



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 21 F / 289 178 0

(22) 16.04.86

(44) 29.07.87

(71) VE Kombinat Kernkraftwerke „Bruno Leuschner“, 2200 Greifswald, DD

(72) Friske, Andreas, Dipl.-Phys.; Stenzel, Thomas, Dipl.-Ing.; Voigt, Heinz, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zur Behandlung länglicher radioaktiver Abfallteile

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Behandlung länglicher radioaktiver Abfallteile metallischer Art aus dem Core-Bereich von Leichtwasserreaktoren in Kernkraftwerken. Die Aufgabe besteht darin, die Abfallteile unterschiedlichen Querschnitts unter Abschirmbedingungen zu zerlegen und die nicht wiederverwendungsfähigen Anteile so zu behandeln, daß der Transport in ein Langzeitlager möglich ist. Dies wird dadurch erreicht, daß die Abfallteile von den Zwischenlagern bzw. der aktiven Zone des Reaktors zu einer Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung (ZKE) verbracht, dort schrittweise in einen Aufnahmebehälter abgesenkt, abschnittsweise getrennt, in den Aufnahmebehälter eingebracht und schwach kontaminierte Abschnitte wieder ausgeschleust werden, der Aufnahmebehälter verschlossen, nach einer Außendekontamination ausgeschleust und einem Langzeitlager zugeführt wird. Wesentliche Elemente der Einrichtung sind: Zellenkörper mit Deckplatte (Ringsegment, Schiebedeckel, Abluftreinigungsanlage), Drehtischanlage zur Befüllung des Aufnahmebehälters, Zerlegeblöcke mit Zerlegewerkzeug, Monitorkamera, Beleuchtungseinrichtung und Greifvorrichtung, Verdeckelungseinrichtung mit Deckelmagazin, Deckelverschweißeinrichtung, Deko-Sprühsystem und Bodenablässe mit Filtersystem für Deko-Lösungen. Die ZKE wird vorzugsweise umsetzbar gestaltet, um sie unter Minimierung von Transportwegen für alle Blöcke eines Kernkraftwerkes zu nutzen. Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Behandlung länglicher radioaktiver Abfallteile in Kernkraftwerken, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Abfallteile von den Zwischenlagern bzw. aus der aktiven Zone des Reaktors zu einer Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung verbracht, dort schrittweise in einen Aufnahmebehälter abgesenkt, über dem Aufnahmebehälter abschnittsweise abgetrennt, die abgetrennten Teile in den Behälter eingebracht, schwach kontaminierte Abschnitte (Oberteile) wieder aus der Zerlege-Konfektionierungseinrichtung ausgeschleust werden, der Aufnahmebehälter verschlossen, nach einer Außendekontamination aus der Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung ausgeschleust und einem Langzeitlager für radioaktive Abfälle zugeführt wird.
2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein abschirmender, aerosoldichter, mit Tragelementen (4k) versehener Zellenkörper (4) mit einer Deckplatte (4d) vorgesehen ist, der Boden (4e) des Zellenkörpers (4) mittig einen Drehtisch (7) zur Befüllung des Aufnahmebehälters (6), daneben ein Deko-Sprühsystem (11), auf der anderen Seite ein Deckelmagazin (9c) aufnimmt und zum Drehtisch (7) hin abschüssig ausgebildet ist, rund um den Drehtisch (7) Bodenablässe (4g) vorgesehen sind, die über Filter (4h) und eine Sammelringleitung (4i) an eine aktive Abwasserleitung angeschlossen sind, die Deckplatte (4d) mit einem eingearbeiteten Ringsegment (4b), einem horizontal beweglichen Schiebedeckel (4a) mit Durchführungen für Versorgungsanschlüsse (4e) und für die Abluftreinigung (4f) sowie mit einer Zusatzabschirmung (5d) für die Saugleitung (5e) versehen ist, über dem Deckelmagazin (9c) eine über Lift und Hydraulik (9a) verfahrbare, mit einer Deckelgreifvorrichtung (9b) versehene Verdeckelungseinrichtung (9) angeordnet ist, über dem Drehtisch (7) mindestens zwei gegenüberstehende Zerlegeblöcke (8), eine Greifvorrichtung (8h) sowie Saugvorrichtungen (5f) einer von der Deckplatte (4d) getragenen Abluftreinigungsanlage (5) vorgesehen sind und gegenüber der Verdeckelungseinrichtung (9) eine Deckelverschweißeinrichtung (10) angeordnet ist.
3. Einrichtung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Ringsegment (4b) in zylindrisch-stufenförmiger Art für die Aufnahme eines Transport- bzw. Umladecontainers (13) für gefüllte Aufnahmebehälter (6) bzw. für die Aufnahme einer Konduktorplatte (2a) für einen Glockenbehälter (2) ausgebildet ist.
4. Einrichtung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Drehtisch (7) schrittweise und kontinuierlich auf einer Gleitbahn mit Steuerungselementen (7f) drehbar ist.
5. Einrichtung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zerlegeblöcke (8) mit je einer Monitorkamera (8e), einer Beleuchtungseinrichtung (8f), einem horizontal beweglichen Zerlegewerkzeug, vorzugsweise einem Plasmafeinstrahlbrenner (8a) sowie mit einem die Schnittstelle abschirmenden Schild ausgestattet sind.
6. Einrichtung nach Punkt 2-5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung umsetzbar und transportabel ausgebildet ist.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Behandlung von länglichen radioaktiven Abfallteilen metallischer Art aus dem Bereich der aktiven Zone von Leichtwasserreaktoren in Kernkraftwerken.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Beim Betrieb eines Kernkraftwerkes sind im Bereich der aktiven Zone des Reaktors (Core) neben den Brennelementen verschiedene Teile des Steuerungs- und Schutzsystems, wie z. B. Absorberelemente und Incoremeßlanzen im Einsatz. Diese Teile, die wegen des konstruktiven Aufbaus des Reaktors von rohr- bzw. stabförmiger Bauart sind, unterliegen auf Grund der Einsatzbedingungen im Primärkreislauf einem Verschleiß und müssen wegen der hohen Sicherheitsanforderungen in Kernkraftwerken in regelmäßigen Abständen ausgewechselt werden. Die als radioaktiver Abfall anfallenden verschlissenen Teile sind nach mehrjährigem Einsatz in der aktiven Zone des Reaktors kontaminiert und in den Bereichen, die unmittelbar dem Neutronenfluß des Cores ausgesetzt waren, zusätzlich aktiviert. Die weitere Verfahrensweise mit den sich ansammelnden Teilen beschränkt sich derzeit auf eine Zwischenlagerung in unbehandelter Form an den Standorten der Kernkraftwerke, z. B. in Wasserbecken, Bunkern, Senkschächten u. a.

Diese Verfahren sind z. B. in der DE-OS 2817193, DE-OS 2821780 und DE-OS 3247685 beschrieben, enthalten jedoch keine Aussagen zur späteren Behandlung der Teile. Hierfür kommt prinzipiell eine sichere Endlagerung, z. B. in geologischen Formationen in Frage. Eine teilweise Rückgewinnung als Sekundärrohstoff wäre sinnvoll, da die genannten Bauteile, z. T. aus wertvollen Materialien, wie z. B. austenitischen Stählen und Zirkonlegierungen bestehen. Hauptproblem für die weitere Behandlung der Abfallteile sind ihre großen Längen (mehrere Meter) in Verbindung mit hohen, inhomogen verteilten Aktivitäten. Für das Zerlegen aktivierter Reaktorbauteile sind zwar schon einige Lösungen bekannt, wie z. B. die Unterwasserdrück- und -schneideinheit (UNDINE) von NUKEM für Brennelementkästen, diverse Anlagen zum Unterwasserplasmäschnitten größerer Teile sowie das Zerlegen kleiner Teile sowie das Zerlegen kleiner Teile in einer heißen Zelle. Gemäß DD 222997 ist auch ein Verfahren zur Behandlung und Konfektionierung verbrauchter Absorberstäbe geringen Querschnitts (Cluster) beschrieben, das jedoch für massive Teile, wie sie z. B. in einigen Druckwasserreakortypen anfallen, ungeeignet ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, längliche radioaktive Abfallteile aus Kernkraftwerken unter minimaler Strahlenbelastung des Personals auf wirtschaftliche Art zu behandeln.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, längliche radioaktive Abfallteile unterschiedlichen Querschnitts unter Abschirmbedingungen zu zerlegen und die nicht wiederverwendungsfähigen Anteile so zu behandeln, daß der Transport in ein Langzeitlager möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Abfallteile mit Hilfe eines an sich bekannten Glockenbehälters von den bisherigen Zwischenlagern (Wasserbecken, Bunker, Senkschächte) bzw. direkt aus der aktiven Zone des Reaktors zu einer Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung (ZKE) verbracht, dort schrittweise in einen Aufnahmebehälter abgesenkt, über dem Aufnahmebehälter abschnittsweise abgetrennt, die abgetrennten Teile in den Aufnahmebehälter eingebracht, schwach kontaminierte Abschnitte, vorzugsweise die oberen Enden der Abfallteile nach dem Abtrennen der aktivierten Unterteile wieder aus der ZKE ausgeschleust und einer Dekontamination zwecks Wiederverwendung zugeführt werden, der gefüllte Aufnahmebehälter verschlossen, nach einer Außendekontamination aus der Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung ausgeschleust und mit Hilfe von Containersystemen, die den IAEA-Transportregeln für radioaktive Stoffe entsprechen, einem Langzeitlager für radioaktive Abfälle zugeführt wird.

Die Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, die Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung wird so gestaltet, daß Abfallteile unterschiedlicher Abmessung und Sorte fernbedient zerlegt und konfektioniert werden können. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß ein abschirmender, aerosoldichter, mit Tragelementen versehener Zellenkörper mit einer Deckplatte vorgesehen ist, der Boden des Zellenkörpers mittig einen Drehtisch zur Befüllung des Aufnahmebehälters, daneben ein Deko-Sprühsystem, auf der anderen Seite ein Deckelmagazin aufnimmt und zum Drehtisch hin abschüssig ausgebildet ist, rund um den Drehtisch Bodenablässe vorgesehen sind, die über Filter und eine Sammelringleitung an eine aktive Abwasserleitung angeschlossen sind, die Deckplatte mit einem eingearbeiteten Ringsegment, einem horizontal beweglichen Schiebedeckel mit Durchführungen für Versorgungsanschlüsse und für die Abluftreinigung sowie mit einer Zusatzabschirmung für die Saugleitung versehen ist, über dem Deckelmagazin eine über Lift und Hydraulik verfahrbare, mit einer Deckelgreifvorrichtung versehene Verdeckelungseinrichtung angeordnet ist, über dem Drehtisch mindestens zwei gegenüberstehende Zerlegeblöcke, eine Greifvorrichtung sowie Saugvorrichtungen einer von der Deckplatte getragenen Abluftreinigungsanlage vorgesehen sind und gegenüber der Verdeckelungseinrichtung eine Deckelverschweißeinrichtung angeordnet ist.

Das Ringsegment der Deckplatte ist in zylindrisch-stufenförmiger Art für die Aufnahme eines Transport- bzw. Umladecontainers für gefüllte Aufnahmebehälter bzw. für die Aufnahme einer Konduktorplatte für einen Glockenbehälter zum Antransport der Abfallteile ausgebildet. Der Drehtisch ist zum Zwecke einer gleichmäßigen Befüllung der Aufnahmebehälter schrittweise und für das Verschließen und Dekontaminieren der Aufnahmebehälter kontinuierlich auf einer Gleitbahn mit Steuerungselementen über ein Getriebe und einen Motor drehbar. Die Zerlegeblöcke sind mit je einer Monitorkamera, einer Beleuchtungseinrichtung, einem horizontal beweglichen Zerlegewerkzeug, vorzugsweise einem Plasmafeinstrahlbrenner sowie mit einem die Schnittstelle abschirmenden Schild ausgestattet. Die Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung wird vorzugsweise umsetzbar und transportabel ausgebildet, um einen hohen Ausnutzungsgrad in einem Kernkraftwerk mit mehreren Reaktoren und Minimierung der innerbetrieblichen Transporte von unkonfektionierten Abfallteilen zu sichern.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Figur 1: Einen Längsschnitt der Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung

Figur 2: Einen Querschnitt der Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung

Figur 3: Eine schematische Darstellung der einzelnen Verfahrensschritte

Figur 1 zeigt eine Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung (ZKE) die aus Gründen des optimalen Strahlenschutzes vorzugsweise im Revisionsschacht eines Kernkraftwerksblockes positioniert wird. Der abschirmende, aerosoldichte, zwecks Umsetzbarkeit mit Tragelementen 4k versehene Zellenkörper 4 wird aus C-Stahl mit einer mehrere Millimeter starken Austenitaußenschicht gefertigt. Der Zellenkörper 4 ist mit einer abnehmbaren Deckplatte 4d versehen, deren Bestandteil ein Ringsegment 4b ist, welches in Verbindung mit einem über die Hydraulikeinheit 4c betriebenen Schiebedeckel 4a das Ein- und

Ausschleusssystem für die Abfallteile 1 mit Glockenbehältern 2 (mit Konduktorplatte 2a) bzw. für gefüllte Aufnahmebehälter 6 mit Transportcontainern 13 darstellt. Das Ringsegment 4b ist in zylindrisch-stufenförmiger Art für die Aufnahme des Transportcontainers 13 bzw. der Konduktorplatte 2a ausgebildet. Die Deckplatte 4d ist mit Durchführungen für Versorgungsanschlüsse 4e und für die Abluftreinigung 4f versehen. Auf der Deckplatte 4d ist die Abluftreinigungsanlage 5 angeordnet, welche mit Schwebstofffiltern 5a und einem Sauglüfter 5b versehen ist, wodurch ein ständiger Unterdruck in der ZKE gehalten wird, und zusätzlich über den Anschluß 5c an die spezielle Lüftung des Kernkraftwerkes angeschlossen werden kann. Die Zusatzabschirmung 5d dient der Durchführung der Saugleitung 5e, die in einer Saugvorrichtung 5f (Saugkopf, Saugring), welche flexibel über der Abfalltrennstelle angeordnet ist, endet. Der Boden 4e des Zellenkörpers 4 ist mittig mit einer Drehtischanlage 7 für die Befüllung der Aufnahmebehälter 6 versehen. Die Drehtischanlage 7 besitzt einen Zentrierdorn 7a zur Arretierung der Aufnahmebehälter 6, einen gelochten Boden 7b, einen unterhalb des Zellenbodens 4e angeordneten Antriebsmotor 7c mit Getriebelock 7d und Wellendurchführung 7e sowie einer Gleitbahn 7f mit Steuerungselementen, auf der der Drehtisch 7 schrittweise bzw. kontinuierlich beweglich ist. Neben dem Drehtisch 7 ist ein Deko-Sprühsystem 11 zur Außendekontamination der Aufnahmebehälter 6 angeordnet. Der Boden 4e des Zellenkörpers 4 ist zum Drehtisch 7 hin abschüssig ausgebildet, wodurch die Zwangsführung verbrauchter Deko-Lösungen zu mehreren Bodenablässen 4g gewährleistet wird, die mit mechanischen Filtern 4h ausgerüstet sind und in eine Sammelringleitung 4e mit Anschluß an die aktive Abwasseraufbereitung des Kernkraftwerkes einmünden.

Alle weiteren Ausrüstungen sind rund um den Drehtisch angeordnet: Eine über Lift und Hydraulik 9a verfahrbare Verdeckelungsvorrichtung 9 mit Deckelgreifvorrichtung 9b, die die Behälterdeckel 6a aus dem Deckelmagazin 9c, wo sie mit Hilfe eines Zentrierdornes 9d gestapelt sind, entnimmt und auf den gefüllten Aufnahmebehälter 6 umsetzt und dort bis zum Abschluß des Verschweißvorganges festhält, die hierfür erforderliche Deckelverschweißeinrichtung 10 mit Schweißkopfeinheit 10a, Hydraulik für die Horizontalbewegung 10b, Schlauchpaket und Schweißdrahtzuführung 10c und Versorgungsanschlüssen 10d, die beiden sich gegenüberstehenden Zerlegeblöcke 8 mit je einem Plasmafeinstrahlbrenner 8a, der Hydraulik für die Horizontalbewegung 8b, dem Schlauchpaket 8c, dem Lift 8d, je einer Monitorkamera 8e und einer Beleuchtungseinrichtung 8f sowie die über einen Lift 8g verfahrbare Greifvorrichtung 8h für die Abfallteile 1 während des Zerlegevorganges.

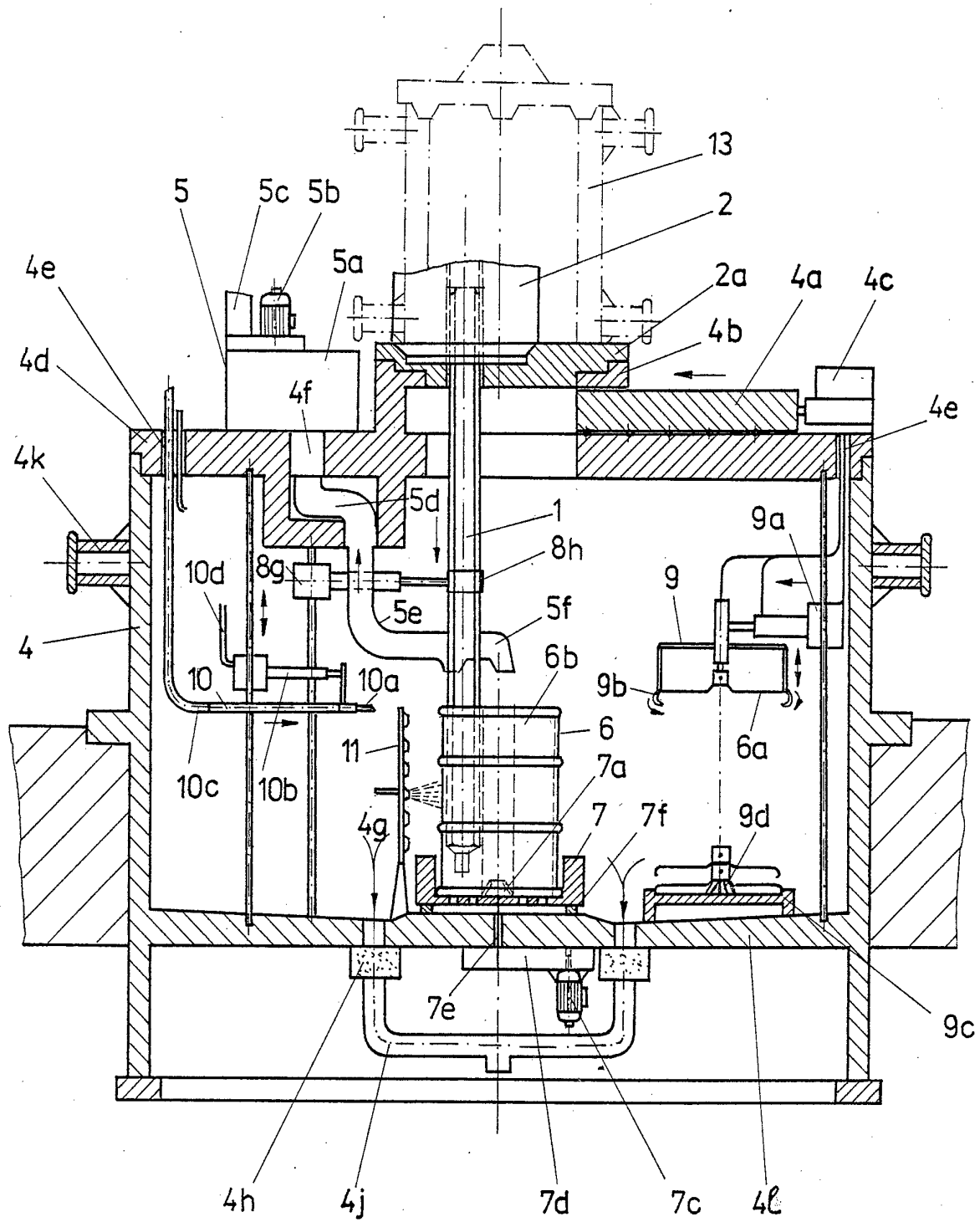
Zu Beginn wird ein leerer Aufnahmebehälter 6, vorzugsweise ein modifiziertes 200l-Standardfaß mit Rohrführungen 6b, mit Hilfe eines Transport- bzw. Umladecontainers 13 über das Ringsegment 4b und den Schiebedeckel 4a in den Zellenkörper 4 eingebracht, auf den Drehtisch 7 gesetzt und mit Hilfe des Zentrierdornes 7a arretiert. Ein Abfallteil 1 wird mittels Hebezeug 2b des Glockenbehälters 2 aus dem Zwischenlager 3 (im Ausführungsbeispiel ein Senkschachtlager) entnommen und zur Zerlege- und Konfektionierungseinrichtung transportiert (Figur 3a). Der Glockenbehälter 2 wird auf die Konduktorplatte 2a aufgesetzt und arretiert, nachdem die Konduktorplatte 2a auf das Ringsegment 4b gesetzt wurde. Das Abfallteil 1 (z.B. eine Absorberkassette) wird nach Öffnen des Schiebedeckels 4a mittels Hebezeug 2b in die Rohrführungen 6b des Aufnahmebehälters 6 abgesenkt (Figur 1, Figur 3b). Das Abfallteil 1 wird mittels Greifvorrichtung 8h in seiner Lage fixiert (Figur 2). Die beiden Zerlegeblöcke 8 werden nacheinander an das Abfallteil 1 herangefahren und die Zerlegung erfolgt in zwei Anschnitten mit dem Plasmafeinstrahlbrennern 8a. Während des fernbedienten Zerlegevorganges erfolgt die Abschirmung des im Brennerstrahl befindlichen Abfallsegmentes durch einen mit dem Zerlegeblock 8 gekoppelten Schutzschild (in Figur nicht dargestellt), um das Versprühen von kontaminiertem Abfallmaterial in den Zellenkörper 4 zu verhindern. Das Schnittmaterial fällt hierdurch mit in den Aufnahmebehälter 6 ein. Stäube und Aerosole werden durch die Saugvorrichtung 5f der Abluftreinigungsanlage 5 beseitigt. Das abgetrennte Teilstück 1a des Abfallteiles 1 fällt in die Rohrführungen 6b des Aufnahmebehälters 6 ein. (In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zur Zerlegung dünner Abfallteile bis zu 50 mm Stärke nur einer der beiden Zerlegeblöcke erforderlich, die Zerlegung erfolgt in kürzere Teilstücke 1a in Aufnahmebehälter 6 ohne Rohrführungen 6b, in welche die Teilstücke 1a lose einfallen). Danach erfolgt die Betätigung des Drehtisches 7 über die Gleitbahn mit Steuerungselementen 7f, wobei die nächste Rohrführung 6b unter das Restende des Abfallteiles 1 gefahren wird (Figur 3c). Der Absenk- und Trennvorgang wird wiederholt, bis der Aufnahmebehälter 6 gefüllt ist, erforderlichenfalls werden dafür mehrere Antransporte mit dem Glockenbehälter 2 durchgeführt. Je nach Aktivität werden schwach kontaminierte obere Restenden 1b der Abfallteile 1 im Glockenbehälter 2 belassen und von diesem einem Zwischenbehälter 12 übergeben, wo sie für eine Dekontamination gesammelt werden (Figur 3c). Anschließend übernimmt der Glockenbehälter 2 jeweils ein weiteres Abfallteil 1 aus dem Zwischenlager 3 und führt es der ZKE zu.

Auf den gefüllten Aufnahmebehälter 6 wird mit Hilfe der Verdeckelungseinrichtung 9 ein dem Deckelmagazin 9c entnommener Deckel 6a aufgesetzt und dort festgehalten, bis der fernbediente Verschweißvorgang mit Hilfe der Deckelverschweißeinrichtung 10 unter Drehung des Drehtisches 7 beendet ist.

Anschließend erfolgt eine Außendekontamination des Aufnahmebehälters 6 mit Hilfe von Düsen des Dekosprühsystems 11 unter erneuter Drehung des Drehtisches 7 (Figur 3d). Die kontaminierten Deko-Lösungen fließen über den gelochten Boden 7b des Drehtisches 7 und über die Bodenablässe 4g sowie über die mechanischen Filter 4h in die Sammelringleitung 4i, welche an die aktive Abwasseraufbereitung des Kernkraftwerkes angeschlossen ist. Nach Wegnahme des Glockenbehälters 2 und der Konduktorplatte 2a von der Deckplatte 4d wird der verschlossene Aufnahmebehälter 6 mittels Hebezeug 13a in einen auf den Zellenkörper 4 aufgesetzten Transportcontainer bzw. Umladecontainer 13 eingebracht (Figur 3e). Dieser wird nach dem Verschließen durch ein Hebezeug 14 in ein Transportfahrzeug 15 eingebracht, mit welchem der Transport zu einem Langzeitlager erfolgt (Figur 3f). Die Langzeitlagerung erfolgt in für radioaktive Abfälle bekannter Art, z. B. in geologischen Formationen oder in Form einer Langzeitzwischenlagerung mit späterer Rückholung zwecks Wiederverwendung der Abfälle, je nach Entsorgungsstrategie des Anwenders.

Das beschriebene Verfahren schließt eine technologische Lücke auf dem Gebiet der Abfallbehandlung in Kernkraftwerken, erbringt Vorteile hinsichtlich einer Minimierung des endzulagernden Abfallvolumens und der Sekundärrohstoffgewinnung und sichert die Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen während der Abfallbehandlung.

Fig. 1



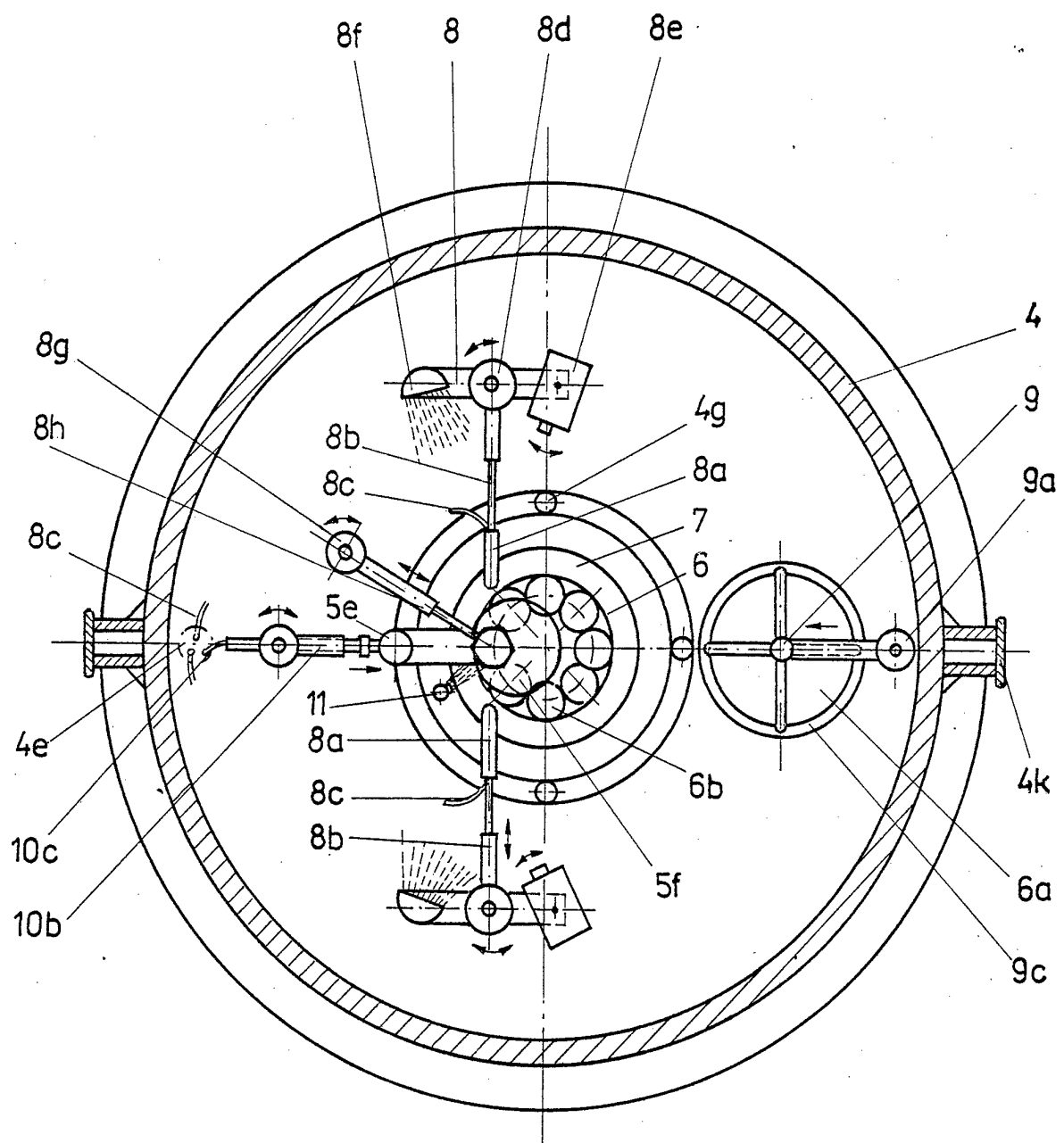


Fig. 2

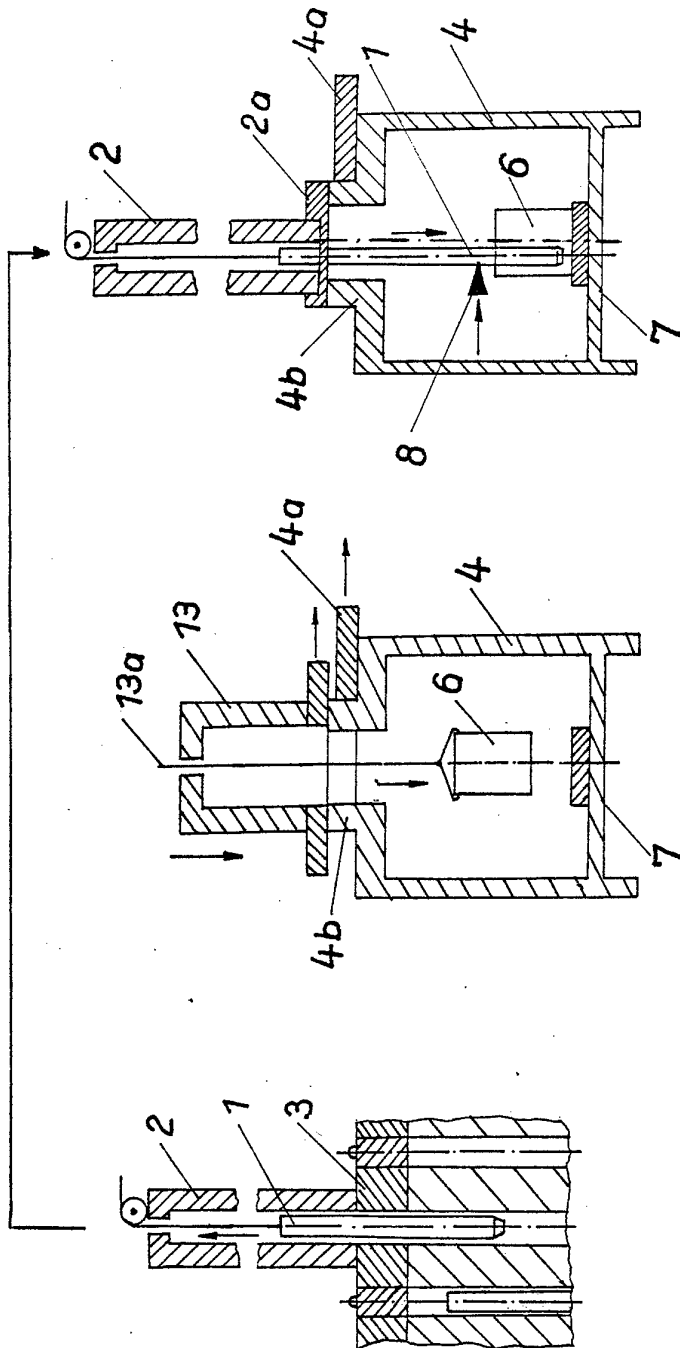


Fig. 3b

Fig. 3a

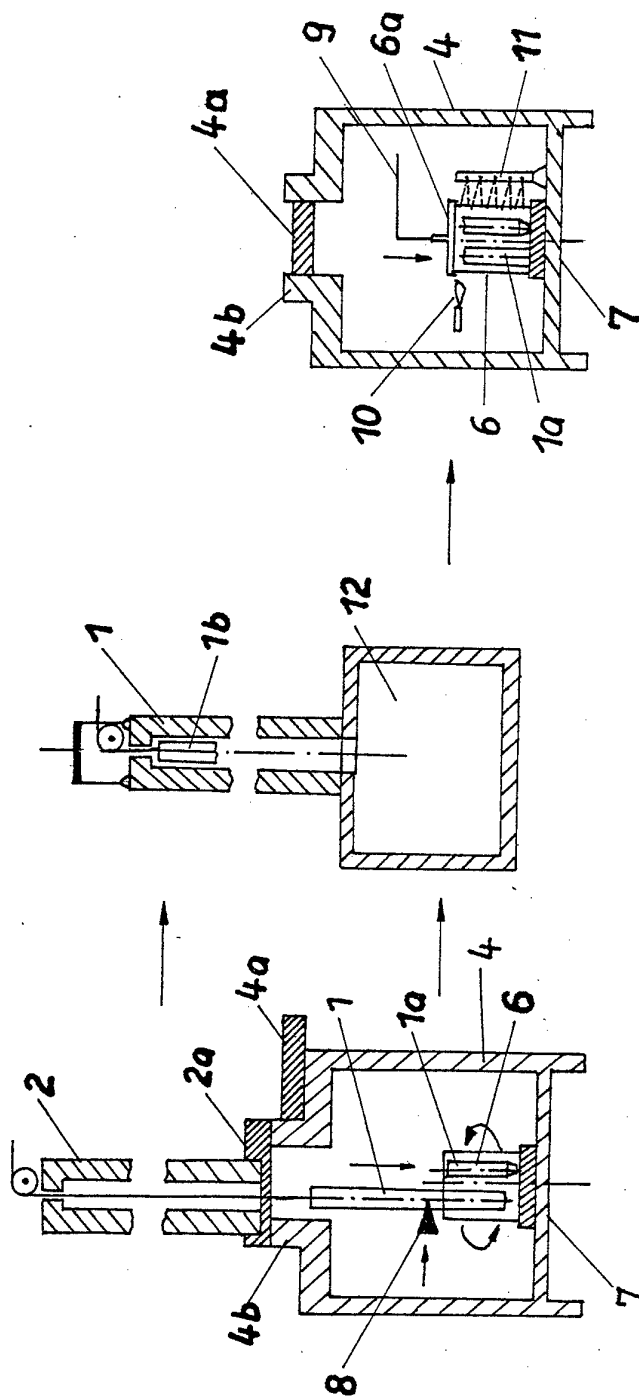


Fig. 3d

Fig. 3c

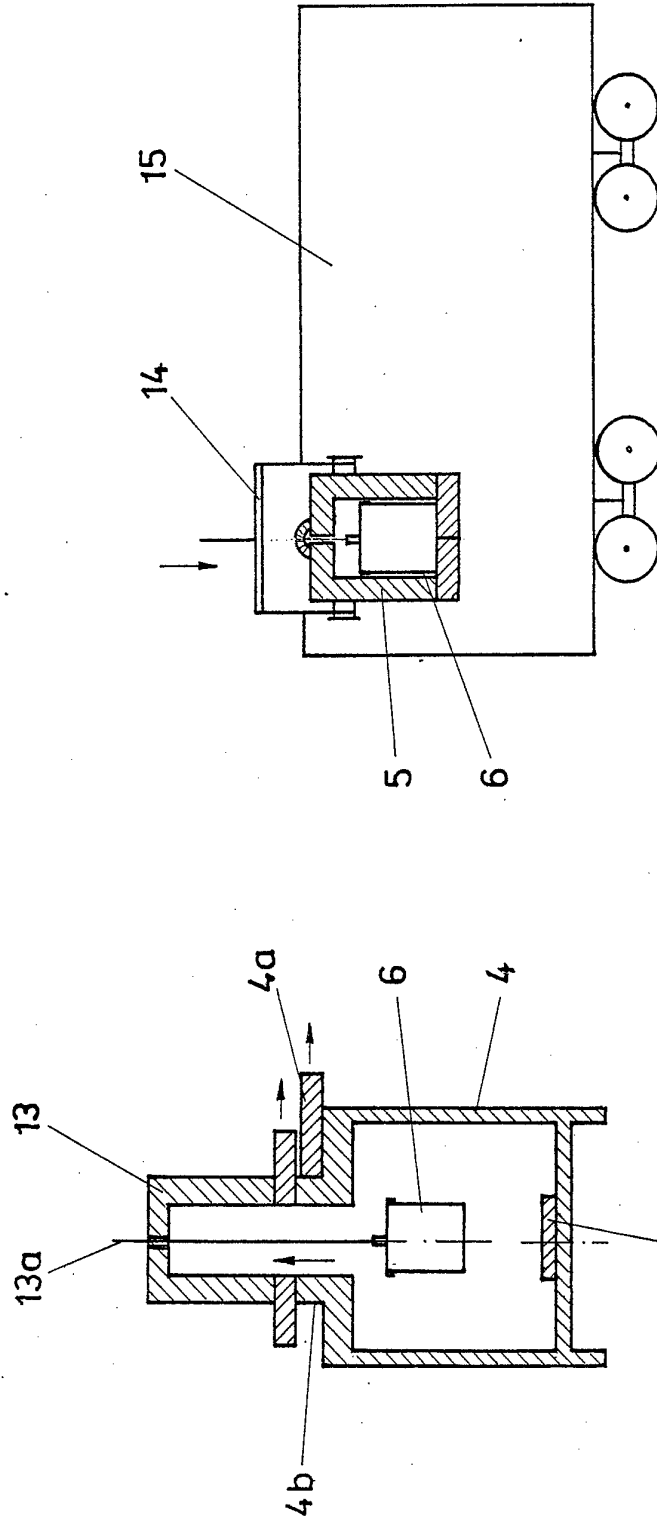


Fig. 3f

Fig. 3e