



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 990 237 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.08.2002 Patentblatt 2002/32**

(21) Anmeldenummer: **98936155.5**

(22) Anmeldetag: **09.06.1998**

(51) Int Cl.7: **G21F 5/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE98/01608**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/59346 (30.12.1998 Gazette 1998/52)**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BEHÄLTERS SOWIE EIN BEHÄLTER SELBST**  
CONTAINER AND METHOD FOR PRODUCING A CONTAINER  
PROCEDE DE PRODUCTION D'UN CONTENEUR, ET CONTENEUR AINSI PRODUIT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**LT**

(30) Priorität: **19.06.1997 DE 19725922**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.04.2000 Patentblatt 2000/14**

(73) Patentinhaber: **GNB Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH**  
**45127 Essen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GLUSCHKE, Konrad**  
**D-58739 Wickede (DE)**  
• **STRUTH, Reinhard**  
**D-59269 Beckum (DE)**

(74) Vertreter: **Becker, Thomas, Dr., Dipl.-Ing.**  
**Patentanwälte**  
**Becker & Müller,**  
**Turmstrasse 22**  
**40878 Ratingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 081 403** **EP-A- 0 264 521**  
**GB-A- 2 239 301**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 008, 29. August 1997 & JP 09 101387 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA ENG CO LTD), 15. April 1997**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 010, 31. Oktober 1997 & JP 09 170331 A (PENTA OCEAN CONSTR CO LTD), 30. Juni 1997**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 065 (M-1554), 3. Februar 1994 & JP 05 285925 A (NIPPON PRESSED CONCRETE CO LTD), 2. November 1993**

**EP 0 990 237 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Behälters zum Transport und zur Lagerung von radioaktiv strahlendem Material sowie einen Behälter, mit dem radioaktiv strahlendes Material transportiert und gelagert werden kann.

**[0002]** Derartige Behälter haben in der Ausführungsform sogenannter "Castor-Behälter" in der Vergangenheit große Bedeutung erlangt. Sie dienen dazu, radioaktiv strahlendes Material, beispielsweise abgebrannte Brennelemente aus Kernreaktoren, vom Kraftwerk zu einer Zwischen- oder Endlagerungsstelle zu transportieren.

**[0003]** Dabei sind teilweise große Strecken zu überwinden. Ein solcher Transport erfordert ein extrem hohes Maß an Sicherheit. Dies gilt nicht nur für die Transportfahrzeuge (Lastkraftwagen, Züge, Schiffe), sondern vor allem auch für die Behälter, in denen beispielsweise die Brennelemente transportiert werden.

**[0004]** Dabei geht es vor allem um zwei Sicherheitsaspekte:

1. Der Behälter muß so aufgebaut sein, daß der Austritt radioaktiver Strahlung und Gase zuverlässig verhindert wird.

2. Der Behälter muß so ausgelegt werden, daß die Sicherheit gemäß 1. auch dann besteht, wenn es zu einem Unfall, beispielsweise einem Herabstürzen des Behälters von einem Transportfahrzeug, kommt.

**[0005]** Insoweit werden an die radioaktive Abschirmung des Behälters ebenso hohe Anforderungen gestellt wie an dessen Festigkeit und Stabilität.

**[0006]** Unter Zugrundelegung dieser Aspekte liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines entsprechenden Behälters beziehungsweise einen den vorgenannten Anforderungen genügenden Behälter zur Verfügung zu stellen.

**[0007]** Zu den radioaktiven Strahlen gehören Alpha-Strahlen, Beta-Strahlen, Gamma-Strahlen und Neutronenstrahlen. Alpha- und Beta-Strahlen haben im allgemeinen so kurze Reichweiten, daß für ihre Abschirmung geringe Materialdicken (Größenordnung: einige Millimeter) genügen. Bei der Projektierung eines Strahlenschutzbehälters kommt es deshalb in der Hauptsache auf die Schwächung und Absorption der Neutronen- und Gamma-Strahlung an.

**[0008]** In diesem Zusammenhang ist es bekannt, daß die Masse und damit die Rohdichte einer entsprechenden Behälterwandung eine wesentliche Größe ist.

**[0009]** Insoweit wurden in der Vergangenheit Stahlbehälter wie der genannte Castor-Behälter verwendet. Daneben sind sogenannte Stahl-Stahlbetonbehälter bekannt, die aus einer Kombination Stahl/Beton aufgebaut sind.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die Abschirmwirkung derartiger Stahl-Stahlbetonbehälter durch eine spezielle Auswahl eines Schwerbetons zwischen Stahlwänden erreicht werden kann.

**[0011]** In ihrer allgemeinsten Ausführungsform schlägt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Behälters zum Transport und zur Lagerung von radioaktiv strahlendem Material mit folgenden Merkmalen vor:

- ein Innenrohr aus Metall wird in einem Außenrohr aus Metall so eingestellt, daß zwischen Innen- und Außenrohr ein Ringspalt konstanter Breite entsteht, danach wird der Ringspalt mit einem Zuschlag oder einem Zuschlaggemisch ausgefüllt, dessen minimale Korngröße 2 mm und dessen maximale Korngröße 20 mm beträgt, wobei mindestens 95 Gew.-% des Zuschlages eine Rohdichte  $> 4,2 \text{ g/cm}^3$  aufweisen,
- anschließend wird durch mindestens eine Öffnung am bodenseitigen Ende des Innen- und/oder Außenrohres eine Suspension aus Zement, Wasser und einem Verflüssiger unter Hochdruck in den Ringspalt eingepreßt, bis die Suspension unter vollständiger Verfüllung der zwischen dem Zuschlag vorhandenen Zwickel das obere Ende des Außenrohres erreicht hat,
- wobei die Suspension aus Zement, Wasser und Verflüssiger so eingestellt wird, daß der (gemeinsam mit dem Zuschlag) entstehende Beton eine Rohdichte  $> 4.100 \text{ g/cm}^3$  und eine Beton-Druckfestigkeit gemäß DIN 1048 Teil 2 von  $> 45 \text{ N/mm}^2$  nach 28 Tagen aufweist.

**[0012]** Der wesentliche Aspekt dieses Verfahrens besteht in der speziellen Einbringtechnik des Schwerbetons zwischen die genannten Metallwände.

**[0013]** Mit einer fertig aufbereiteten Betonmischung, die in den Ringspalt eingefüllt würde, ließen sich die geforderten Rohdichten und Druckfestigkeiten ebensowenig erreichen wie die notwendige Abschirmung gegen radioaktive Strahlung.

**[0014]** Dies gelingt erst durch die Auswahl spezieller Zuschläge, die in einem ersten Verfahrensschritt in den Ringspalt gefüllt werden und durch die sich daran anschließende Injektion des Zementleims unter Druck, wobei der Verfüllungsgrad des Zementleims maßgeblich dadurch optimiert wird, daß die Injektion von unten nach oben erfolgt. Auf diese Weise kann eine hervorragende und nahezu optimale Verfüllung der Zwickel zwischen den Zuschlagteilen erfolgen und damit ein dichter, hochfester Beton im Ringraum ausgebildet werden.

**[0015]** Der Begriff Zement steht dabei stellvertretend für alle Arten von hydraulischen Bindemitteln. Bevorzugt werden jedoch Portlandzemente eingesetzt, und zwar Portlandzemente des Typs CEM I 42,5 oder höherwertig (zum Beispiel CEM I 52,5).

**[0016]** Zuschläge, die die geforderte Rohdichte auf-

weisen, sind beispielsweise Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Eisen (Stahl), Blei, Haematit und Hartgußgranulat sowie andere Metalle, insbesondere Schwermetalle, wobei die Zuschläge einzeln oder in Mischungen eingesetzt werden können.

**[0017]** Eine Mischung aus Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Haematit oder Mischungen daraus in Kombination mit Stahlkugeln führt zu sehr guten Dichte- und Druckfestigkeitswerten des Frischbetons beziehungsweise ausgehärteten Betons.

**[0018]** In Vorversuchen wurden verschiedene Zuschlaggemische getestet. Besonders günstige Eigenschaften zeigen danach Zuschlaggemische aus Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Haematit oder Mischungen daraus in den Kornfraktionen 4 bis 8 mm sowie 8 bis 16 mm in Kombination mit Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen 4 und 10 mm. Die Stahlkugeln können auch eine sphärische Form aufweisen und ganz oder teilweise durch Bleikugeln oder Hartgußgranulat ersetzt werden.

**[0019]** Die Mengenanteile der einzelnen Zuschlag-Komponenten können dabei beispielsweise wie folgt sein:

- Zuschlag der Kornfraktion 4/8: 15 bis 25 Gew.-%
- Zuschlag der Kornfraktion 8/16: 15 bis 25 Gew.-%
- Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen 4 und 10 mm: 45 bis 55 Gew.-%.

**[0020]** Soweit vorstehend von Metallrohren gesprochen wurde, so umfaßt dieser Begriff insbesondere Stahlrohre und hier wiederum insbesondere Stahlrohre mit Kreisquerschnitt, wengleich auch andere Querschnittsformen, beispielsweise Polygone, eingesetzt werden können.

**[0021]** Eine Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, ein Innenrohr zu verwenden, welches an seinem oberen Ende geschlossen und kürzer als das Außenrohr ist. In diesem Fall werden Außenrohr und Innenrohr beispielsweise auf einen Boden (eine Platte) aufgestellt und anschließend nicht nur der Ringraum zwischen Innen- und Außenrohr mit dem Zuschlag verfüllt, sondern auch der Raum zwischen dem oberen geschlossenen Ende des Innenrohres und dem oberen Rand des Außenrohres. Anschließend wird neben dem Ringraum auch der Raum zwischen dem geschlossenen Ende des Innenrohres und dem oberen Rand des Außenrohres mit der Zement/Wasser/Verflüssiger-Suspension verfüllt. Auf diese Weise entsteht eine Art "Betondeckel", der in der späteren Anwendung (nach Drehen um 180°) den Behälterboden bildet. Zusätzlich kann eine Metall-/Stahlplatte am oberen Rand des Außenrohres befestigt, zum Beispiel aufgeschraubt oder angeschweißt werden.

**[0022]** Das Herstellungsverfahren wird dadurch vereinfacht, wenn Innenrohr und Außenrohr vor dem Einfüllen des Zuschlages an ihrem unteren Ende mit einem Metall-/Stahldeckel verschlossen werden. Vorzugswei-

se geschieht dies durch Aufschrauben auf die korrespondierenden Rohrenden. Auf diese Weise wird die koaxiale Ausrichtung von Innen- und Außenrohr erleichtert, und zwar auch beim Einfüllen des Zuschlages beziehungsweise beim Injizieren der Zementsuspension.

**[0023]** Dieses, bei der Herstellung des Behälters untere Behälterende bildet beim fertigen Behälter (nach Drehung um 180°) das obere Behälterende. Auf diese Weise können zum Beispiel nach Abschrauben des Stahldeckels, abgebrannte Brennelemente in den Freiraum des Innenrohres eingelegt und der Behälter danach wieder verschlossen werden.

**[0024]** Die Stabilität des Behälters wird nennenswert verbessert, wenn vor dem Einfüllen des Zuschlages eine Armierung in den Ringspalt beziehungsweise den zwischen dem oberen geschlossenen Ende des Innenrohres und dem offenen Ende des Außenrohres ausgebildeten Raum eingelegt wird. Hierdurch wird auch die Wärmeableitung bei der Hydratation des Zements verbessert.

**[0025]** Eine solche Armierung kann zum Beispiel aus einem Bewehrungskorb bestehen, der sich im wesentlichen über das gesamte Volumen des Ringspaltes beziehungsweise des genannten Raumes erstreckt.

**[0026]** Soweit vorstehend davon gesprochen wurde, daß die Zementsuspension unter Hochdruck eingedüst wird, so bedeutet dies zunächst einen Druck über 1 bar. Mit zunehmender Füllungshöhe des Ringspaltes und einem entsprechend höheren hydrostatischen Druck ist es notwendig, auch den Injektionsdruck der Zementsuspension zu erhöhen, was je nach Behälterhöhe (beispielsweise 3 m) auf einen Injektionsdruck bis zu 15 bar führen kann.

**[0027]** Dabei wird von einer Breite des Ringspaltes von beispielsweise 20 bis 30 cm ausgegangen. Auch die genannte "Beton-Bodenplatte" kann eine entsprechende Dicke aufweisen.

**[0028]** Da die Dichte von Stahl höher ist als die Dichte des Schwerbetons, können die endseitigen Behälterdeckel etwas geringere Wandstärken aufweisen, beispielsweise 5 bis 15 cm.

**[0029]** Wie ausgeführt umfaßt die Erfindung auch einen Behälter zum Transport und zur Lagerung von radioaktiv strahlendem Material, der entsprechend durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

- Der Behälter besteht aus einem Außenrohr aus Metall und einem darin mit umlaufend gleichem Abstand angeordneten Innenrohr aus Metall unter Ausbildung eines Ringspaltes konstanter Breite zwischen Innen- und Außenrohr,
- der Ringspalt zwischen Innen- und Außenrohr ist mit einem Schwerbeton ausgefüllt, der aus einem Zuschlag oder Zuschlaggemisch mit einer Rohdichte  $> 4,2 \text{ g/cm}^3$  und einem Zwickel zwischen dem Zuschlag ausfüllenden Zement besteht, wobei der Schwerbeton eine Rohdichte von  $> 4.100 \text{ g/cm}^3$  und eine 28-Tage-Druckfestigkeit gemäß DIN 1048

- Teil 2 von  $> 45 \text{ N/mm}^2$  aufweist, und
- Außenrohr und Innenrohr endseitig mit einem Metallboden und einem Metalldeckel verschlossen sind, wobei wenigstens der Metalldeckel lösbar angeordnet ist.

**[0030]** In einer Ausführungsform kann der Behälter so ausgebildet sein, daß das Innenrohr mit Abstand vor dem unteren Ende des Außenrohres endet, an diesem Ende verschlossen ist und zwischen dem verschlossenen unteren Ende des Innenrohres und dem unteren Ende des Außenrohres eine Schwerbetonplatte vorhanden ist, die materialschlüssig mit dem im Ringspalt vorhandenen Schwerbeton ist.

**[0031]** Dabei beschreibt diese Ausführungsform den Behälter im Gebrauchszustand. Zur Herstellung werden Innen- und Außenrohr um  $180^\circ$  gedreht angeordnet, wie vorstehend beschrieben.

**[0032]** Entsprechend dem beanspruchten Verfahren kann der Schwerbeton armiert sein, wobei die Armierung beispielsweise aus einem Bewehrungskorb besteht.

**[0033]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche sowie den sonstigen Anmeldungsunterlagen.

**[0034]** Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0035]** Dabei zeigen - jeweils in schematisierter Darstellung -

Figur 1: eine Anordnung von Stahl-Außen- und Stahl-Innenrohr vor dem Einfüllen eines Beton-Zuschlages,

Figur 2: die Anordnung nach Figur 1, wobei der zwischen Außen- und Innenrohr ausgebildete Raum mit Zuschlag gefüllt ist,

Figur 3: die Anordnung nach Figur 2, bei der der Raum zwischen Außen- und Innenrohr etwa hälftig zusätzlich mit einer Zementsuspension ausgefüllt ist,

Figur 4: einen fertigen Behälter im Längsschnitt.

**[0036]** In Figur 1 sind ein Stahl-Außenrohr 10 und ein darin konzentrisch angeordnetes Stahl-Innenrohr 12 zu erkennen.

**[0037]** Außenrohr 10 und Innenrohr 12 stehen mit ihrem jeweils unteren Ende auf einem Deckel 14 auf, wobei der Deckel 14 über zwei konzentrische Flansche 16, 18 mit Innengewinde auf korrespondierende Außengewinde am unteren Ende des Außenrohres 10 und des Innenrohres 12 aufgeschraubt ist.

**[0038]** Das Innenrohr 12 ist kürzer als das Außenrohr 10 und endet entsprechend mit Abstand zum oberen Rand des Außenrohres 10. Das Innenrohr 12 ist am oberen Ende mit einer Stahlplatte 20 verschlossen.

**[0039]** Entsprechend wird zwischen Außenrohr 10 und Innenrohr 12 ein Ringspalt 22 konstanter Breite (b) und zwischen der Stahlplatte 20 und dem oberen Ende des Außenrohres 10 ein Raum 24 ausgebildet.

5 **[0040]** Im nächsten Arbeitsschritt werden der Ringspalt 22 und der Raum 24 mit einem Bewehrungskorb 26 aus Stahl ausgefüllt (Figur 2). Die Bewehrung kann auch vorher an der Innenwand des Außenrohres und/oder an der Außenwand des Innenrohres befestigt, zum Beispiel angeschweißt sein.

10 **[0041]** Anschließend wird ein Schwerbeton-Zuschlag in den Ringspalt 22 und den Raum 24 gefüllt, der hier aus 20 Gew.-% Baryt der Kornfraktion 4/8 mm, aus 30 Gew.-% Baryt der Kornfraktion 8/16 mm und 50 Gew.-% Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen 5 und 8 mm in homogener Mischung besteht (Figur 2).

15 **[0042]** Danach schließt sich die Injektion eines Zement/Wasser/Verflüssiger-Gemisches in den vom Bewehrungskorb 26 und Zuschlag 28 eingenommenen Raum an (Figur 3).

20 **[0043]** Dazu weist das Außenrohr 10 zwei, um  $180^\circ$  zueinander versetzte Öffnungen 30 auf, in die jeweils ein rohrförmiger Adapter 32 eingeschraubt ist. Die Öffnungen sind am unteren Ende des Außenrohres 10 angeordnet.

25 **[0044]** An die Adapter 32 wird anschließend eine Förderleitung (schematisch durch den Pfeil 34 dargestellt) angeschlossen.

30 **[0045]** Über die Förderleitung wird anschließend ein Zement/Wasser/Verflüssiger-Gemisch in Form einer viskosen Suspension unter Druck in den Ringspalt 22 eingedüst. Im vorliegenden Fall besteht die Suspension aus Zement des Typs CEM I 42,5, einem Wassergehalt von 35 %, bezogen auf den Zement und einem Anteil von 3 % Verflüssiger (Fließmittel hier: Melaminsulfonat), bezogen auf den Zementanteil.

35 **[0046]** Während unmittelbar nach Beginn der Injektion die Zementsuspension nach unten auf die Innenseite des Deckels 14 gelangt, wird der Ringspalt 22 anschließend nach und nach von unten nach oben mit der Zementsuspension ausgefüllt, die dabei die Freiräume (Zwickel) zwischen den Zuschlagteilen und der Bewehrung ausfüllt.

40 **[0047]** In Figur 3 ist ein etwa 50 %-iger Füllungsgrad des Ringspalt 22 durch die Linie 36 gekennzeichnet.

45 **[0048]** Unter ständiger Erhöhung des Injektionsdrucks (bis etwa 15 bar) wird die Zementsuspension anschließend weiter injiziert, bis der Ringspalt 22 und der darüber angeordnete Raum 24 vollständig mit der Zementsuspension gefüllt sind.

50 **[0049]** Nach dem Abbinden und Aushärten des Zements wird eine Stahlplatte 38 (in Figur 3 gestrichelt dargestellt) auf das obere Ende des Außenrohres 10 aufgeschweißt.

55 **[0050]** Danach wird die Anordnung um  $180^\circ$  gedreht (Figur 4). Bei Bedarf kann der Behälterdeckel 14 anschließend durch einen anderen Stahldeckel 40 ersetzt werden.

**[0051]** Vorzugsweise werden die Öffnungen 30 am fertigen Behälter ebenfalls verschlossen.

**[0052]** Die 7-Tage-Druckfestigkeit gemäß DIN 1048, Teil 2 des Schwerbetons beträgt  $26 \text{ N/mm}^2$ , die entsprechende 28-Tage-Druckfestigkeit  $46 \text{ N/mm}^2$ .

**[0053]** Der Elastizitätsmodul des Betons wurde in Anlehnung an DIN 1048 Teil 5 mit  $30.000 \text{ N/mm}^2$  bestimmt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Behälters zum Transport und zur Lagerung von radioaktiv strahlendem Material, mit folgenden Schritten:

1.1 ein Innenrohr aus Metall wird in ein Außenrohr aus Metall so eingestellt, daß zwischen Innen- und Außenrohr ein Ringspalt konstanter Breite entsteht,

1.2 danach wird der Ringspalt mit einem Zuschlag oder Zuschlaggemisch ausgefüllt, dessen minimale Korngröße 2 mm und dessen maximale Korngröße 20 mm beträgt, wobei mindestens 95 Gew.-% des Zuschlages eine Rohdichte  $> 4,2 \text{ g/cm}^3$  aufweisen,

1.3 anschließend wird durch mindestens eine Öffnung am bodenseitigen Ende des Innen- und/oder Außenrohres eine Suspension aus Zement, Wasser und Verflüssiger unter Hochdruck in den Ringspalt eingepreßt, bis die Suspension unter vollständiger Verfüllung der zwischen dem Zuschlag vorhandenen Zwickel das obere Ende des Außenrohres erreicht hat,

1.4 wobei die Suspension so eingestellt wird, daß der gemeinsam mit dem Zuschlag gebildete Beton eine Rohdichte  $> 4.100 \text{ g/cm}^3$  und der im Ringspalt abgebundene Zement gemeinsam mit dem Zuschlag eine Beton-Druckfestigkeit gemäß DIN 1048 Teil 2 von  $> 45 \text{ N/mm}^2$  nach 28 Tagen aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Zement ein Portlandzement des Typs CEM I 42,5 oder höherwertig eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Zuschlag Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Eisen, Blei, Haematit, Hartgußgranulat sowie andere Metalle oder Mischungen der vorgenannten Zuschläge eingesetzt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als Zuschlag ein Gemisch aus Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Haematit oder Mischungen daraus in Kombination mit Stahlkugeln eingesetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Zuschlag ein Gemisch aus Baryt, Ferrophosphor, Magnetit,

Haematit oder Mischungen daraus in den Kornfraktionen 4/8 mm und 8/16 mm in Kombination mit Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen 4 und 10 mm eingesetzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Zuschlag ein Gemisch aus Baryt, Ferrophosphor, Magnetit, Haematit oder Mischungen daraus in einem Anteil von 15 bis 25 Gew.-% für eine Kornfraktion 4/8 mm und in einem Anteil von 25 bis 35 Gew.-% für eine Kornfraktion 8/16 mm in Kombination mit 45 bis 55 Gew.-% Stahlkugeln mit einem Durchmesser zwischen 4 und 8 mm eingesetzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein am oberen Ende geschlossenes Innenrohr verwendet wird, das kürzer als das Außenrohr ist, wobei der Raum zwischen dem oberen geschlossenen Ende des Innenrohres und dem oberen Rand des Außenrohres ebenfalls mit Zuschlag ausgefüllt und die Zwickel zwischen dem Zuschlag mit der Suspension verfüllt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Innenrohr und das Außenrohr vor dem Einfüllen des Zuschlages an ihrem unteren Ende mit einem Metalldeckel verschlossen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 7, bei dem vor Einfüllen des Zuschlages eine Armierung in den Ringspalt und/oder den zwischen dem oberen geschlossenen Ende des Innenrohres und dem offenen Ende des Außenrohres ausgebildeten Raum eingelegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem als Armierung ein Bewehrungskorb verwendet wird, der sich im wesentlichen über das gesamte Volumen des Ringspaltes und/oder Raumes erstreckt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das obere, untere oder das obere und untere Ende des Außenrohres nach dem Abbinden der Suspension mit einem Metalldeckel oder einer Metallhaube dichtend geschlossen wird, wobei mindestens ein Metalldeckel oder eine Metallhaube lösbar auf das Außenrohr aufgesetzt wird.

12. Behälter zum Transport und zur Lagerung von radioaktiv strahlendem Material mit folgenden Merkmalen:

12.1 der Behälter besteht aus einem Außenrohr (10) aus Metall und einem darin mit umlaufend gleichem Abstand angeordneten Innenrohr (12) aus Metall unter Ausbildung eines Ringspaltes (22) konstanter Breite zwischen Innen- und Außenrohr (12, 10),

12.2 der Ringspalt (22) zwischen Innen- und Außenrohr (12, 10) ist mit einem Schwerbeton ausgefüllt, der aus einem Zuschlag oder Zuschlaggemisch (28) mit einer Rohdichte > 4,2 g/cm<sup>3</sup> und einem, Zwickel zwischen dem Zuschlag ausfüllenden Zement besteht, wobei der Schwerbeton eine Rohdichte von > 4.100 g/cm<sup>3</sup> und eine 28-Tage-Druckfestigkeit gemäß DIN 1048, Teil 2 von > 45 N/mm<sup>2</sup> aufweist, 12.3 Außenrohr (10) und Innenrohr (12) sind endseitig mit einem Metallboden (38) und einem Metalldeckel (14) verschlossen, wobei wenigstens der Metalldeckel (14) lösbar angeordnet ist.

13. Behälter nach Anspruch 12, bei dem das Innenrohr (12) mit Abstand vor dem unteren Ende des Außenrohres (10) endet, an diesem Ende verschlossen ist und zwischen dem verschlossenen unteren Ende des Innenrohres (12) und dem unteren Ende des Außenrohres (10) eine Schwerbetonplatte vorhanden ist, die materialschlüssig mit dem im Ringspalt vorhandenen Schwerbeton ist.
14. Behälter nach Anspruch 12 oder 13, bei dem der Schwerbeton armiert ist.
15. Behälter nach Anspruch 14, bei dem die Armierung aus einem Bewehrungskorb (26) besteht.

### Claims

1. A method for manufacturing a container for transportation and storage of radioactive material, having the following steps:
- 1.1 an inner tube of metal is placed into an outer tube of metal in such a manner that an annular gap of a constant width is formed between the inner and the outer tubes,
- 1.2 the annular gap is then filled with an aggregate or a mixture of aggregates, the minimum grain size of which is 2 mm and the maximum grain size of which is 20 mm, at least 95% by wt. of the aggregate having a bulk density > 4.2 g/cm<sup>3</sup>,
- 1.3 afterwards, a suspension of cement, water and liquefier is injected under high pressure into the annular gap through at least one opening at the bottom end of the inner and/or the outer tube until the suspension reaches the upper end of the outer tube in filling the gores existing between the aggregate totally,
- 1.4 the suspension being adjusted in such a manner that the concrete being formed together with the aggregate has a bulk density > 4,100 g/cm<sup>3</sup> and the set cement together with the ag-

gregate within the annular gap has a compressive strength of concrete according to DIN 1048, part 2 of > 45 N/mm<sup>2</sup> after 28 days.

2. The method according to claim 1, wherein a Portland cement of the type CEM I 42.5 or having higher values is used as the cement.
3. The method according to claim 1, wherein barite, ferrophosphorus, magnetite, iron, lead, hematite, granulated chill-cast iron as well as other metals or mixtures of the mentioned aggregates are used as the aggregate.
4. The method according to claim 3, wherein a mixture of barite, ferrophosphorus, magnetite, hematite or mixtures thereof in combination with steel balls are used as the aggregate.
5. The method according to claim 4, wherein a mixture of barite, ferrophosphorus, magnetite, hematite or mixtures thereof having the grain fractions 4/8 mm and 8/16 mm in combination with steel balls having a diameter between 4 and 10 mm are used as the aggregate.
6. The method according to claim 4, wherein a mixture of barite, ferrophosphorus, magnetite, hematite or mixtures thereof with a 15 to 25% by wt. portion of a grain fraction 4/8 mm and a 25 to 35% by wt. portion of a grain fraction 8/16 mm in combination with 45 to 55% by wt. of steel balls having a diameter between 4 and 8 mm are used as the aggregate.
7. The method according to claim 1, wherein an inner tube being closed at its upper end is used, which is shorter than the outer tube, the space between the upper closed end of the inner tube and the upper edge of the outer tube being also filled with the aggregate and the gores between the aggregate being filled with the suspension.
8. The method according to claim 1, wherein the inner tube and the outer tube are closed with a metal cover at their lower ends before the aggregate is filled in.
9. The method according to claim 1 or 7, wherein a reinforcement is inserted into the annular gap and/or the space formed between the upper closed end of the inner tube and the open end of the outer tube before the aggregate is filled in.
10. The method according to claim 9, wherein a reinforcing cage extending essentially over the entire volume of the annular gap and/or the space is used as the reinforcement.

11. The method according to claim 1, wherein the upper, the lower or the upper and lower end of the outer tube is closed sealingly with a metal cover or a metal top after the suspension has set, at least one metal cover or metal top being placed removably onto the outer tube. 5
12. A container for transportation and storage of radioactive material having the following features: 10
- 12.1 the container consists of an outer tube (10) of metal and an inner tube (12) of metal being disposed therein with the same distance all around, an annular gap (22) having a constant width being formed thereby between the inner and outer tubes (12, 10), 15
- 12.2 the annular gap (22) between the inner and outer tubes (12, 10) is filled with a heavy concrete consisting of an aggregate or a mixture of aggregates (28) having a bulk density > 4.2 g/cm<sup>3</sup> and a cement filling the gores between the aggregate, the heavy concrete having a bulk density of > 4,100 g/cm<sup>3</sup> and a compressive strength after 28 days according to DIN 1048, part 2 of > 45 N/mm<sup>2</sup>, 20
- 12.3 the outer tube (10) and the inner tube (12) are closed at the ends with a metal bottom (38) and a metal cover (14), at least the metal cover (14) being disposed removably. 25
13. The container according to claim 12, wherein the inner tube (12) ends at a distance from the lower end of the outer tube (10), is closed at this end, and a plate of heavy concrete exists between the closed lower end of the inner tube (12) and the lower end of the outer tube (10), which is continuous in material with the heavy concrete in the annular gap. 30
14. The container according to claim 12 or 13, wherein the heavy concrete is reinforced. 35
15. The container according to claim 14, wherein the reinforcement consists of a reinforcing cage (26). 40

### Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un conteneur pour le transport et pour le stockage de matériau à rayonnement radioactif, comportant les étapes suivantes : 45
- 1.1 un tuyau intérieur en métal est introduit dans un tuyau extérieur en métal de telle façon qu'on ait un espace annulaire de largeur constante entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur, 50
- 1.2 ensuite, l'espace annulaire est rempli avec

un granulats ou un mélange de granulats, dont la grosseur de grain minimale est 2 mm et la grosseur de grain maximale 20 mm, au moins 95% de poids du granulats présentant une densité brute supérieure à 4,2 g/cm<sup>3</sup>,

1.3 ensuite, on enfonce par au moins une ouverture sur l'extrémité côté fond du tuyau intérieur et/ou du tuyau extérieur une suspension faite de ciment, d'eau et de liquéfiant sous haute pression dans l'espace annulaire jusqu'à ce que la suspension ait atteint l'extrémité supérieure du tuyau extérieur en remplissant complètement les interstices présents au milieu du granulats,

1.4 la suspension étant ajustée de telle façon que le béton formé conjointement avec le granulats présente une densité brute supérieure à 4.100 g/cm<sup>3</sup> et le ciment pris dans l'espace annulaire conjointement avec le granulats présente une résistance à la pression du béton selon DIN 1048 partie 2 supérieure à 45 N/mm<sup>2</sup> après vingt-huit jours.

2. Procédé selon la revendication 1, avec lequel on utilise comme ciment un ciment Portland du type CEM I 42,5 ou supérieur. 25
3. Procédé selon la revendication 1, avec lequel on utilise comme granulats de la baryte, du ferrophosphore, de la magnétite, du fer, du plomb, de l'hématite, du granulats de fonte en coquille ainsi que d'autres métaux ou mélanges des granulats précités. 30
4. Procédé selon la revendication 3, avec lequel on utilise comme granulats un mélange de baryte, de ferrophosphore, de magnétite, d'hématite ou de mélanges de ces produits en combinaison avec des billes d'acier. 35
5. Procédé selon la revendication 4, avec lequel on utilise comme granulats un mélange de baryte, de ferrophosphore, de magnétite, d'hématite ou de mélanges de ces produits dans les fractions granulométriques 4/8 mm et 8/16 mm en combinaison avec des billes d'acier avec un diamètre compris entre 4 et 10 mm. 40
6. Procédé selon la revendication 4, avec lequel on utilise comme granulats un mélange de baryte, de ferrophosphore, de magnétite, d'hématite ou de mélanges de ces produits dans un pourcentage de poids de 15 à 25% pour une fraction granulométrique 4/8 mm et un pourcentage en poids compris entre 25 à 35% pour une fraction granulométrique 8/16 mm en combinaison avec 45 à 55% de poids de billes d'acier avec un diamètre compris entre 4 et 8 mm. 45

7. Procédé selon la revendication 1, avec lequel on utilise un tuyau intérieur fermé sur l'extrémité supérieure qui est plus court que le tuyau extérieur, l'espace entre l'extrémité fermée supérieure du tuyau intérieur et le bord supérieur du tuyau extérieur étant également rempli avec du granulat et les interstices étant remplis avec la suspension au milieu du granulat. 5
8. Procédé selon la revendication 1, avec lequel le tuyau intérieur et le tuyau extérieur sont fermés avec un couvercle en métal avant le chargement du granulat sur les extrémités inférieures. 10
9. Procédé selon la revendication 1 ou 7, avec lequel, avant le chargement du granulat, une armature est introduite dans l'espace annulaire et/ou l'espace réalisé entre l'extrémité supérieure fermée du tuyau intérieur et l'extrémité ouverte du tuyau extérieur. 15
10. Procédé selon la revendication 9, avec lequel on utilise comme armature une cage d'armature qui s'étend sensiblement sur tout le volume de l'espace annulaire et/ou de l'espace. 20
11. Procédé selon la revendication 1, avec lequel l'extrémité supérieure ou inférieure ou l'extrémité supérieure et l'extrémité inférieure du tuyau extérieur est/sont fermée(s) de façon étanche après la prise de la suspension avec un couvercle en métal ou un capot en métal, au moins un couvercle en métal ou un capot en métal étant posé de façon amovible sur le tuyau extérieur. 25
12. Conteneur pour le transport et pour le stockage de matériau à rayonnement radioactif avec les caractéristiques suivantes : 30
- 12.1 le conteneur comprend un tuyau extérieur (10) en métal et un tuyau intérieur (12) en métal disposé dedans avec une distance égale à la périphérie en formant un espace annulaire (22) de largeur constante entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur (12, 10). 35
- 12.2 l'espace annulaire (22) entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur (12, 10) est rempli avec un béton lourd, qui est à base d'un granulat ou mélange de granulat (28) avec une densité brute supérieure à  $4,2 \text{ g/cm}^3$  et un ciment remplissant des interstices au milieu du granulat, le béton lourd présentant une densité brute supérieure à  $4.100 \text{ g/cm}^3$  et une résistance à la pression pendant vingt-huit jours selon DIN 1048, partie 2, supérieure à  $45 \text{ N/mm}^2$ . 40
- 12.3 Le tuyau extérieur (10) et le tuyau intérieur (12) sont fermés à leurs extrémités avec un fond métallique (38) et un couvercle métallique (14), au moins le couvercle en métal (14) étant disposé de façon amovible. 45
13. Conteneur selon la revendication 12, avec lequel le tuyau intérieur (12) se termine à distance avant l'extrémité inférieure du tuyau extérieur (10), est fermé sur cette extrémité, et entre l'extrémité inférieure fermée du tuyau intérieur (12) et l'extrémité inférieure du tuyau extérieur (10) est disposée une plaque de béton lourd qui est au contact du béton lourd présent dans l'espace annulaire. 50
14. Conteneur selon la revendication 12 ou 13, sur lequel le béton lourd est armé. 55
15. Conteneur selon la revendication 14, sur lequel l'armature comprend une cage d'armature (26).

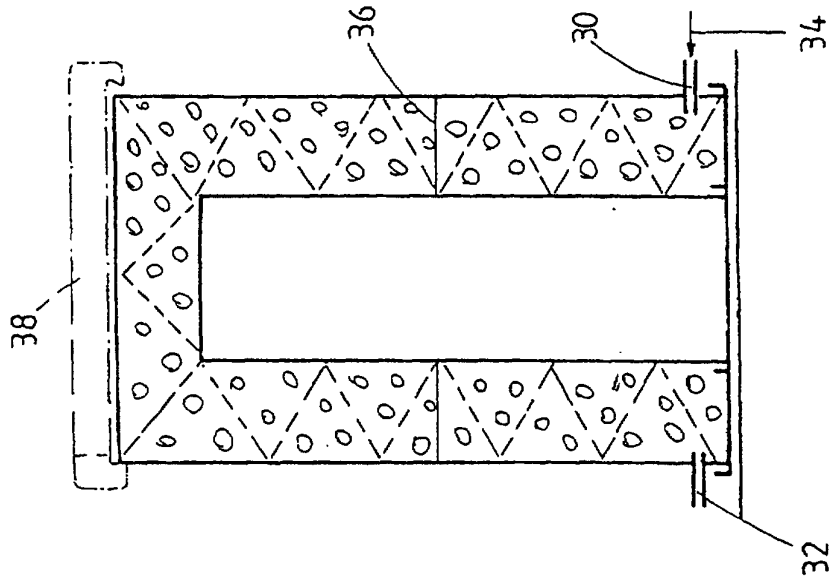


FIG. 3

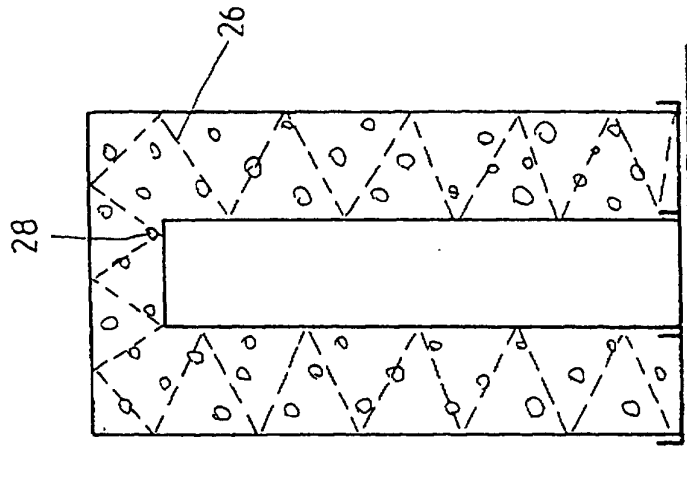


FIG. 2

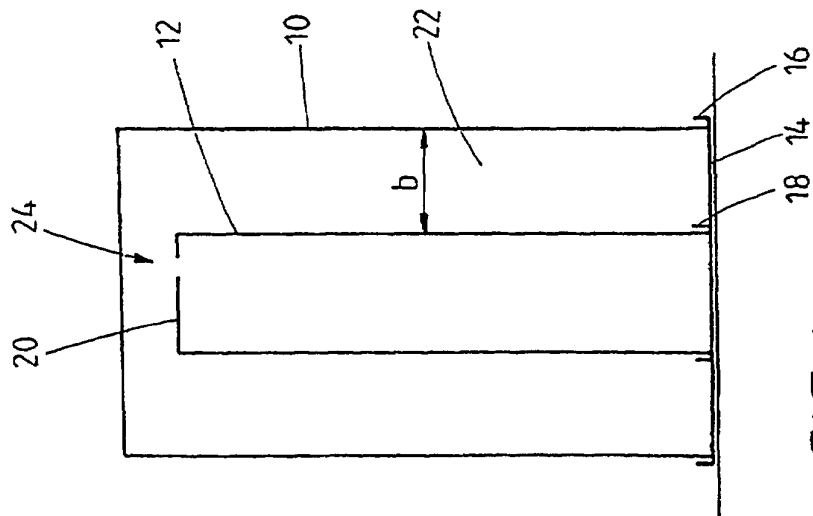


FIG. 1

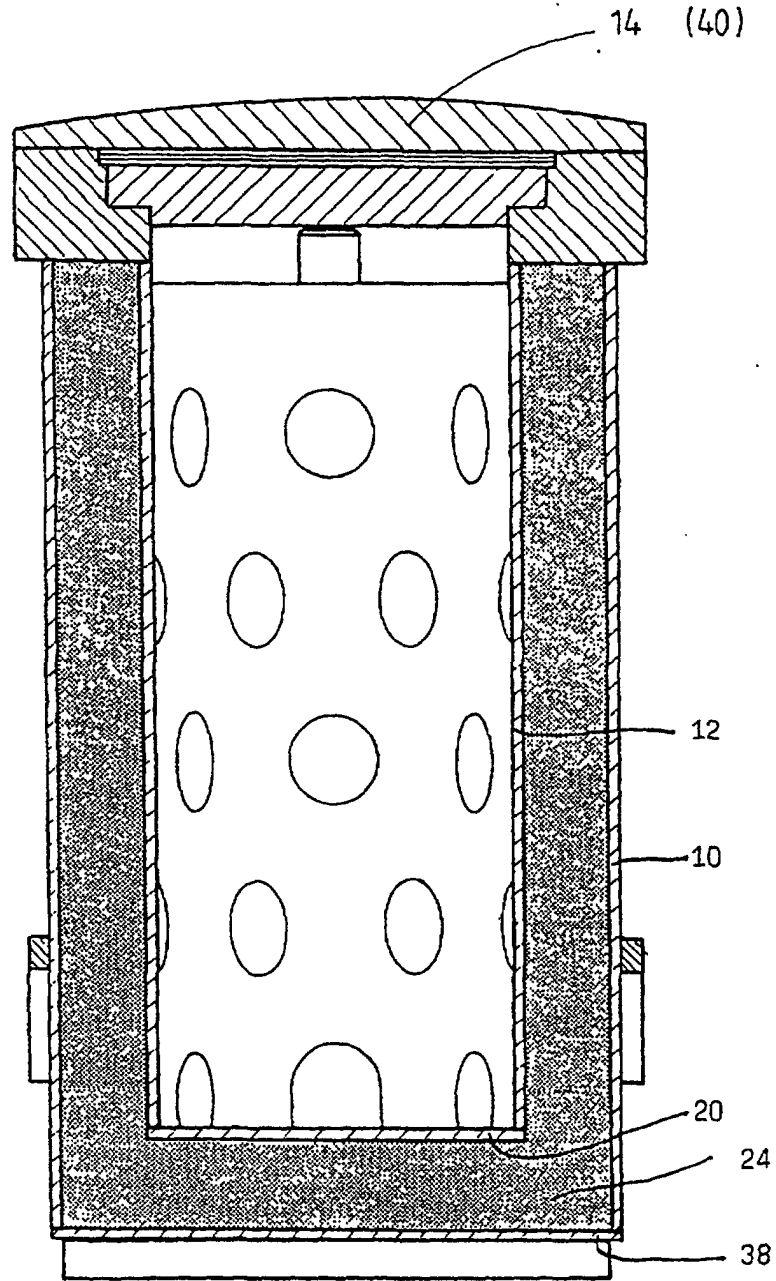


FIG.4