



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH
Institut für Reaktorwerkstoffe / Heiße Zellen

EINRICHTUNGEN ZUR UNTERSUCHUNG VON BETONIERTEN ABFÄLLEN

von

G. Pott, R. Duwe, R. Schröder

vorgelegt

bei der Tagung der Euratom-Arbeitsgruppe

"HOT CELL AND REMOTE HANDLING TECHNOLOGY"

Jülich, 28.-29. September 1988

Einrichtungen zur Untersuchung von
betonierten Abfällen

von

G. Pott
R. Duwe
R. Schröder

Zusammenfassung

Die KFA Jülich erhielt den Auftrag, Fässer mit betoniertem Abfall zu charakterisieren. Hierzu wurden sowohl zerstörungsfreie Methoden wie Gammaskopie und Computertomographie eingesetzt als auch Bohrproben für die weitere Analyse entnommen. Die Zusammensetzung des Füllgases wurde massenspektrometrisch bestimmt. Festgestellt wurden vornehmlich Co 60, geringe Mengen Cs 137 und Spuren von Plutonium.

Verteiler:

IRW-Standard

HZ-Tagungsteilnehmer

1. Einführung

Jahrzehntelange Erfahrungen liegen für die Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle vor. Es existieren international gültige Vorschriften, Regelungen, Grenzwerte und Behandlungsmethoden. Schwach aktive Abfälle (L.A.W.) sind von der Menge her sehr umfangreich, jedoch ist die ausgehende Gefährdung für Mensch und Umgebung gering. Um das Volumen dieses Abfalls zu reduzieren und in einen lagerfähigen Zustand zu bringen, wurden Abfälle aus deutschen Kernkraftwerken teilweise nach MoI transportiert, dort sortiert und konditioniert. Unter den etwa 2500 rückgeführten Fässern mit schwach aktiven Abfällen sollen sich ca. 320 Behälter befinden, die auch Abfälle nicht deutscher Verursacher enthalten /1,2/. In diesem Zusammenhang wurde die KFA Jülich gebeten, stichprobenartig einen Teil dieser Fässer zu untersuchen. Angeliefert wurden die ersten Fässer in den Heissen Zellen im März 1988.

2. Zerstörungsfreie Untersuchungen

2.1 Annahme der Fässer, Identifizierung, Bestimmung der Ortsdosisleistung und der Gaszusammensetzung

Bei Annahme der angelieferten Fässer wurden die Angaben auf dem Faß mit denen der Begleitpapiere verglichen, ggf. wurde die Faßkennzeichnung gut sichtbar erneuert.

Durch Messung der Ortsdosisleistung an der Faßoberfläche (Abb. 1) und in 1 m Abstand erhält man schon die erste Information über das erzeugte Strahlenfeld und die Verteilung der Aktivität im Faß. Abb. 2 zeigt eine solche Verteilung in 3 Ebenen eines Fasses. Man kann feststellen, daß der strahlende Abfall nicht homogen in axialer und radialer Richtung verteilt ist.

Wenn auch die Fässer äußerlich keine besonderen Merkmale aufwiesen, wurde dennoch der Druck im Faß und die Gaszusammensetzung des Füllgases bestimmt. Zu diesem Zweck wurde ein Vakuumbehälter mit bekanntem Volumen über eine Kanüle, die in die Faßdichtung eingestochen wurde, gefüllt (Differenzdruckmethode) (Abb. 3) /3/. Das so abgezogene Gas wurde gaschromatographisch analysiert.

2.2 Gammaskopmetrische Untersuchungen

Ziel der Prüfung ist es, eine schnelle Information über das Strahlungsfeld eines Fasses zu erhalten sowohl in radialer als auch in axialer Richtung. Gleichzeitig

sollte eine erste Information über den Faßinhalt gewonnen werden. Für den Fall, daß bestrahlte Kernbrennstoffe mit verfestigt wurden, kann Cs 137 als Indikator gelten. Co 60 deutet in der Regel auf Aktivierungsprodukte hin.

Die Fässer wurden für diese Messungen auf einem schienengeführten Wagen an einem Schlitzkollimator vorbeigezogen. Als Antrieb diente ein Getriebemotor, auf dessen Welle ein am Wagen befestigtes Seil aufgewickelt wurde. Die Geschwindigkeit wurde auf 1 cm in 100 sec. eingeregelt. Gemessen wurde die Gammastrahlung mit einem Germanium-Detektor, der zum Faß hin mit 20 cm Blei abgeschirmt war. In dieser Abschirmung befand sich die Kollimatoröffnung von 5 mm Breite und 200 mm Höhe für die Messungen an den Fässern, bzw. 5 mm Breite und 50 mm Höhe für die Messungen an den Bohrkernen. Gegen die Umgebungsstrahlung war der Detektor ebenfalls durch Blei abgeschirmt (Abb. 4).

Der Abstand zwischen Detektor und Faß bzw. Bohrkern betrug 35 cm. Während der Bewegung des Wagens wurde jeweils 100 sec. lang mit einem Vielkanalanalysator ein Spektrum aufgenommen, die Peaknettoflächen der verschiedenen Isotope berechnet und auf Diskette abgespeichert. Nach Abschluß des Scans wurden die Ergebnisse als relative Aktivitätsverteilung ausgedruckt. Messen, Abspeichern und Ausdrucken wurden über einen Rechner (PC) gesteuert.

Abb. 5 zeigt ein typisches Gamma-Spektrum eines solchen Fasses. Deutlich erkennbar sind die Linien für Co 60 und K 40, wobei letzteres aus der Umgebung der Meßanordnung aufgenommen wird. Die axiale Aktivitätsverteilung -im vorliegenden Fall Co 60- in einem charakteristischen Faß ist in Abb. 6 aufgezeigt. Die Auswertung ergibt, daß das Abfallkonzentrat im Faß auf etwa 550 mm mit einem Aktivitätsmaximum im oberen Teil begrenzt ist. Zwei Aktivitätsminima werden durch die Abschirmwirkung der Rollreifen bewirkt. Bei einer Vermessung des Fasses in radialer Richtung (Abb. 7) zeigt sich, daß der Abfall in einen Innenbehälter mit ca. 350 mm Durchmesser eingefüllt wurde, so daß zwischen Abfall und Faßoberfläche ca. 120 mm Beton die Gammastrahlung abschirmen.

2.3 Computertomographie und Dichtebestimmung /4/

Die Computer Tomographie eignet sich grundsätzlich für zwei Fragestellungen:

1. Bestimmung der Dichteverteilung in einer Faßebene (Transmissions-Tomographie)
2. Bestimmung der Aktivitätsverteilung in einer Faßebene (Emissions-Tomographie)

Im vorliegenden Fall wurde die Dichteverteilung gemessen. Das Faß wird dabei mit einer konstanten Strahlungsquelle durchleuchtet und abgetastet werden, wobei die jeweilige Schwächung des γ -Strahls die notwendige Information ergibt. Ziel dieser Prüfungen war es, zu untersuchen, ob sich in dem zementierten Faß die der Deklaration entsprechenden Teile befinden, wie z.B. ein dickwandiger Innenbehälter aus Stahl.

Zu diesem Zweck wurden die Fässer in eine abgeschirmte Zelle transportiert und auf einen Drehteller gestellt, der zusätzlich eine seitliche Verschiebbarkeit besaß (Abb. 8). An der Zellenrückwand wurde eine 500 Ci-Co 60-Quelle angebracht, deren Strahlung durch ein Kollimatorsystem in der vorderen Zellenwand mittels eines NaJ-Detektors gemessen wurde. In den Strahlengang wurde nun das zu messende Faß geschoben und die durch γ -Absorption verursachte Schwächung während des kontinuierlichen Vorbeifahrens gemessen.

Anschließend wurde das Faß um einen bestimmten Winkel gedreht und der Meßvorgang wiederholt, insgesamt wurde das Faß in 16 verschiedenen Winkeleinstellungen gemessen. Die dabei erhaltenen Schwächungskurven wurden durch ein Computerprogramm ausgewertet und eine Dichteverteilung in der durchstrahlten Ebene ermittelt.

Abb. 9 zeigt die per Computer berechnete Dichteverteilung für ein Faß mit Innenbehälter.

In dem geprüften Faß ist deutlich ein Innenbehälter mit etwa 35 cm Innendurchmesser und etwa 3 cm Wandstärke zu erkennen. Sichtbar ist auch, daß dieser Innenbehälter eine Füllung enthält, die eine geringere Dichte als die äußere Betonschicht hat. Infolge der im cm Bereich liegenden Ortsauflösung des Detektorsystems treten Unschärfen an den Dichteübergängen auf. Durch ein engeres Fenster des Kollimatorsystems (aber auch längere Meßzeiten) könnte diese Unschärfe verbessert werden.

3. Zerstörende Untersuchungen

Um das Abfallkonzentrat in den Fässern weiter untersuchen zu können (z.B. α , β -Aktivität) ist die Entnahme von Bohrkernen notwendig. Um dies zu bewerkstelligen, wurde in der KFA von der "Produktkontrollstelle" für radioaktive Abfälle (PKS) im Auftrage der Physikalischen Technischen Bundesanstalt (PTB) ein Bohrvorgang entwickelt, mit dem man gleichzeitig aus Stahl, Beton und Kunststoffe einen Bohrkern entnehmen kann. Faß und Bohrvorrichtung sind dabei horizontal angeordnet (Abb. 10,11). Die für Trockenbohren ausgelegten Bohrkronen sind auf Hülsen von ca. 40 mm Innendurchmesser aufgesetzt. Der Bohrer wird so geführt, daß eine Halterung und Abdichtung gegenüber der Faßoberfläche einen Staubaustritt verhindert.

Dazu ist es in der Regel notwendig, die Oberfläche des anzubohrenden Fasses mit einer schnelltrocknenden Spachtelmasse zu glätten.

Die Kühlung der mit Diamanten bestückten Bohrkronen erfolgt durch Luft, die in den Hohlbohrer eingeblasen und von außen wieder abgesaugt wird. Das ganze System wird auf einem geringen Unterdruck gehalten, um so eine Kontamination der Umgebung zu vermeiden.

Nach Beendigung des Bohrvorgangs wird die Luftzufuhr abgestellt und der Bohrer mit der Probe herausgezogen. Es folgt anschließend ein Umfüllen des Bohrkerns in ein Plexiglasrohr durch Kippen oder über Unterdruck. Die so abgefüllte Probe von ca. 600 mm Länge (Abb. 12) wird gammaspektrometrisch vermessen. Ferner werden gezielt kleinere Proben für chemische Analysen oder α -, β -Spektrometrie entnommen.

Literatur

/1/ E. Merz

Praxis der radioaktiven Abfallbehandlung im Zwielight
Zeitschrift ATW, April 1988, S. 173, 174

/2/ R. Odoj, P. Filß, J. Wolf

Unregelmäßigkeiten bei der Deklaration von Abfallfässern durch
Transnuclear/SCK Mol
Zeitschrift ATW, April 1988, S. 175 - S. 178

/3/ H. Lammertz, W. Kroth

Druckaufbau und Bläherscheinungen an 200 Ltr. Abfallfässern
Zeitschrift ATW, April 1988, S. 178 - S. 190

/4/ R. Duwe, P. Jansen, G. Pott

Computer-Tomographie an MAW-Abfallfässern
Tagung Euratom, Arbeitsgruppe: "Hot Cell and Remote Handling Technology"
Ispra, Sept. 1987

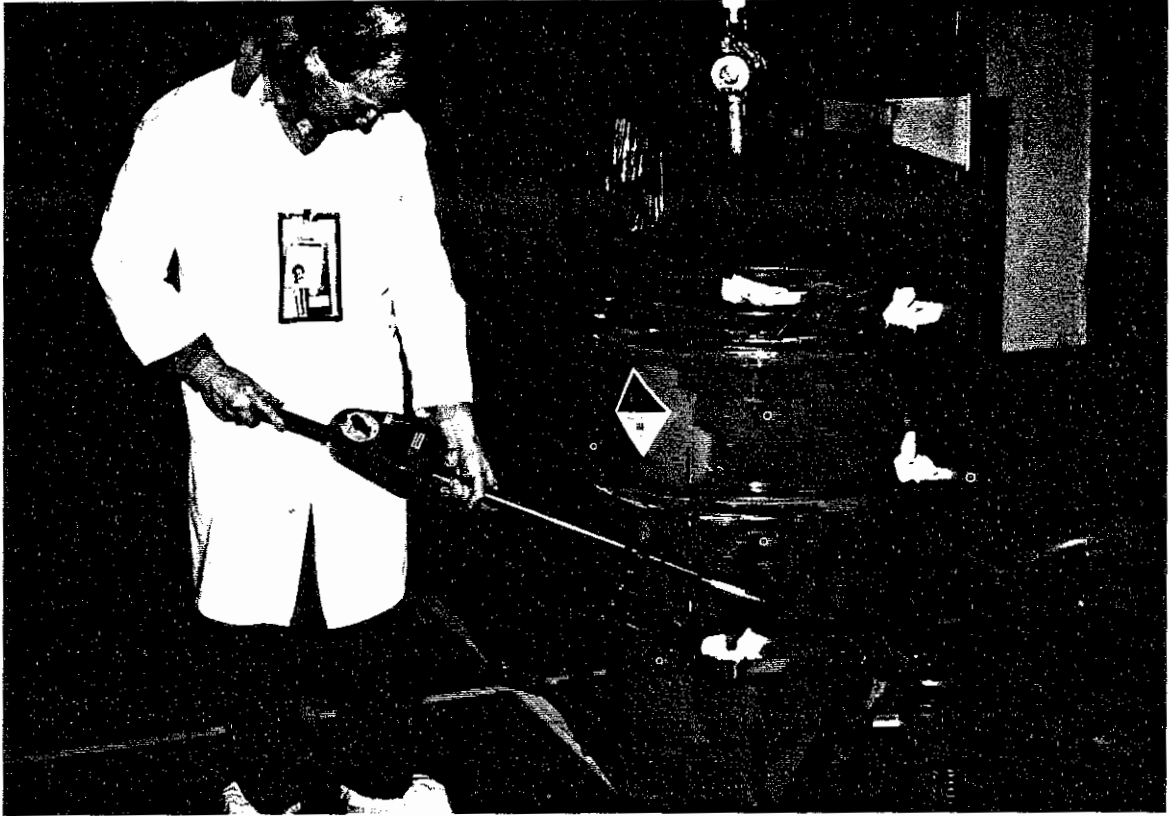


Abb. 1: Bestimmung der Dosisleistung an der Faßoberfläche

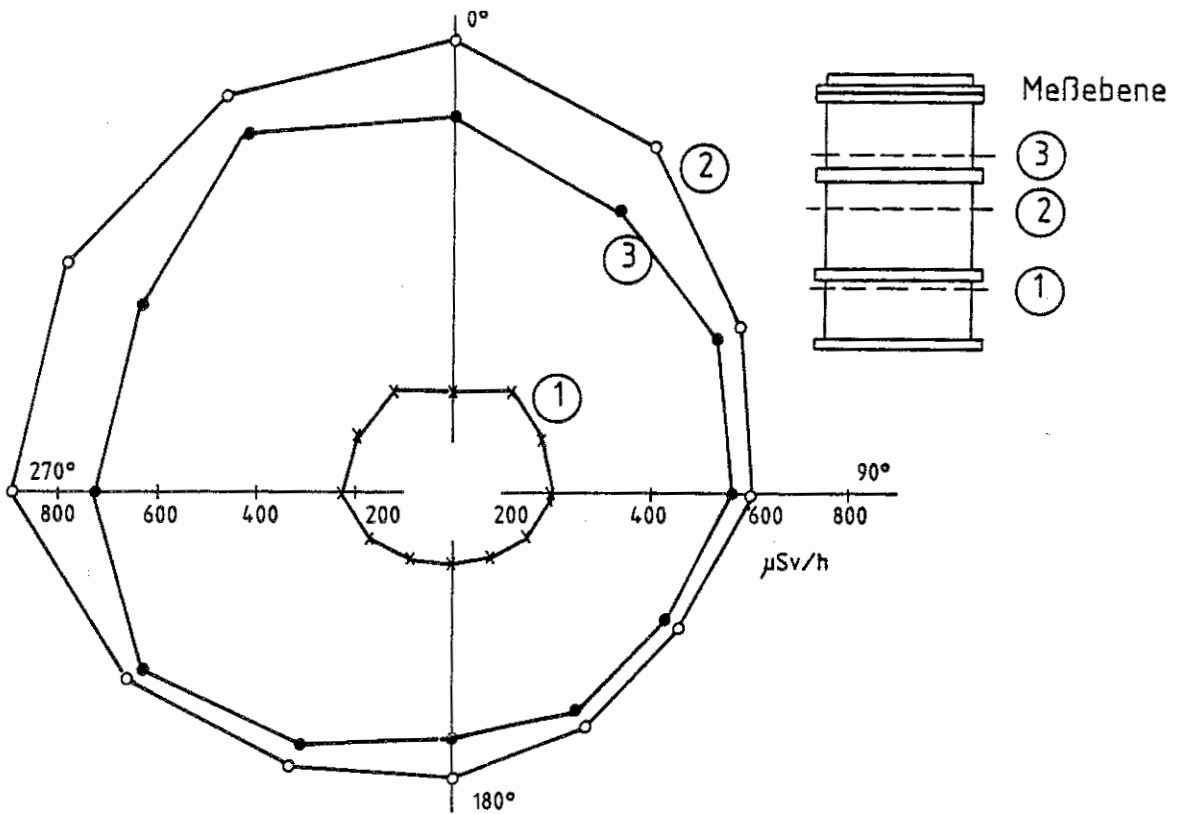


Abb. 2: Oberflächendosisleistung, gemessen an einem Faß in 3 Ebenen

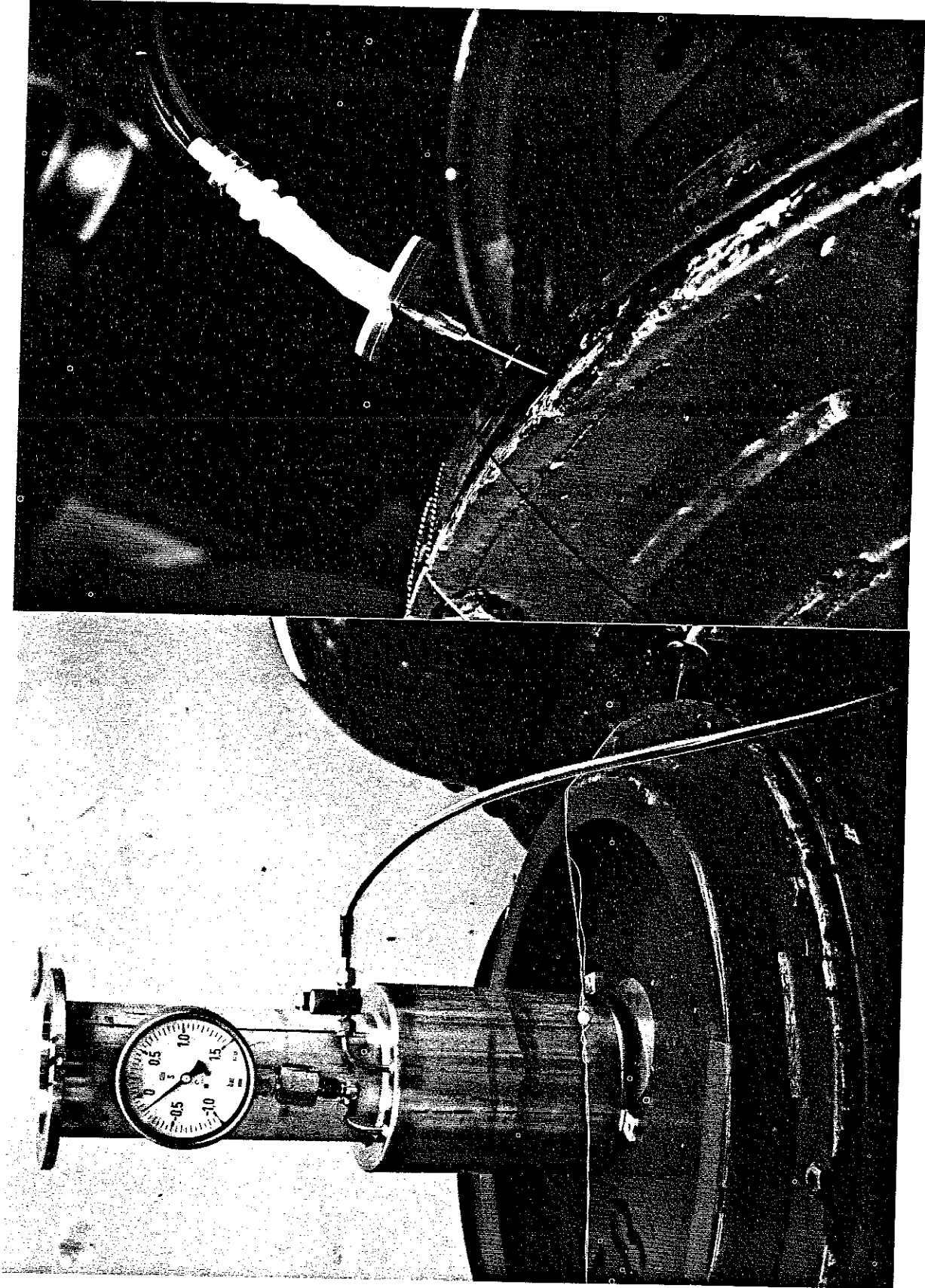


Abb. 3: Vorrichtung zur Entnahme von Gasproben aus Abfallfässern

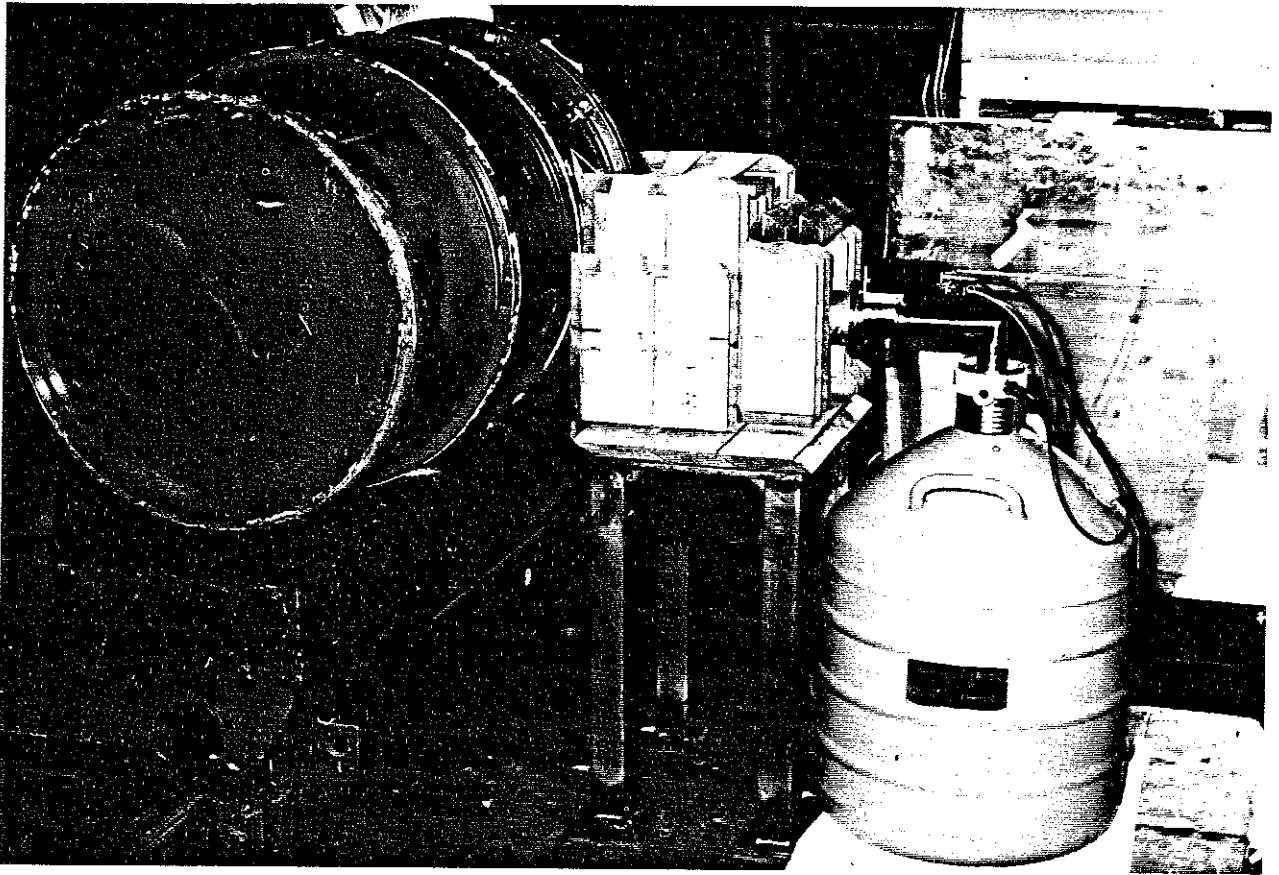


Abb. 4: Anordnung zur Gammaskopimetrischen Bestimmung der Aktivitätsverteilung an einem Faß

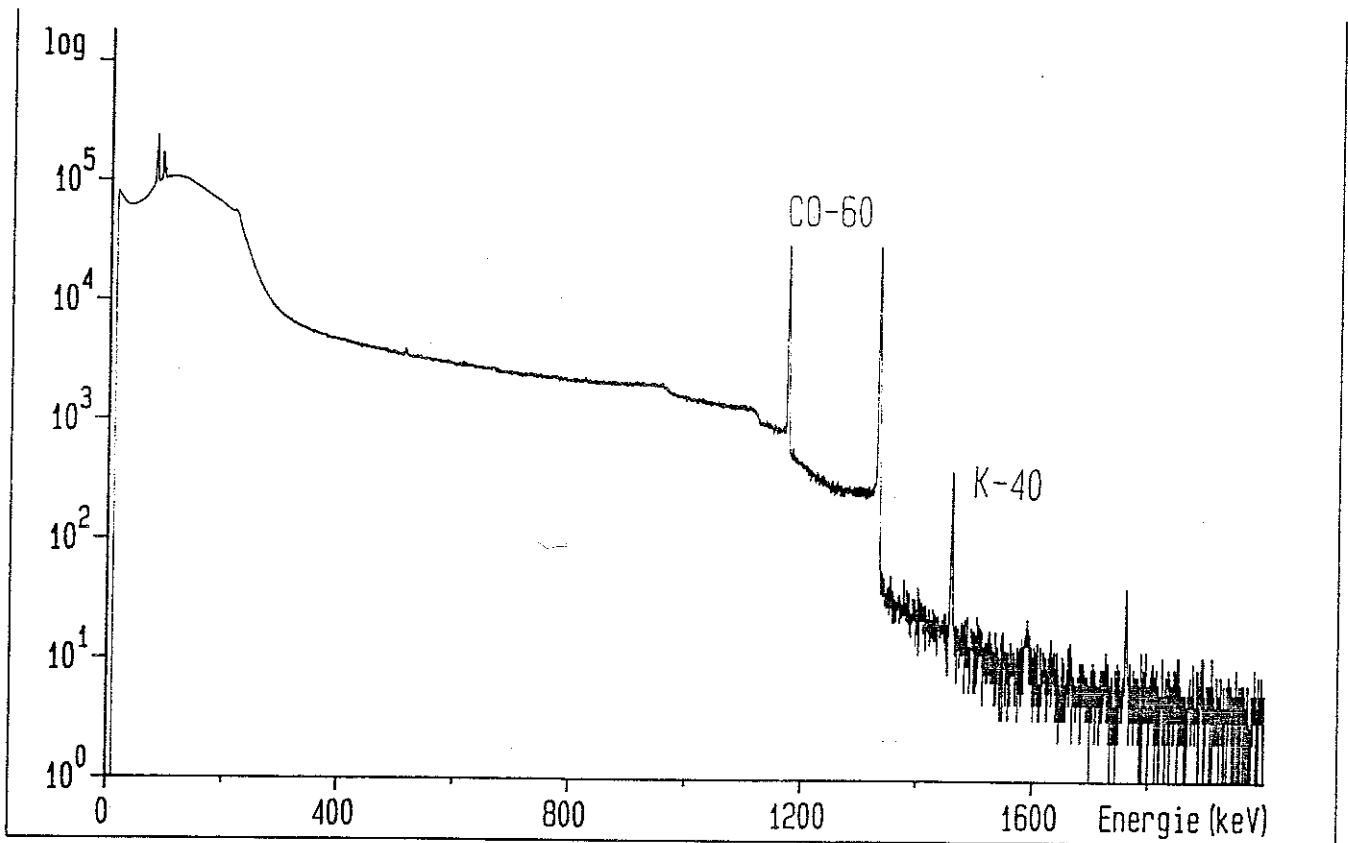


Abb. 5: Gamma-Spektrum an einem Faß gemessen

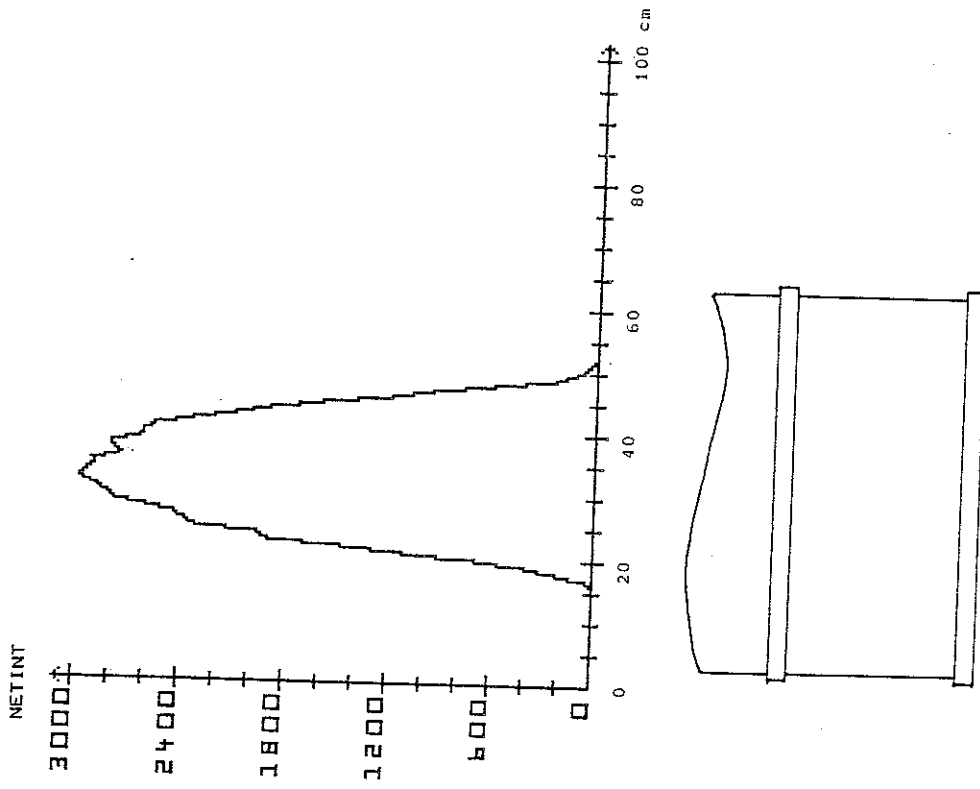


Abb. 7: Relative radiale Aktivitätsverteilung (Co 60), gemessen an einem Abfallfaß

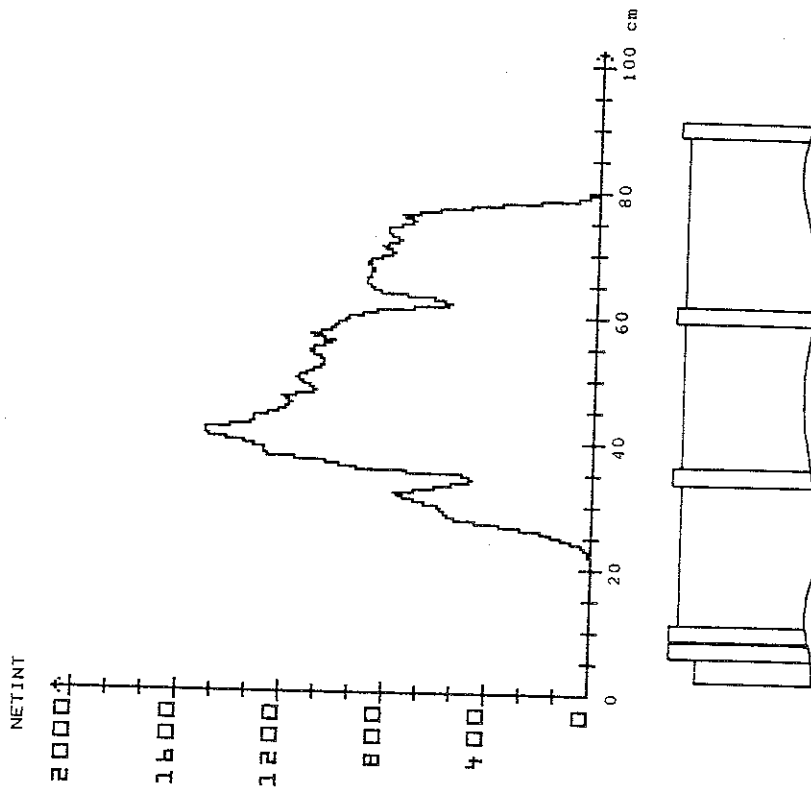


Abb. 6: Relative axiale Aktivitätsverteilung (Co 60), gemessen an einem Abfallfaß

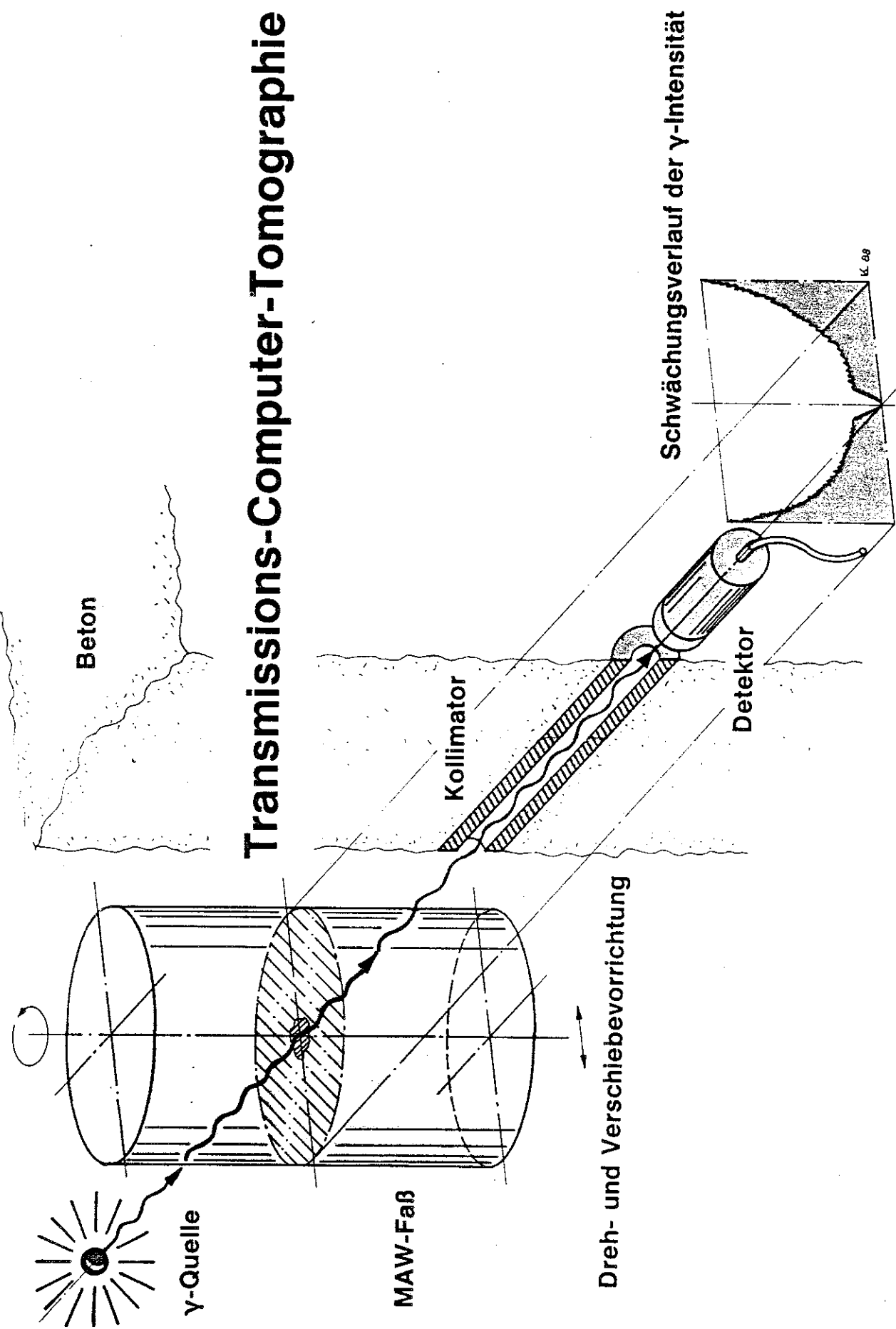


Abb. 8: Schematischer Aufbau der Anlage

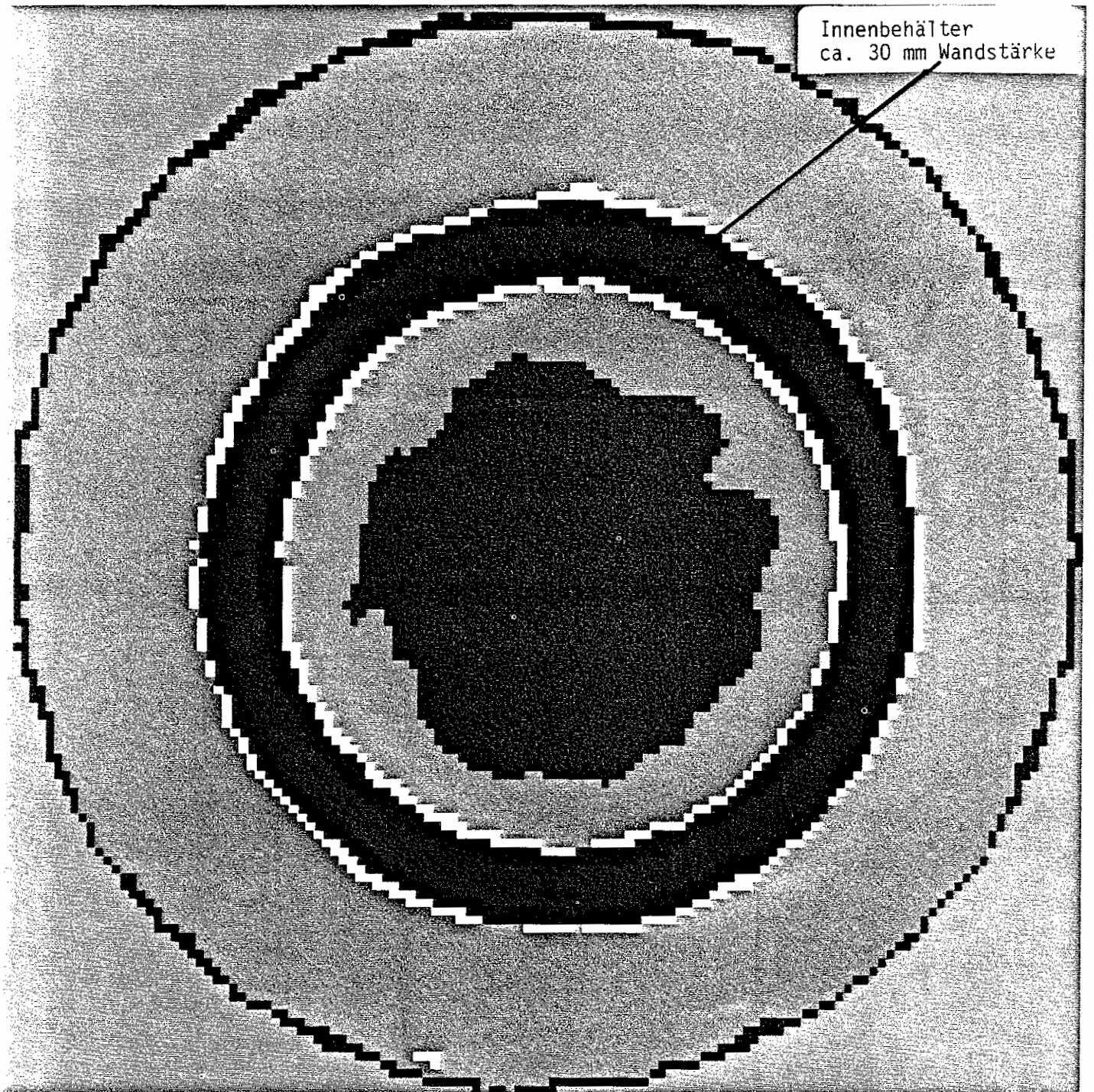


Abb. 9: Typische Computer-Tomographie-Aufnahme eines Abfallfasses mit Innenbehälter

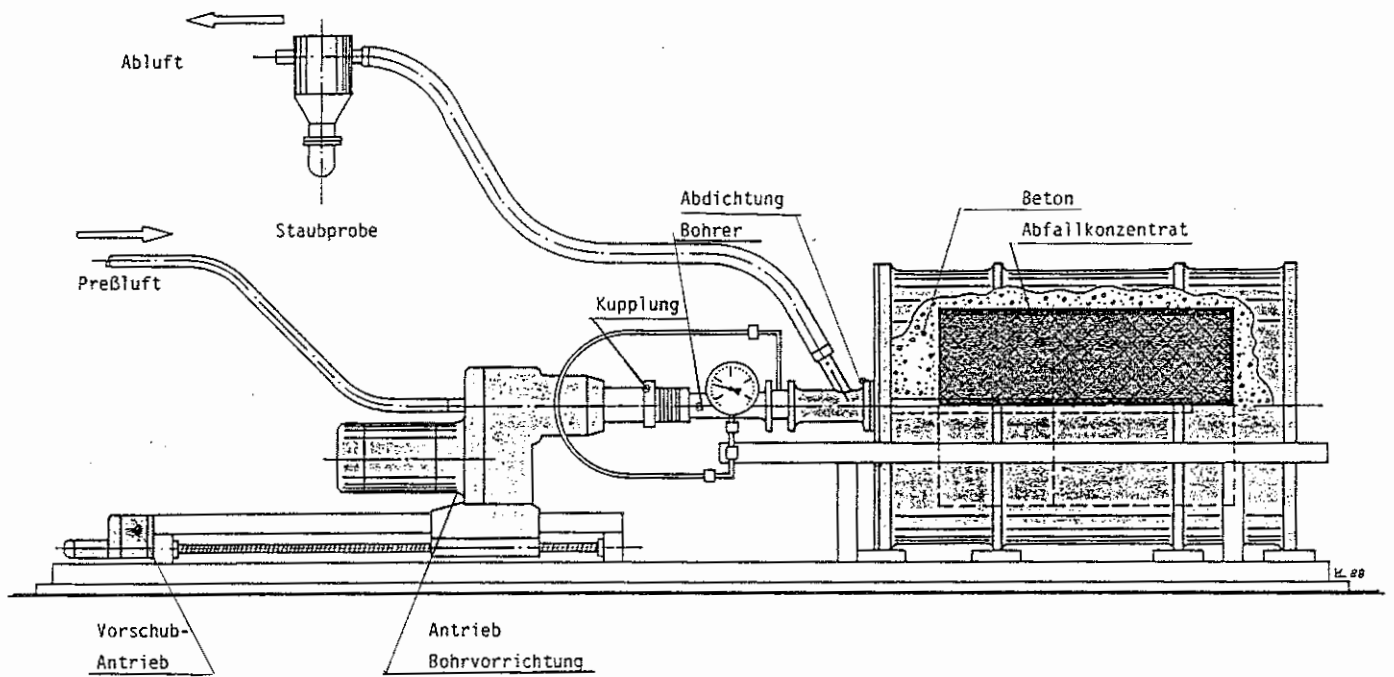


Abb. 10: Vorrichtung zur Entnahme von Proben aus betonierten Abfallfässern

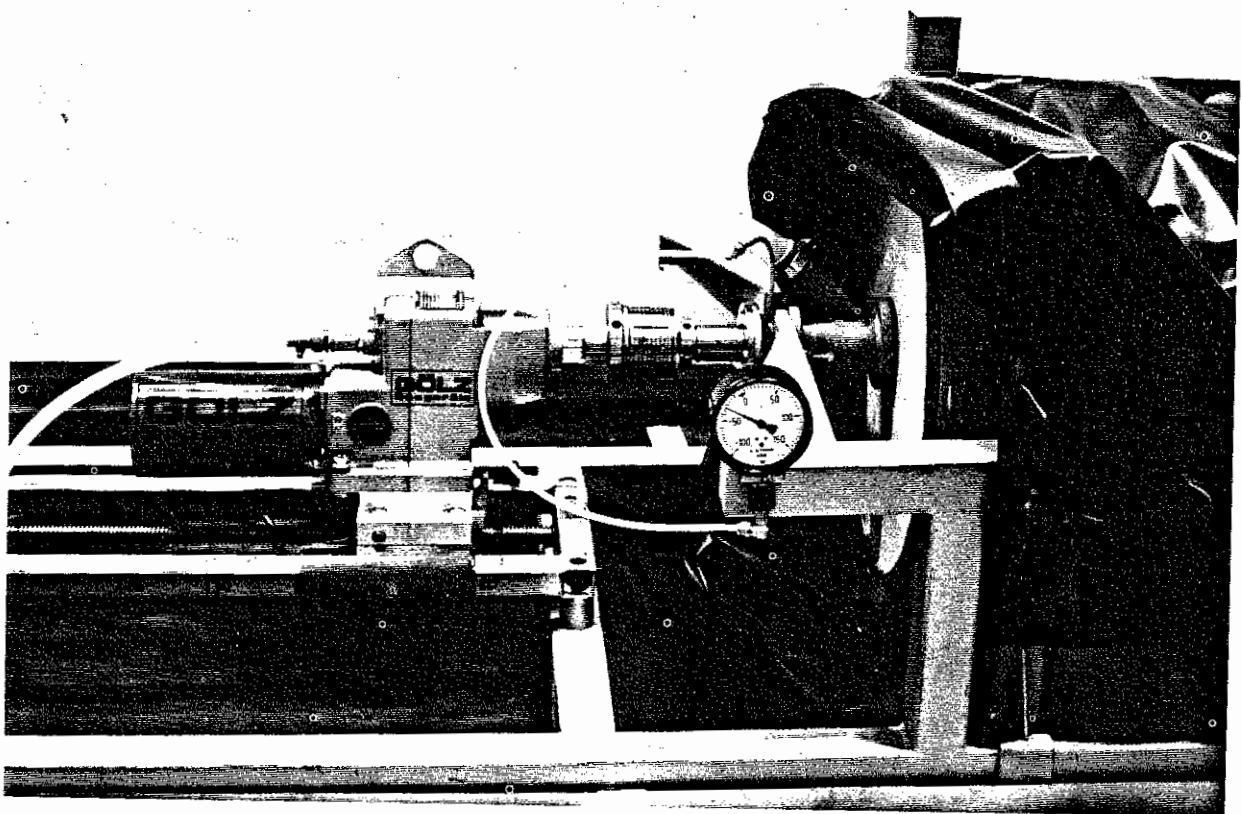


Abb. 11: Vorrichtung zur Entnahme von Bohrkernen aus Abfallfässern

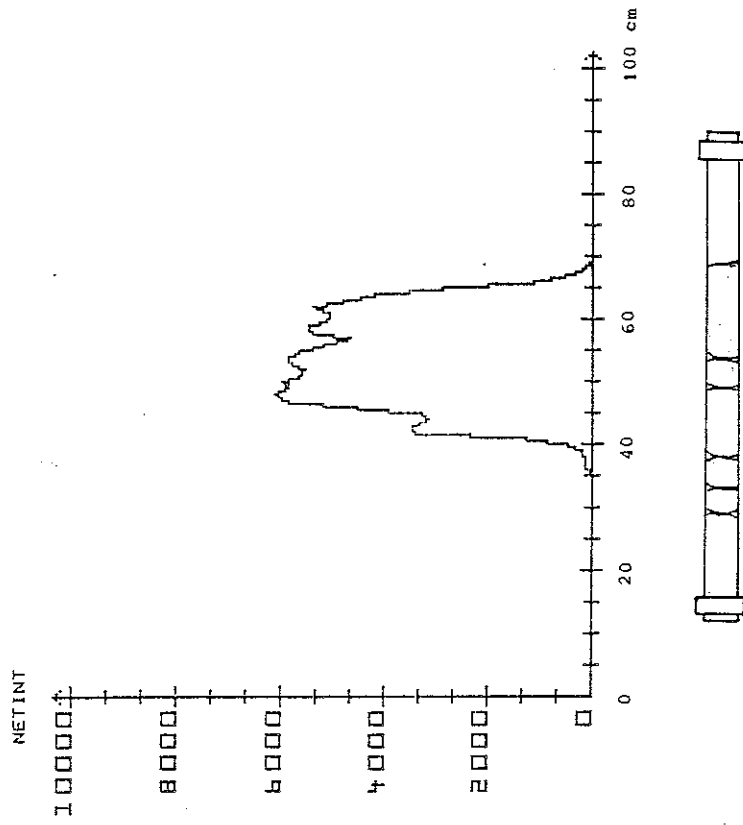
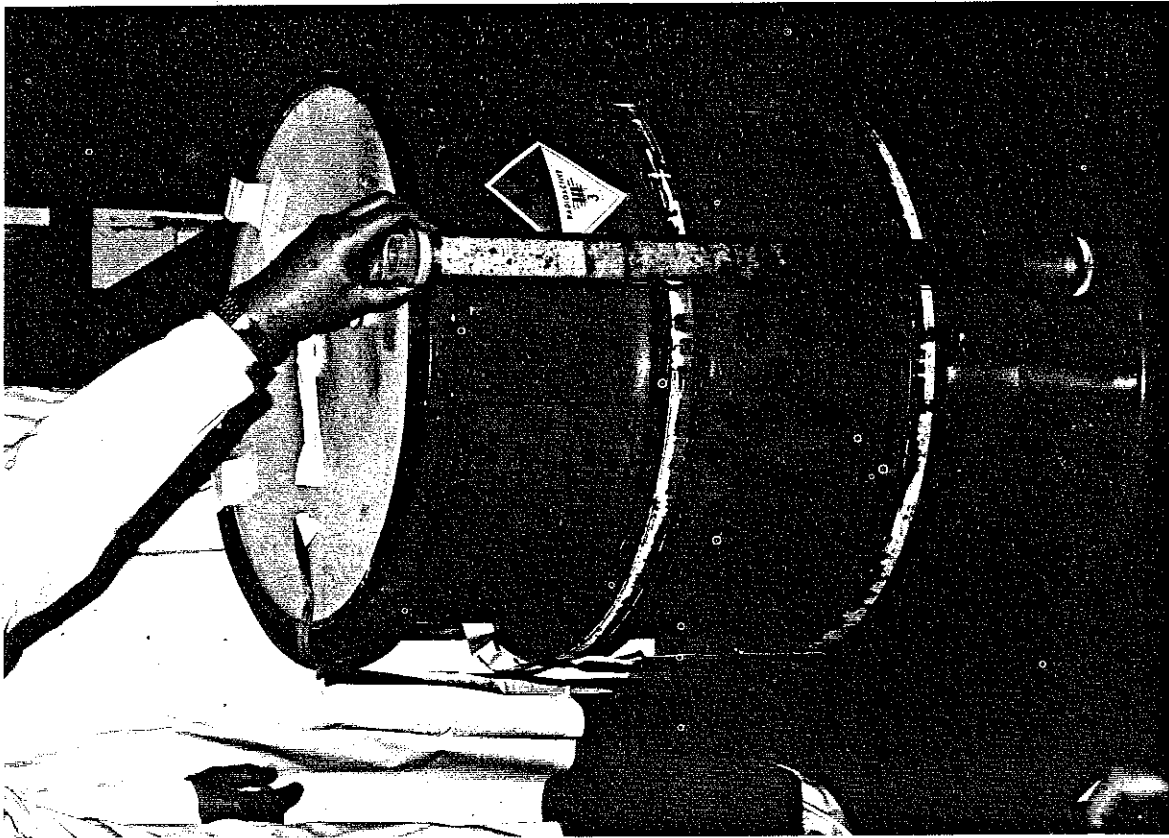


Abb. 12: Relative Verteilung der Gammaaktivität in einer Bohrprobe, abgefüllt in ein Plexiglasrohr