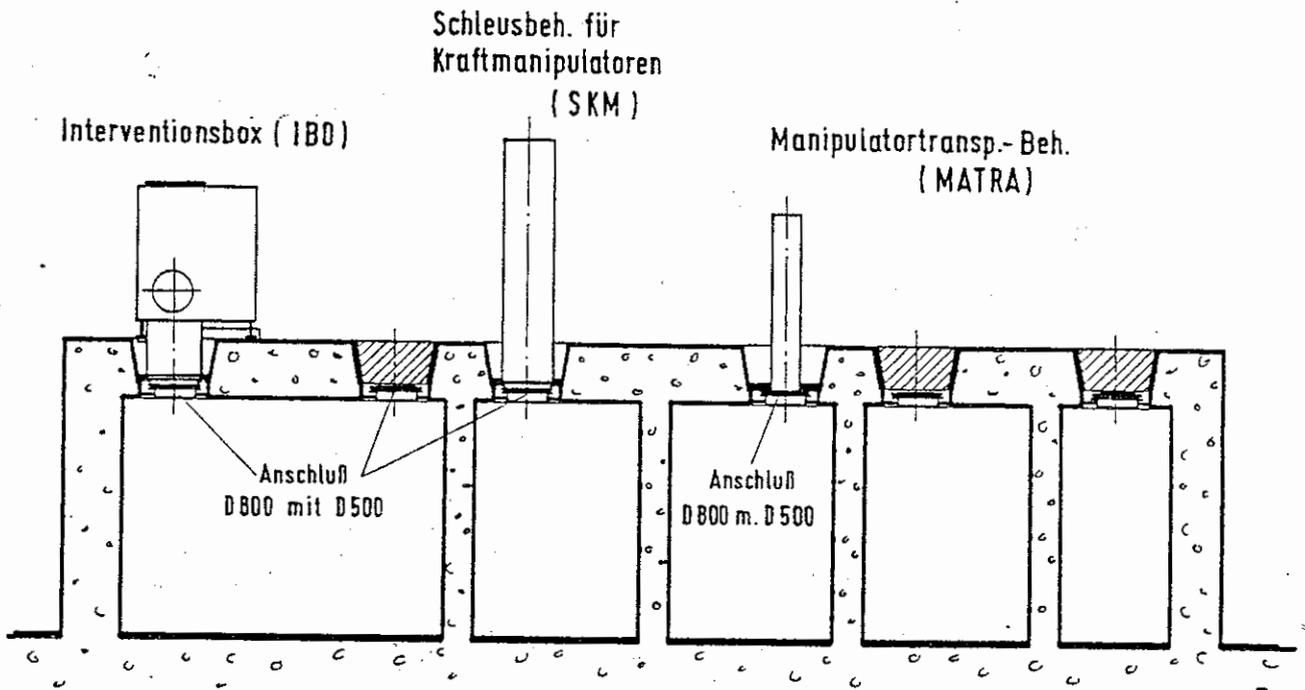


Bild 17: Prinzipzeichnung der in den Heißen Zellen verwendeten Behälterfamilie für die Deckenluke

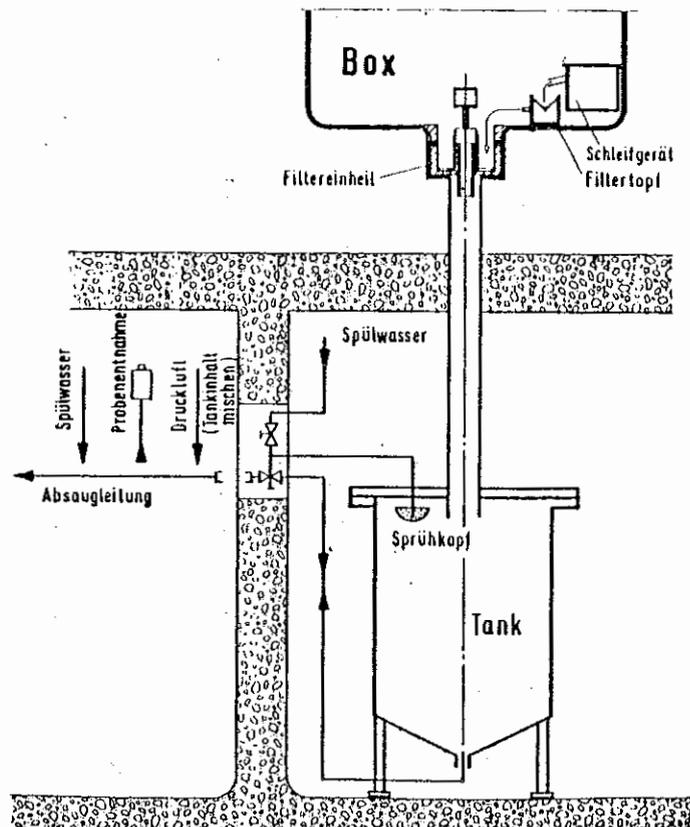


Bild 18: Sammel-tank für flüssigen Abfall aus der Metallografieanlage

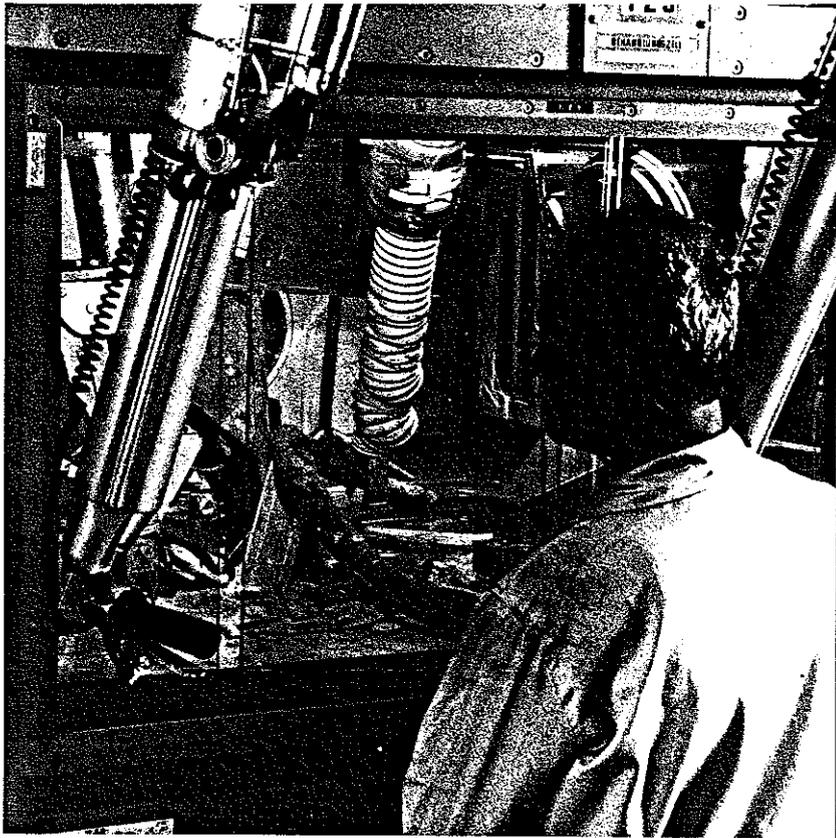


Bild 19: Einzementieren von festen Abfällen in ein 200 l-Faß



Bild 20: Einsetzen von 200 l-Fässern in einen Container

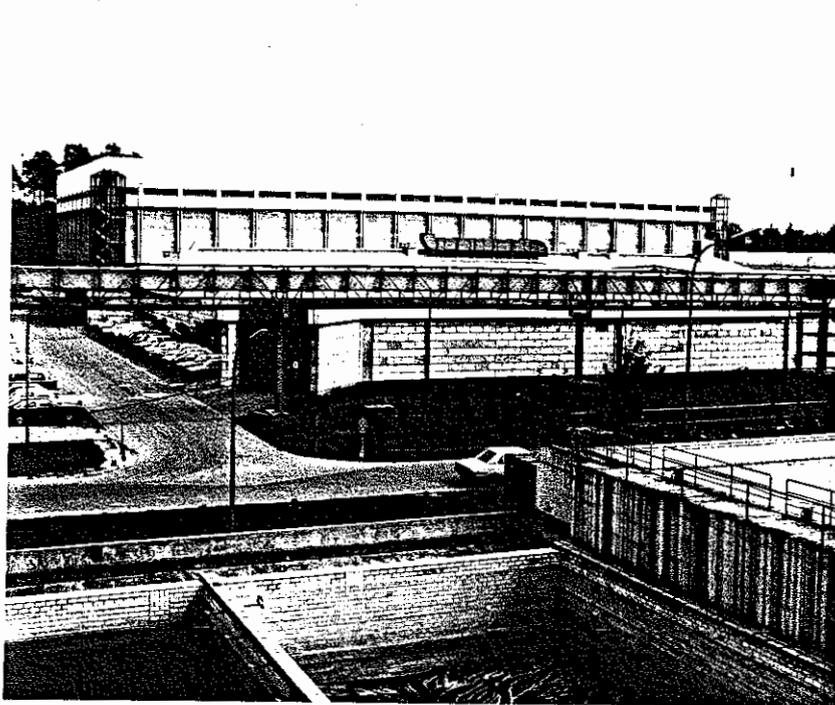


Bild 21: KfK-Zwischenlager für radioaktive Abfälle

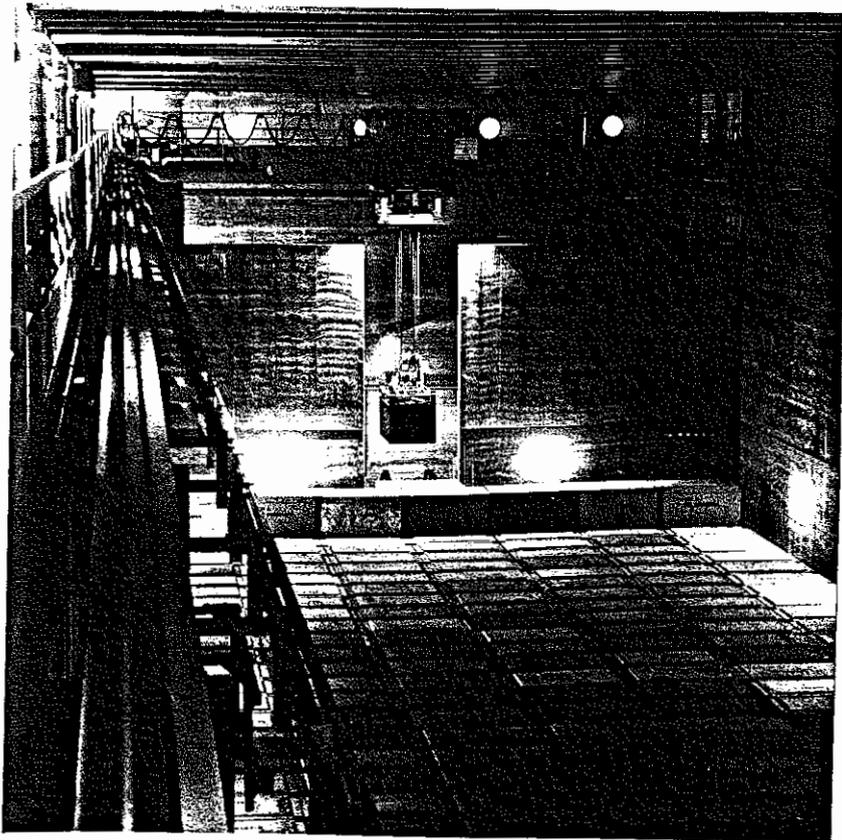


Bild 22: Stapelung von Containern im Zwischenlager