

Ausschliessungspatent

Erteilt gemäss § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) 0153 265

Int.Cl.<sup>3</sup> 3(51) G 21 F 5/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP G 21 F/ 223 871  
(31) E0-361

(22) 12.09.80  
(32) 14.09.79

(44) 30.12.81  
(33) HU

(71) ERŐTERV ERŐMUE ÉS HÁLOZATTERVEZŐ VÁLLALAT;HU;  
(72) LIPTÁK, LÁSZLÓ,verstorben;TAKATS, FERENC;LORAND, FERENC;PAJER, IMRE;HU;  
(73) ERŐTERV ERŐMUE ÉS HÁLOZATTERVEZŐ VÁLLALAT;HU;  
(74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTRASSE 23/24

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TRANSPORT UND ZUR LAGERUNG RADIOAKTIVER SUBSTANZEN

(57)Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Substanzen, wobei die Gegenstaende in einem mit-koernigem Material gefuellten Behaelter angeordnet sind. Ihr Ziel und ihre Aufgabe bestehen in der Schaffung eines billig herstellbaren, materialsparenden Behaelters,welcher eine gute Kuehlung der zu lagernden und zu transportierenden Substanzen gewaehrleistet, hohe Stoßenergie aufnehmen kann, hoechsten Sicherheitsbestimmungen standhaelt und Umweltgefahrdungen bei Havarien weitestgehend ausschließt. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen verschließbaren Deckel und Rippen aufweisenden Behaelter geloeset, in dessen Boden ein auf einem Auflageflansch zwischen Gittern angeordnetes Filter und unterhalb dessen zum Einblasen von Gas ein Gasverteiler sowie Einblasekoepfe vorgesehen sind, ueber welche ein ueber dem Filter befindliches koerniges Material fluidisierbar ist. Zwischen den Einblasekoepfen und dem unteren Gitter des Filters befindet sich ein Bett aus grobstueckigem Material. - Figur 1 -

Berlin, den 23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1 -1-

Verfahren und Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung  
radioaktiver Substanzen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung radioaktiver und/oder anderer gefährlicher Substanzen, wobei der Gegenstand zur Abschirmung und zum physischen Schutz in einem mit körnigem Material gefüllten Behälter angeordnet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind zahlreiche Verfahren und Einrichtungen zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Substanzen bekannt. Im allgemeinen werden zum Transport und zur Lagerung unterschiedliche Vorrichtungen verwendet.

Zum Transport radioaktiver Substanzen und zum Schutz des zu transportierenden Materials kommen im allgemeinen gut verschließbare Metallbehälter (Container) großer Wanddicke zum Einsatz. In dem Behälter ist das die radioaktive Substanz enthaltende hermetisch geschlossene Gefäß (Sicherheitsbehälter) angeordnet.

An die Beförderungsweise von radioaktiven Substanzen, insbesondere von Materialien hoher Aktivität, werden zahlreiche Anforderungen gestellt. Der Transportbehälter (Container) muß einen entsprechenden physischen, mechanischen, thermischen usw. Schutz und eine Abschirmung für den die radioaktive Substanz enthaltenden Sicherheitsbehälter sowohl unter normalen Bedingungen als auch bei während des Trans-

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 2 -

portes eventuell auftretenden Unfällen gewährleisten. Er wird vorgeschriebenen Proben unterworfen, die die bei Unfällen zustande kommende mögliche Wirkung imitieren. Der Containertyp, welcher die Proben erfolgreich besteht, kann für den Transport derartiger Substanzen eingesetzt werden. Die wichtigsten Proben sind:

- Fallprobe auf eine Betonfläche aus 9 m Höhe und auf einen Dorn aus einer Höhe von 1,2 m;
- Feuerbeständigkeitsprobe auf einer Temperatur von 800 °C für 1/2 Stunde;
- Wasserbeständigkeitsprobe, wobei der ins Wasser eingetauchte Transport einem Druck ausgesetzt wird, der einer Wassertiefe von 15m entspricht.

Während bzw. nach den Proben darf die radioaktive Substanz nur in unbedeutender Menge in die Umgebung gelangen, wobei jedoch das System der Strahlenschutzfähigkeit voll erhalten bleiben muß. Die Herstellung des Containers wird durch diese Forderungen erschwert. Vom Gesichtspunkt der gewöhnlichen technischen Lösung aus betrachtet, d. h. bei einem Container großer Wanddicke, sind diese Erfordernisse teilweise widerspruchsvoll. Wird der Container für den Transport von Substanzen großer Aktivität bemessen, so steigen die Wanddicke und das Gewicht wegen der Strahlenschutzansprüche, der Widerstand gegen dynamische Wirkungen (Fallproben) und gegen Wärmewirkungen verschlechtert sich jedoch. Je größer die Wanddicke der Vorrichtung, desto größere Spannungen treten im Falle einer dynamischen Kraftwirkung und bezüglich der Wärme-

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1

- 3 -

wirkung auf. Um die erwähnten Probleme zu überwinden, werden die schweren Container in Mehrschichtausführung hergestellt. Zwischen der äußeren und der inneren Stahlschicht ist eine weichere Metallschicht (z. B. Blei) angeordnet, wodurch die dynamischen Spannungen vermindert werden. Trotzdem weisen auch die Mehrschichtcontainer zahlreiche Nachteile auf:

- a) Der Container ist im allgemeinen nur als Einzweckvorrichtung zu betrachten, worin ein Gegenstand bestimmter Größe und bestimmter maximaler Aktivität transportiert werden kann.
- b) Weil der im Sicherheitsbehälter zu transportierende Gegenstand mit einem Luftspalt im Container angeordnet ist, wenn die Ladung eine große Aktivität und folglich hohe innere Wärmewicklung aufweist, kann die Wärmeabfuhr schwer gelöst werden. Es erwärmt sich das aktive Material.
- c) Im Falle einer großen äußeren Wärmebelastung während einer Feuerbeständigkeitsprobe leitet der Metallcontainer die Wärme an den Sicherheitsbehälter über, welcher wegen der geringen Wärmekapazität keinen genügenden thermischen Schutz gewährleistet und eine starke Erwärmung des aktiven Materials zur Folge hat.
- d) Die sich aus dem Gewicht des Sicherheitsbehälters ergebenden Trägheitskräfte, die bei dynamischen Wirkungen (Anstößen) auftreten, können nur kompliziert und unvollkommen auf den Container übertragen werden, d. h., die kinetische Energie des Sicherheitsbehälters wird praktisch durch die Deformation des Behälters selbst verzehrt. Es besteht so die Gefahr einer Beschädigung des

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 4 -

Behälters.

- e) Die Herstellung der schweren Mehrschichtcontainer, die insbesondere zum Transport von aktiven Materialien großen Volumens und hoher spezifischer Aktivität bemessen sind, ist kompliziert und braucht einen hohen maschinellen Aufwand. Diese Container sind deshalb außerordentlich teuer.

Die erwähnten Nachteile, insbesondere die hohen Kosten, werden im gewissen Maße durch die Lösungen verringert, bei denen ein Teil der Abschirmung des Containers nicht durch dessen Metallkörper, sondern durch ein anorganisches körniges Material gewährleistet wird, das in den am Metallkörper befestigten Kammern angeordnet ist. Eine solche Lösung ist in einem Vortrag "Planung und Entwicklung der Verpackung von Brennstoffbündeln niedriger Aktivität von W. R. Taylor (NAO Seminar "Transportverpackung und Proben von radioaktiven Substanzen" Wien, S. 8 bis 12, Februar 1971, IAEA-SM-147; Nr. 4) enthalten. Bei dieser Lösung ist an der inneren Seite des Transportcontainers eine auf Kammern geteilte Blechverkleidung und in den Kammern eine Vermiculite-Ladung angeordnet. Diese Lösung wird aber nur für frischen Brennstoff sehr geringer Aktivität empfohlen. Die befestigte Anordnung des inneren Füllmaterials in Kammern vermindert die aufgezählten Nachteile gemäß den Punkten a) bis d) kaum.

Die gewöhnlichste Weise der Lagerung von Materialien großer Aktivität, z. B. von ausgebrannten Brennstoffen, ist die Lagerung des aktiven Materials in einem mit Wasser gefüllten Becken.

Bei der Unterwasserlagerung gewährleistet das Wasser die Ab-

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871

- 5 -

schirmung und die Kühlung der radioaktiven Substanz. Gleichzeitig wird ermöglicht, die radioaktive Substanz relativ einfach zu manipulieren (Einsatz, Aushebung), weil das Wasser auch während der Operation die Kühlung und die Abschirmung gewährleistet. Die Unterwasserlagerung weist aber neben den Vorteilen auch zahlreiche Nachteile auf, die insbesondere bei Lagerung eines ausgebrannten Brennstoffes unerwünscht sind:

- a) Die Verkleidung des im Wasser gespeicherten Materials, z. B. ausgebrannten Brennstoffes, ist der Korrosion ausgesetzt. Bei einer Korrosionsbeschädigung gelangen die unter der Verkleidung befindlichen löslichen radioaktiven Substanzen ins Wasser und die gasartigen Substanzen vom Wasser in den Luftraum des Speichers (z. B. die im Gas-spalt unter der Verkleidung der ausgebrannten Heizelemente befindlichen Spaltungsprodukte).
- b) Wegen der radioaktiven Verunreinigung muß das Wasser kontinuierlich gereinigt und der Luftraum des Speichers entlüftet werden. Es ist notwendig, die abgesaugte Luft zu reinigen und das Wasser durch Zwangsumlauf zu kühlen.
- c) Wegen der intensiven Gamma-Strahlung tritt ein radio-lytischer Zerfall des Wassers auf. Das entstehende Knall-gas muß überwacht und abgeführt werden.
- d) Die Kosten der Lagerung werden auch dadurch gesteigert, daß für die Speicher kostspielige Konstruktionsmate-rialien - grundsätzlich rostfreier Stahl - verwendet werden müssen. Weiterhin sind aus Sicherheitsgründen doppelte wasserdichte Behälter einzusetzen. Der wirkliche

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 238 71 - 6 -

Speicherbehälter ist von einem zweiten isolierten Betonbehälter umschlossen.

- e) Der Unterwasserspeicher ist gegen äußere Wirkungen empfindlich. Es können Beschädigungen auftreten. Wenn das Wasser wegen des Schadhaftwerdens der Einrichtung oder wegen einer Naturkatastrophe abfließt, bleibt die radioaktive Substanz hoher Aktivität ohne Abschirmung und Kühlung, wo in der Umgebung eine beträchtliche Strahlengefahr auftritt.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer im Vergleich zum Stand der Technik materialsparenden, billig herstellbaren Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Substanzen.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Transport radioaktiver Substanzen zu entwickeln, welche eine gute Kühlung der Substanzen gewährleistet, hohe Stoßenergie aufnehmen kann, höchsten Sicherheitsbestimmungen standhält, auch bei Havarien eine Umweltgefährdung ausschließt und gleichzeitig geringfügig modifiziert auch für die Lagerung einsetzbar ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die das Verfahren realisierende Vorrichtung gehen von der Erkenntnis aus, daß der Transport und die Lagerung von radioaktiven und/oder anderen gefährlichen Substanzen in einem mit körnigem Material

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 7 -

gefüllten Behälter sicherer und billiger gelöst werden können.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß in einem mit körnigem Material gefüllten Behälter eine Fluidisation des körnigen Materials geschaffen wird, durch welches der oder die radioaktiven Gegenstände in diesen hinein oder aus diesem heraus befördert werden. Dabei gestattet die äußere Ausbildung und/oder Anordnung des Behälters eine Abführung der sich entwickelnden Wärme durch natürliche oder künstliche Zirkulation eines Gases.

Die einfache fernsteuerbare Einfüllung bzw. Aushebung der strahlenden Substanz wird dadurch ermöglicht, daß während der Operation ein Gas, z. B. Luft, in den Boden des Behälters eingeblasen wird, das durch das über dem Luftverteilungssystem eingebaute Sieb sickert und die körnige Füllung in fluidisierten Zustand bringt. Das körnige Material wird nachstehend als Sand bezeichnet, beschränkt sich aber nicht auf gewöhnlichen Quarzsand, sondern erstreckt sich auf beliebige trockene Materialien mit kugelähnlichen Körnern, deren Korngröße zweckmäßig 0,1 bis 1 mm beträgt.

Wenn durch den Sand ein gleichmäßig verteiltes Gas, z. B. Luft, mit einer die Fluidisationsgrenzgeschwindigkeit überschreitenden, aber die pneumatische Transportgeschwindigkeit unterschreitenden Geschwindigkeit durchgeblasen wird, erreicht die Reibung zwischen den Körnern einen so geringen Wert, daß das Kornaggregat in Fluidzustand kommt, d. h. sich wie eine Flüssigkeit verhält. In diesem Falle versinken die Gegenstände, deren Wichte größer als das Volumenge-



23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 8 -

wicht des Sandes ist, infolge des Eigengewichtes in dem fluidisierten Material. Nach Einstellung der Luftströmung hört auch die Fluidisation auf, und die in den Sand eingetauchten Gegenstände werden durch den Sand, wegen dessen hoher innerer Reibung, befestigt. Der Gegenstand wird ebenfalls mit Hilfe der Fluidisation des Sandes durch Lufteinblasung ausgehoben. Aus dem fluidisierten Sand kann der eingetauchte Gegenstand ohne weiteres ausgehoben werden.

Die Vorrichtung zur Lagerung weist erfindungsgemäß einen mit Deckel verschließbaren und mit Rippen versehenen Behälter auf, in dessen Boden ein auf einem Auflageflansch zwischen Gittern angeordnetes Filter und unterhalb dessen zum Einblasen von Gas ein Gasverteiler sowie Einblaseköpfe vorgesehen sind, über welche das über dem Filter befindliche körnige Material fluidisierbar ist. Im Boden des Behälters zwischen den Einblaseköpfen, dem unteren Gitter und dem Filter ist weiterhin noch ein Bett mit grobstückigem Material angeordnet. Innerhalb des Behälters befinden sich ein oder mehrere Gitterkörbe zur Gewährleistung der Position des oder der radioaktiven Gegenstände. Der Behälter ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung mit Ständern und Hebelösen sowie mit einem Fußgestell versehen. Er besitzt zur Anpassung der Ebene des Behälters und des Deckels einen inneren Staubschutzbalgen. Der oder die Gitterkörbe weisen einen als Gitterkonstruktion ausgebildeten verschließbaren Deckel auf.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal ist der Gitterkorb der Vorrichtung bei Verwendung als Transportcontainer zu einem inneren Versteifungsgerippe des Behälters mittels durch

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1

- 9 -

Gummiglocken geschützter Tragfedern befestigt. Im oberen Teil des Behälters ist zur Niveauregelung des körnigen Materials, des Sandes, eine Rinne eingebaut.

Nach einem letzten Erfindungsmerkmal weist der Deckel der Lagervorrichtung zum periodischen Durchblasen des Luftraumes und zur Überwachung der Aktivität Stutzen auf. Zwischen dem Behälter und dem diesen umgebenden Betonschacht ist ein Spalt vorgesehen, der zur Umströmung und Kühlung des Behälters mittels Gas dient. Im Betonschacht befinden sich ein Gasverteiler, ein Gaszufuhrkanal, ein Gasausführungskanal und oben ein Gasfangkollektor.

Durch Verwirklichung der vorliegenden Erfindung können die folgenden Nachteile der bisher bekannten Transportvorrichtungen beseitigt werden:

- Wegen der großen Wärmekapazität des Containers und wegen der Wärmeisolierwirkung der darin befindlichen körnigen Füllung bleibt die Erwärmung des inneren Teiles auf einem niedrigen Niveau.
- Bei dynamischen Wirkungen (Anstößen) nimmt den überwiegenden Teil der kinetischen Energie des Sicherheitsbehälters die körnige Füllung auf, wodurch der innere Behälter gegen Beschädigungen kaum gefährdet ist.
- Die vorgeschlagene Einrichtung kann einfacher und billiger hergestellt werden als die schweren Mehrschichtcontainer.

Die zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens dienende Vorrichtung zur Speicherung radioaktiver Substan-

23. 1. 81

AP B 65 G/223.871

58 026 25

2 2 3 8 7 1

- 10 -

zen großer Aktivität beseitigt die folgenden Nachteile:

- die Korrosion der Verkleidung und deren Folgen;
- das die Strahlung absorbierende Mittel ist nicht zu reinigen;
- die Knallgasentwicklung;
- die Empfindlichkeit gegen Beschädigungen wird verringert und damit auch die Gefahr, daß das gespeicherte Material ohne Abschirmung bleibt;
- es ist kein wasserdichter Doppelbehälter nötig.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: den senkrechten Schnitt eines Transportcontainers;

Fig. 2: den senkrechten Schnitt einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Die Hauptteile des Containers sind der Behälter 1 und der Deckel 2. Der Behälter 1 hat einen gewölbten Boden und stellt ein zylinderförmiges Stahlgefäß dar. Der zweckmäßige Durchmesser des Behälters 1 beträgt 1 bis 3 m, die Höhe 1,5 bis 4 m, abhängig von den Abmessungen der Ladung sowie den Strahlenschutzansprüchen, und seine zweckmäßige Wanddicke 10 bis 20 mm. Der Behälter 1 ist oben mit einem verdichteten, flanschförmigen, mit Schraubenverbindung befestigten, ebenen (eventuell gewölbten) Deckel 2 abgeschlossen.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1 - 11 -

Behälter 1 und Deckel 2 sind von außen mit Rippen 3 versehen, deren Abstand voneinander maximal 150 mm beträgt. Die Rippen 3 dienen zur Aufnahme eines Teiles der Stoßenergie im Falle eines Anstoßes. Beim Fall auf einen Dorn wird so die Kraftwirkung auf eine größere Oberfläche verteilt und die Deformation des Containers vermindert. Bei einer Ladung hoher Aktivität und hoher Wärmeentwicklung verbessern die Rippen 3 auch die äußere natürliche Luftkühlung des Containers. Im Boden des Behälters 1 ist ein Filter 5 lösbar eingebaut, das zum Auflageflansch 4 verdichtet ist und aus einem dicken Filz oder einem anderen biegsamen Siebmaterial hohen Luftwiderstandes besteht. Der erwünschte Luftwiderstand beträgt 0,5 bis 1 kPa bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,03 m/s. Das Filter 5 ist von unten und oben durch ein leichtes Gitter 6 aus Stahl geschützt. Die Rolle des Gitters 6 besteht nicht in der Übernahme von Belastungen, sondern in der Verhinderung von Deformationen des Filters 5 beim Lufteinblasen.

Das Filter 5 ist statisch auf ein im Boden des Behälters 1 befindliches Bett 7 aus grobstückigem Material (z. B. Kies) gestützt. Die fluidisierende Luft dringt durch das Bett 7, wobei auch der Kies selbst eine gleichmäßige Luftverteilung begünstigt. Darüber hinaus dient das Bett 7 zur Abschirmung und zum physischen Schutz ebenso wie der den zu schützenden Gegenstand 8 umgebende Sand 9. Die Korngröße des Kiesel ist wesentlich größer als die des Sandes 9, weil der Kies im Bett 7 beim Einblasen der Luft nicht bewegt wird. Es ist so ein Verstopfen der Einblaseköpfe 11 auf dem Luftverteiler 10 ausgeschlossen. Die vorteilhafte Korngröße des Kiesel beträgt 3 bis 5 mm.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 12 -

Der im Container befindliche zu transportierende Gegenstand 8 wird nach Aufhebung der Fluidisation des Sandes 9 durch diesen befestigt. Um eine Verrückung des Gegenstandes 8 durch auftretende Erschütterungen während des Transportes zu verhindern, muß der Pack in einen Gitterkorb 12 eingesetzt und dieser mit einem ebenfalls eine Gitterkonstruktion aufweisenden Deckel 13 abgeschlossen werden. Der Sand 9 kann durch den Gitterkorb frei durchgehen. Der Gitterkorb 12 ist zum inneren Versteifungsgerippe 14 des Behälters 1 mittels durch eine Gummiglocke geschützter Tragfedern 15 elastisch befestigt. Bei starken dynamischen Kraftwirkungen (Stößen) ermöglicht die elastische Befestigung des Gitterkorbes 12 ein Verrücken des geschützten Gegenstandes 8 im Sand 9, die kinetische Energie wird durch den Sand 9 und nicht durch den Gitterkorb 12 oder den Transportbehälter aufgenommen. Unter normalen Transportbedingungen befestigt der Gitterkorb 12 den Pack und ermöglicht gleichzeitig bei dessen Einsetzung seine zentrische Anordnung.

Die zentrische Anordnung ist nötig, um einen in allen Richtungen gleichwertigen Schutz zu gewährleisten. Der Container ist zum Transport eines oder mehrerer Gegenstände 8 unterschiedlicher Abmessung geeignet, die Gegenstände 8 müssen lediglich genügend Platz im Gitterkorb 12 finden. Infolge der unterschiedlichen Abmessungen der Gegenstände 8 können sich jedoch verschiedene Sandniveaus einstellen. Um das zu verhindern, ist im oberen Teil des Behälters 1 eine umlaufende pegelregelnde Rinne 16 ausgebildet, in die der überflüssige Sand 9 über ihren Rand einfließen kann. Nach Entfernung des Packes kann der in der pegelregelnden Rinne 16 befindliche Sand 9 über Ventile in den Behälter zurückge-

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1

- 13 -

führt werden.

Nach Füllung wird der Container mit dem Deckel 2 abgeschlossen, der den Sand 9 von oben befestigt. Der Container steht auf dem Fußgestell 17, das über die Schürze 18 mit dem Behälter 1 verbunden ist. Zur Hebung des Containers dienen drei parallel zur Behälterwand verlaufende, an das Fußgestell 17 angeschlossene Ständer 19, deren Enden mit Hebelösen 20 versehen sind. Der Container kann mit Hilfe eines in die Hebelösen 20 einhakenbaren Querhalters aufgehoben werden.

Das Füllen des Containers umfaßt folgende Arbeitsschritte:

- Abnehmen des Deckels 2;
- Auseinanderziehen des Staubschutzbalgens 21 und damit Verlängerung des Containers. Der Staubschutzbalg 21 verhindert die Herausstreuung des Sandes und schützt die Anpassungsebene des Behälterdeckels vor dem Sand.
- Versetzen des Sandes 9 in einen Fluidzustand durch Luft einblasen, wobei der am Ende der Lufteinblasevorrichtung angeordnete Schlauch an einen äußeren Kompressor angeschlossen wird. Die dabei nötige Luftmenge beträgt auf den Durchschnitt des Containers bezogen ungefähr  $120 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ . Der Widerstand des Systems ist gleich der Summe des hydrostatischen Druckes der Sandschicht und des Widerstandes der Verteilungsvorrichtung. Im allgemeinen ist neben den gewöhnlichen Transportabmessungen ein Überdruck von 50 bis 100 kP genügend.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1 - 14 -

- Öffnen des Deckels 13 vom Gitterkorb 12;
- Einlegen des zu transportierenden Packs;
- Abschließen des Deckels 13 mit Hilfe einer mit Schlüssel betätigbaren Verschlusvorrichtung;
- Aufheben der Luftströmung;
- Planieren der Oberfläche des Sandes 9 nötigenfalls mit Hilfe eines Handwerkzeuges;
- Einhaken des Halteseilendes des zu transportierenden Packes in die Öse, die an der Niveauregelungsrinne ausgebildet ist;
- Richten und Befestigen des hinausragenden Teiles des Luftschlauches;
- Zurückschieben des Staubschutzbalgans 21;
- Aufsetzen des Deckels 2 und Verschließen des Containers.

Die Aushebung des transportierenden Packes wird in ähnlicher Weise vorgenommen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Lagerung radioaktiver oder anderer gefährlicher Substanzen ist in Fig. 2 dargestellt. Derartige Container dienen zur Lagerung von Substanzen hoher Aktivität, z. B. von ausgebrannten Brennstoffen.

Der Lagerungscontainer ist im wesentlichen dem Transportcontainer ähnlich. Ihre Unterschiede ergeben sich aus den unterschiedlichen Bedingungen beim Transport und bei der Lagerung. Es sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871

- 15 -

- Der Lagerungscontainer ist keinen dynamischen Krafteinwirkungen ausgesetzt, weshalb die zur Befestigung und zur Gewährleistung der entsprechenden Positionen des Gegenstandes 8 und zur Befestigung des Containers dienenden Konstruktionselemente vereinfacht werden können.
- Der Lagerungscontainer dient zur Lagerung von Gegenständen relativ hoher Aktivität und erfordert zur Abführung der wegen der Radioaktivität entstehenden Wärme eine intensive Kühlung, was bei der Anordnung des Containers in Betracht gezogen werden muß.
- Die Lagerungscontainer werden im allgemeinen nicht einzeln benutzt, sondern als Gruppe von mehreren Containern in einem Speichergebäude mit im Modulsystem aufgebauten Betonschächten 26 (Zellen) angeordnet. Dabei ergänzt auch die Konstruktion der Betonschächte 26 die Abschirmung des Lagerungscontainers.

Die Hauptteile des Lagerungscontainers sind der Behälter 1 und der Deckel 2. Der Behälter 1 wird aus einem zylinderförmigen Stahlgefäß mit flachem Boden gebildet, welches sich aus einem unteren Zylinder niedrigen Durchmessers und aus einem oberen Zylinder größeren Durchmessers zusammensetzt.

Der zweckmäßige Durchmesser des unteren Zylinders beträgt 0,5 bis 1,5 m. Der Durchmesser des oberen Zylinders ist um 0,2 bis 0,5 m größer. Zweckmäßigerweise beträgt die Länge des Behälters 4 bis 7 m. Die Abmessungen sind abhängig von der Abmessung und der Aktivität der zu speichernden radio-



23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 16 -

aktiven Substanz zu wählen. Der Behälter 1 wird oben mit dem verdichteten geflanschten Deckel 2 verschraubt.

Am Deckel 2 sind zwei Stützen 27 angeordnet, die zum periodischen Durchblasen des unter dem Deckel 2 vorhandenen Luft-raumes, zur Überwachung der Aktivität, dienen. Die zu speichernden Gegenstände 8 befinden sich im zylinderförmigen Teil niedrigen Durchmessers. Dieser Teil bildet demzufolge den empfindlichen Teil des Containers, weshalb nur hier longitudinale Rippen 3 angeordnet sind. Ihr Abstand voneinander ist nicht größer als 150 mm. Wegen der relativ intensiven Wärmeentwicklung der im Lagerungscontainer angeordneten Gegenstände 8 hoher Aktivität spielen die Rippen 3 eine wichtige Rolle für die äußere Kühlung.

Der im Boden des Behälters 1 befindliche Auflageflansch 4 befestigt mit lösbarer Verbindung das Filter 5, das aus einem flexiblen Material hohen Luftwiderstandes, z. B. aus dickem Filz, besteht. Der Widerstand eines solchen Materials beträgt vorteilhafterweise 0,5 bis 1 kPa bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,03 m/s. Die Einbiegung bzw. das Welligwerden des Filters 5 wird durch ein unteres und oberes Gitter 6 aus Stahl verhindert. Das Filter 5 ruht statisch nicht auf dem unteren Gitter 6, sondern auf dem Boden des Behälters 1 und auf dem die Spalten des Gitters 6 ausfüllenden, aus Kies bestehenden Bett 7. Die fluidisierende Luft strömt durch den Kies, welcher eine gleichmäßige Luftverteilung bewirkt. Darüber hinaus hat das Kiesbett, ähnlich wie der die zu speichernden Gegenstände 8 umgebende Sand 9, eine Strahlenschutzfunktion und eine physische Schutzfunktion. Zweckmäßig beträgt die Korngröße des Kiesel 3 bis 5 mm, weil bei dieser Korngröße die durchströmende Luft keine Lageverände-

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 23871 - 17 -

rung des Kiesbettes hervorruft und damit die Einblaseköpfe 11 des Luftverteilers 10 nicht verstopft werden. Nach Aufheben der Fluidisation werden die zu speichernden Gegenstände 8 durch den Sand 9 befestigt. Dabei ist es jedoch nicht gleichgültig, wo die Gegenstände 8 befestigt werden. Wegen der intensiven Wärmeentwicklung und Gamma-Strahlung müssen die Abstände zwischen den Gegenständen 8 bzw. zwischen den Gegenständen 8 und der Wand des Containers geregelt werden. Dazu dienen die Gitterkörbe 12, deren Form der Form der zu speichernden Gegenstände 8 angepaßt ist. Die Gitterkonstruktion gestattet ein gutes Durchfließen der Gitterkörbe mit Sand. Die Anordnung und die Position der Gegenstände 8 werden bei deren Einlegung in die Gitterkörbe 12 gewährleistet.

Der Boden des Lagerungscontainers wird vom Fußgestell 17 gebildet, das genügend fest ist, um die sowohl beim Aufheben als auch beim Absetzen des gefüllten Containers aus dem Gewicht stammende Belastung abzuhalten. Der Lagerungscontainer wird mit Hilfe eines in die Hebelösen 20 eingehakten Querträgers aufgehoben. Die Hebelösen 20 sind am Ende der drei senkrechten Ständer 19 angeordnet. Jeder Lagerungscontainer ist in einen Betonschacht 26 eingesetzt. Die zusammengebauten Betonschächte 26 der nebeneinander angeordneten Lagerungscontainer bilden eine Zellenkonstruktion, die in horizontaler Richtung eine außerordentlich hohe Festigkeit aufweist.

Die Kühlung der Container und des darin angeordneten Materials wird durch im Spalt zwischen dem Betonschacht 26 und dem Container strömende Luft gewährleistet. In diesen Spalt gelangt die Luft durch am Boden des Betonschachtes 26 ausgebildete Gaszufuhrkanäle 23.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871 - 18 -

Zu den Gaszufuhrkanälen 23 strömt die Luft über den Gasverteiler 22, der im Boden unter den Betonschächten ausgebildet ist.

Das Ausströmen der Kühlluft aus dem Spalt kann nicht direkt erfolgen, da dieser oben mit einer Dichtung 28 abgeschlossen ist, sondern wird über Gasausführungskanäle 24 vorgenommen, die sich in der Wand des Betonschachtes 26 befinden. Die Gasausführungskanäle 24 sind mit den Gasfangkollektor 25 verbunden. Die entlang einer gebrochenen Linie geführten Gasausführungskanäle 24 verhindern die Ausstreuung von Gamma-Strahlen. Durch Ausziehen des Staubschutzbalgens 21 wird zur Verhinderung einer Ausstreuung des fluidisierten Sandes 9, die Höhe des Speichercontainers vergrößert.

Das Einsetzen der zu speichernden Gegenstände 8 in den Container bzw. deren Aushebung erfolgt wie beim Transportcontainer.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1. - 19 -

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zum Transport und zur Lagerung radioaktiver und/oder anderer gefährlicher Substanzen, gekennzeichnet dadurch, daß in einem mit körnigem Material, mit Sand (9) gefüllten Behälter (1) ein Fluidum des körnigen Materials geschaffen wird, durch welches der oder die radioaktiven Gegenstände in diesen hinein oder aus diesem heraus befördert werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die äußere Ausbildung und/oder Anordnung des Behälters (1) eine Abführung der sich entwickelnden Wärme durch natürliche oder künstliche Zirkulation eines Gases ermöglicht.
3. Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung radioaktiver Substanzen zur Ausführung des Verfahrens nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß im Boden des mit einem Deckel (2) verschließbaren und mit Rippen (3) versehenen Behälters (1) ein auf einem Auflageflansch (4) zwischen Gittern (6) angeordnetes Filter (5) und unterhalb dessen zum Einblasen von Gas ein Gasverteiler (10) sowie Einblaseköpfe (11) vorgesehen sind, über welche das über dem Filter (5) befindliche körnige Material (9) fluidisierbar ist.
4. Vorrichtung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß im Boden des Behälters zwischen den Einblaseköpfen (11), dem unteren Gitter (6) und dem Filter (5) ein Bett (7) mit grobstückigem Material angeordnet ist.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

223871

- 20 -

5. Vorrichtung nach Punkt 3 oder 4, gekennzeichnet dadurch, daß innerhalb des Behälters (1) ein oder mehrere Gitterkörbe (12) zur Gewährleistung der Position des oder der radioaktiven Gegenstände (8) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der Punkte 3 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß der Behälter (1) mit Ständern (19) und Hebelösen (20) sowie mit einem Fußgestell (17) versehen ist.
7. Vorrichtung nach einem der Punkte 3 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß zur Anpassung der Ebene des Behälters (1) und des Deckels (2) ein innerer ausziehbarer Staubschutzbalg (21) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung zum Transport nach einem der Punkte 3 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß der Gitterkorb (12) mit einem verschließbaren, eine Gitterkonstruktion aufweisenden Deckel (13) versehen ist.
9. Vorrichtung zum Transport nach einem der Punkte 3 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Gitterkorb (12) zu einem inneren Versteifungsgerippe (14) des Behälters (1) mittels durch Gummiglocken geschützter Tragfedern (15) befestigt ist.
10. Vorrichtung zum Transport nach einem der Punkte 3 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß im oberen Teil des Behälters (1) eine Rinne (16) zur Niveauregelung des Sandes (9) eingebaut ist.

23. 1. 81

AP B 65 G/223 871

58 026 25

2 2 3 8 7 1

- 21 -

11. Vorrichtung zur Lagerung nach einem der Punkte 3 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß auf dem Deckel (2) zum periodischen Durchblasen des Luftraumes und zur Überwachung der Aktivität Stutzen (27) vorgesehen sind.
12. Vorrichtung zur Lagerung nach einem der Punkte 3 bis 7 und 11, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen dem Behälter (1) und dem Beton (26) zur Umströmung und Kühlung des Behälters (1) mittels Gases ein Spalt ausgebildet ist.
13. Vorrichtung nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Betonschacht (26) ein Gasverteiler (22), ein Gaszufuhrkanal (23), ein Gasausführungskanal (24) und oben ein Gasfangkollektor (25) ausgebildet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

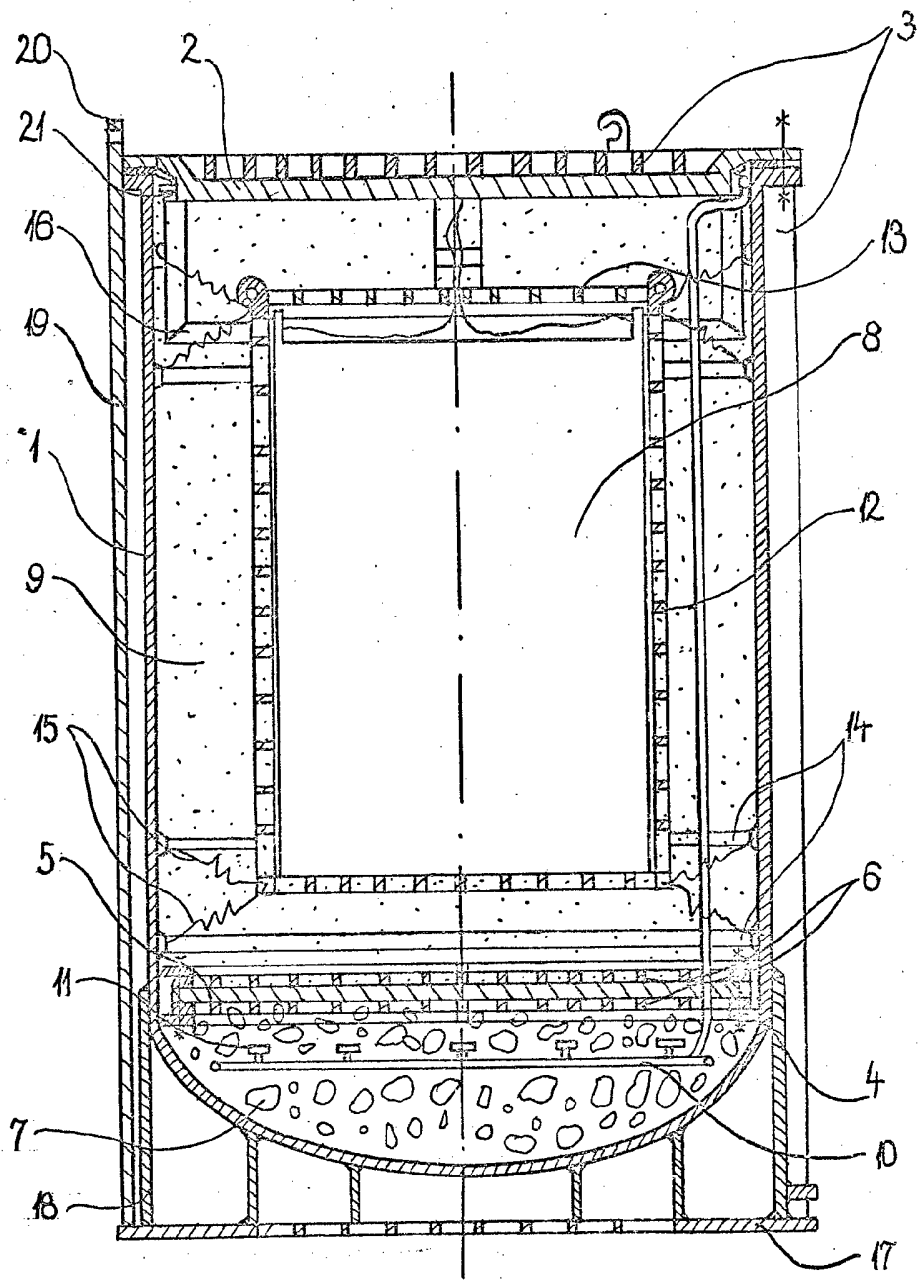


Fig. 1

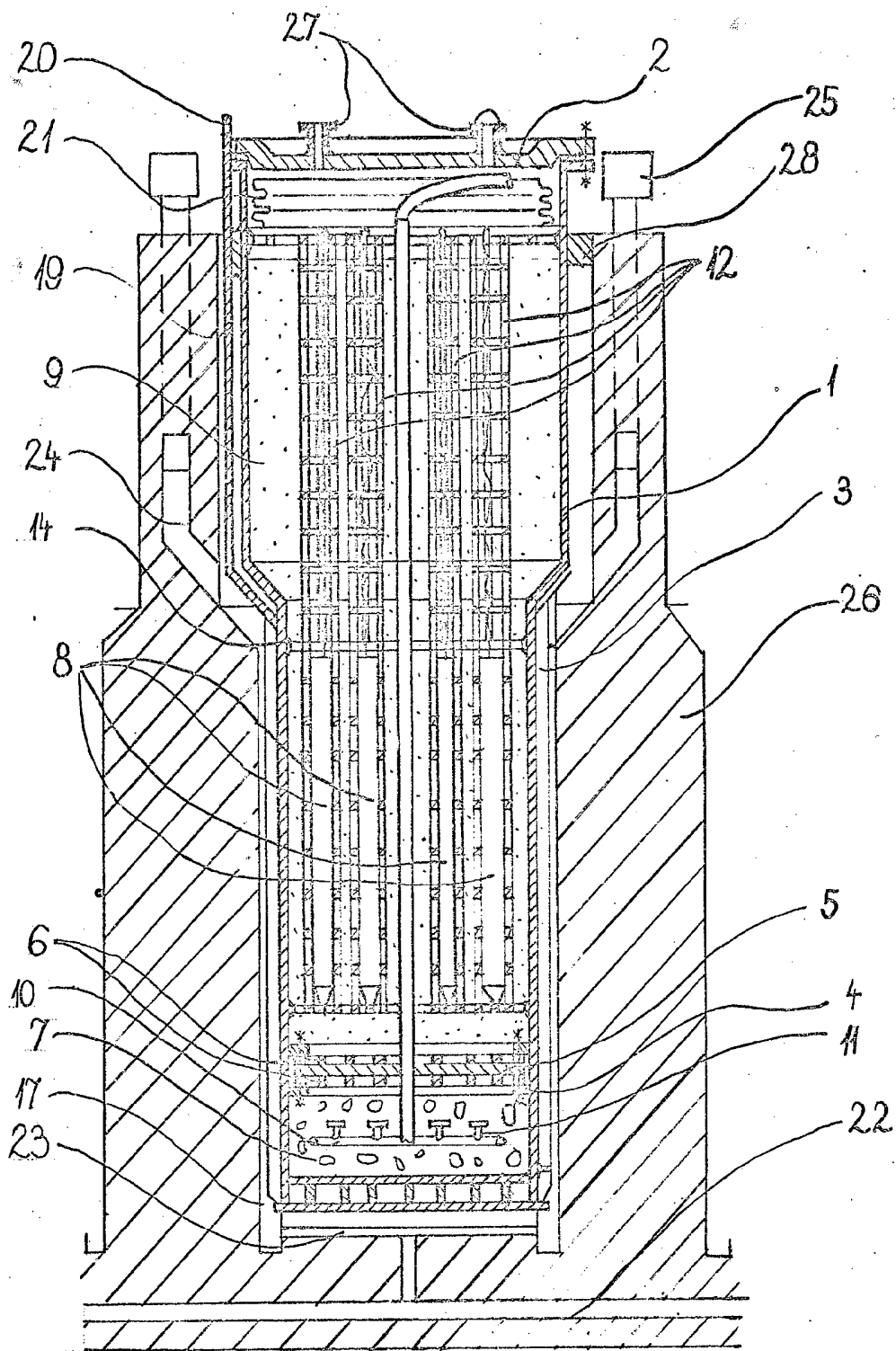


Fig 2