

①



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 244 599**  
**B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**13.06.90**

⑤

Int. Cl.<sup>5</sup>: **G21F 5/00**

⑥

Anmeldenummer: **87103768.5**

⑦

Anmeldetag: **16.03.87**

⑤

**Längszylindrischer Behälter für die Endlagerung von einer oder mehreren mit hochradioaktiven Abfällen gefüllten Kokillen.**

⑩

Priorität: **01.04.86 DE 3610862**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.11.87 Patentblatt 87/46**

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.06.90 Patentblatt 90/24**

⑧

Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH FR GB LI NL SE**

⑥

Entgegenhaltungen:  
**EP-A-0 049 437**  
**EP-A-0 057 429**  
**EP-A-0 057 867**  
**EP-A-0 092 679**  
**DE-A-2 952 168**

⑦

Patentinhaber: **KERNFORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE GMBH, Weberstrasse 5 Postfach 3640,  
D-7500 Karlsruhe 1(DE)**

⑦

Erfinder: **Köster, Rainer, Dr., Am Kirchberg 25,  
D-7500 Karlsruhe 41(DE)**  
Erfinder: **Schwarzkopf, Werner, Murgtalstrasse 23b,  
D-7514 Eggenstein-Leopoldshafen(DE)**

**EP 0 244 599 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Endlagerbehälter nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Die Erfindung befaßt sich allgemein mit der Bereitstellung eines Endlagergebundes für eine Einlagerung in eine geologische Formation, insbesondere in tiefen Bohrungen im Steinsalz. Es sollen dabei insbesondere Kokillen, die mit hochradioaktiven Abfällen gefüllt sind eingelagert werden. Folgende Probleme sind dabei zu lösen:

Gewährleistung einer mechanischen Stabilität gegen Gebirgsdruckbelastung um ca. 400 bar.

Kalkulierbarer Korrosionsschutz, d.h. ein sicher gestellter Flächenabtrag für einige  $10^2$  Jahre.

In vorhandene und bewährte Einrichtungen mit bekannten Greifkonturen und bekannte Glaskokillenlager soll das Endlagergebäude integrierbar sein.

Hochradioaktiver, insbesondere verglaster Abfall wurde bisher noch nicht eingelagert. Die bisher bekannten Verpackungen, in die hochradioaktiver, verglaster Abfall eingefüllt ist, erfüllen keine Barrierefunktionen mit Langzeitisolierung im Endlager.

Aus der EP-A 0 057 867 ist ein Lagerbehälter für die Langzeitlagerung bestrahlter Brennelemente mit einer Wandung aus mehreren Schichten bekannt, dessen Einzelschichten aus verschiedenartigen Werkstoffen bestehen, die von außen nach innen immer edler in bezug auf ihre Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe werden. Der Behälter ist jedoch hinsichtlich seiner Längsstabilität im Verhältnis zur Korrosionsfestigkeit nicht optimiert, so daß in einer Endlagerbohrung, in welcher die u.U. überschweren Behälter auf- bzw. übereinandergestapelt sind, ein Behälterversagen nicht ausgeschlossen werden kann.

Bekannte Konzepte mit kalkulierbarem Korrosionsschutz (Flächenkorrosion von unlegiertem Stahl) haben folgende Nachteile:

Die Verwendung von unlegiertem Stahl für die Gesamtkonzeption des Behälters führt durch die erforderliche Materialwandstärke zu einer überproportionalen Gewichtszunahme des Endlagergebundes.

Die Abseiltechnik von sehr schweren Gebinden in tiefe Einlagerungsbohrlöcher von 300 bis 600 m Tiefe überschreitet oder stößt zumindest an die Grenze der technischen Realisierbarkeit. Sicherheitsstandard hierzu sind die technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen.

Vorhandene Handhabungseinrichtungen für das Kokillenhänding und bewährte Zwischenlagereinrichtungen bei bekannten Glaskokillenlagern sind für überschwere Endlagergebäude nicht geeignet.

Die optimale Ausnutzung einer schmalen, aber tiefen Endlagerformation, insbesondere aus Steinsalz, ist nur durch eine Einlagerung in tiefe Bohrungen zu gewährleisten. Überschwere Gebinde sind jedoch aus den oben bereits ausgeführten Gründen sowie aus Festigkeitsgründen hierzu nicht geeignet.

Ausgehend davon ist es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Endlagerbehälter für den Langzeiteinschluß von hochradioaktiven Materialien in geologischen Formationen, z.B. in tiefen Boh-

rungen von Salzstöcken zu schaffen, der beim Aufeinanderstapeln in einem Bohrloch mechanisch stabil bleibt, dem Gebirgsdruck widersteht, günstige thermische Eigenschaften sowie kalkulierbare Korrosionsraten aufweist und dessen Gewicht trotz sicherer Abschirmung der Streustrahlung beim Einbringen ins Bohrloch beschränkt bleiben kann. Gleichzeitig soll der Endlagerbehälter für seinen Transport den Aufbau einer sehr einfachen und kostengünstigen Transportverpackung ermöglichen und vom Gewicht her den Einlagerungsbedingungen entsprechen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die vorliegende Erfindung nun die Merkmale vor, die im Kennzeichen des Anspruchs 1 sowie als vorteilhafte Weiterbildung in den Kennzeichen der Unteransprüche angegeben sind.

Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Endlagerbehälters besteht nun darin, daß die Gebirgsdruckbelastung durch den Einsatz einer Verbundkonstruktion mit hochfestem Innenrohr von dem Endlagergebäude aufgenommen werden kann, wobei der notwendige Korrosionsschutz durch das Aufschumpfen eines unlegierten Stahles auf das hochfeste Innenrohr gewährleistet bleibt. Die Erfindung ermöglicht somit die Herstellung eines kostengünstigen Endlagergebundes aus einfachen Massenwerkstoffen und Halbzeugen mit minimaler mechanischer Nachbearbeitung. Das geringe Gewicht des Endlagergebundes ermöglicht eine sichere Endlagerung in tiefen geologischen Formationen in Bohrungen. Die optimale Ausnutzung einer tiefen Steinsalzformation wird dadurch gewährleistet. Schnittstellenprobleme zu vorhandenen oder geplanten Einrichtungen wie Greiferkonturen oder die Handhabung und Einlagerung in bekannte Glaskokillenlager werden durch die erfindungsgemäße Gestaltung vermieden.

Die selbstabschirmende Wirkung des Deckel- und Bodenstopfens ermöglicht bei geringer Gewichtszunahme des Endlagergebundes den Aufbau eines sehr einfachen und kostengünstigen Typ B-Transportverpackung. Der verdickte Deckelstopfen vermindert sicher eine Dosisbelastung des Bedienungspersonals durch Streustrahlung bei der Abseilung des Endlagergebundes in eine Einlagerungsbohrung. Zusatzabschirmungen können dadurch weitgehendst entfallen.

Weitere Einzelheiten der vorliegenden Erfindung sind im folgenden anhand der Figur näher erläutert, wobei die Figur schematisch einen Querschnitt durch die Behälteranordnung zeigt.

In der Figur ist die Kokille 1 mit dem hochradioaktiven Inhalt dargestellt, der aus verglasten Spaltprodukten aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente von Kernreaktoren oder aus abgebrannten Brennelementen selbst bestehen kann. Die Kokille 1 weist an ihrer Oberseite zum Greifen den bekannten Pilzkopf 2 auf. Sie ist in den eigentlichen längszylindrischen Lagerbehälter 3 eingebracht, dessen rohrförmige Wandung 4 aus den beiden Schichten bzw. Rohren 5 und 6 zusammengesetzt ist. Das Außenrohr 5 ist gegenüber den Deckel- und Bodenstopfen 9, 10 relativ dünnwandig ausgebildet, d.h. mit wenig Abschirmwirkung gegen-

über der Strahlung aus der Kokille 1. Es ist an seinen oberen und unteren Enden bzw. Öffnungen 7 und 8 mittels der dicht eingesetzten, z.B. eingeschweißten oder eingeschrumpften Deckel- und Bodenstopfen 9 und 10 verschlossen, deren Dicke ein mehrfaches der Wandstärke des Außenrohres 5 beträgt und die – in axialer Richtung gesehen – die Strahlung aus der Kokille in Längsrichtung des Endlagerbehälters 3 abschirmen. Die Stopfen 9 und 10 bestehen aus normalem Baustahl, dessen Korrosionsraten unter Endlagerbedingungen bekannt sind und dessen Korrosionsverhalten daher kalkulierbar ist.

In das Außenrohr 5 ist nun zwischen den Stirnseiten 11 und 12 der Stopfen 9 und 10 das Innenrohr 6 dicht eingesetzt, z.B. eingeschrumpft bzw. mittels Engspaltschweißung verbunden. Das Innenrohr 6 sitzt kraftschlüssig zwischen den Stopfen und bildet damit eine durchgehende, die Wandung 4 verstärkende Stützverbindung zwischen dem Deckelstopfen 9 und dem Bodenstopfen 10. Da das Innenrohr 6 aus hochfestem Werkstoff, vorzugsweise aus Werkzeugstahl besteht, wird somit die axiale Tragfähigkeit des Endlagerbehälters 3 trotz geringer Wandstärke und kalkulierbarer Korrosionsrate des relativ weichen Materials für das Außenrohr 5 erheblich erhöht. Damit erhöht sich auch die Zahl der aus Festigkeitsgründen in einem Bohrloch aufeinander stapelbaren Endlagerbehälter 3.

Eine besonders günstige Transportverpackung für den Endlagerbehälter 3 bildet das dickwandige Transportrohr 13, das Abschirmwirkung besitzt und in welches der Behälter 3 eingesetzt wird. Die Verriegelung des Behälters 3 im Transportrohr 13 erfolgt mittels der Sicherungsbolzen 14 und 15, die radial oder tangential einschiebbar sind und zur Entladung wieder gelöst werden können. Die stirnseitigen Öffnungen 16 und 17 des Rohres 13 sind mittels der Endstücke 18 und 19 verschlossen, die ihrerseits als Stoßdämpfer beim Behälterfall wirken und die ebenfalls zusätzliche Abschirmwirkung besitzen können. Die Endstücke 18 und 19 können dabei größeren Außendurchmesser als das Transportrohr 13 aufweisen.

### Patentansprüche

1. Längszyklindrischer Behälter für die Endlagerung von einer oder mehreren, mit hochradioaktiven, z.B. in Glas eingeschmolzenen Abfällen oder abgebrannten Brennelementen von Kernreaktoren gefüllten und dichtverschlossenen Kokillen mit einer Wandung aus mehreren Schichten, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht aus einem relativ dünnwandigen Außenrohr (5) mit in dieses an den axialen oberen und unteren Enden bzw. Öffnungen (7, 8) eingesetzten Deckel- bzw. Bodenstopfen (9, 10) besteht, deren Dicke ein mehrfaches der Wandstärke des Außenrohres (5) beträgt und daß in das Außenrohr (5) zwischen Deckel- und Bodenstopfen (9, 10) ein an jenes eng anliegendes und aus im Verhältnis zum Außenrohr (5) hochfestem Werkstoff gefertigtes Innenrohr (6) eingesetzt ist, welches eine kraftschlüssige Verbindung zwischen

Deckel- und Bodenstopfen (9, 10) herstellt und daß Außenrohr (5), Deckelstopfen (9) und Bodenstopfen (10) aus Baustahl mit vorbestimmbarer Korrosionsrate, das Innenrohr (6) hingegen aus hochfestem Werkzeugstahl besteht.

2. Behälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Innen- (6) und Außenrohr (5) durch Aufschrumpfen miteinander verbunden sind.

### Claims

1. Elongate-cylindrical container for the final storage of one or more tightly sealed flasks filled with high-level radioactive waste, which has been sealed in glass, for example, or filled with burnt-out fuel elements of nuclear reactors, including a wall formed from a plurality of layers, characterised in that the outer layer is formed from a relatively thin-walled outer tube (5) provided with top and bottom plugs (9, 10) which are inserted into the outer tube at the axial, upper and lower ends or openings (7, 8), the thickness of said plugs being a multiple of the wall thickness of the outer tube (5), and in that an inner tube (6), which closely abuts against the bottom plug and is produced from material which is highly resistant in comparison with the outer tube (5), is inserted into the outer tube (5) between top and bottom plugs (9, 10), thereby establishing a force-fitting interconnection between top and bottom plugs (9, 10), and in that outer tube (5), top plug (9) and bottom plug (10) are formed from construction steel, which has a predeterminable rate of corrosion, but the inner tube (6) is formed from highly resistant tool steel.

2. Container according to claim 1, characterised in that inner tube (6) and outer tube (5) are interconnected by shrink-fitting means.

### Revendications

1. Récipient cylindrique pour le stockage définitif d'une ou plusieurs coquilles remplies de déchets ou d'éléments combustibles usés de réacteurs nucléaires, hautement radioactifs, par exemple noyés dans du verre, et fermées hermétiquement, comportant une paroi constituée de plusieurs couches, caractérisé en ce que la couche externe est constituée d'un tube externe (5) à paroi relativement mince avec des bouchons de couvercle et, respectivement, de fond (9, 10) insérés dans celui-ci à ces extrémités ou ouvertures axiales supérieure ou respectivement inférieure (7, 8), et dont l'épaisseur représente plusieurs fois l'épaisseur de paroi du tube externe (5), et en ce que dans le tube externe (5) entre bouchon de couvercle et bouchon de fond (9, 10) est inséré un tube interne (6) appliqué étroitement contre celui-ci et constitué d'un matériau très résistant par rapport au tube externe (5), qui forme une liaison en force entre les bouchons de couvercle et de fond (9, 10), et en ce que le tube externe (5), le bouchon de couvercle (9) et le bouchon de fond (10) sont constitués d'acier de construction à vitesse de corrosion pouvant être préétablie, et par contre le tube interne (6) est constitué d'acier à outil très résistant.

2. Récipient selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube interne (6) et le tube externe (5) sont assemblés l'un à l'autre par serrage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

