

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 057 430
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 82100593.1

51

Int. Cl.³: **G 21 F 9/36**

22

Anmeldetag: 28.01.82

30

Priorität: 03.02.81 DE 3103557

71

Anmelder: **Nukem GmbH, Rodenbacher
Chaussee 6 Postfach 11 00 80, D-6450 Hanau 11 (DE)**
Anmelder: **Deutsche Gesellschaft für
Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH,
Hamburger Allee 4, D-3000 Hannover 1 (DE)**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 11.08.82
Patentblatt 82/32

72

Erfinder: **Vietzke, Horst, Dr. Dipl.Chem., Burgstrasse 19,
D-6457 Maintal (DE)**
Erfinder: **Huschka, Hans, Dr. Dipl.Chem.,
Grünaustrasse 7, D-6450 Hanau 9 (DE)**
Erfinder: **Hrovat, Milan, Dr. Dipl.Ing., Meisenweg 7,
D-6458 Rodenbach 2 (DE)**
Erfinder: **Schmidt-Hansberg, Thomas, Dipl.Chem.,
Lindenring 37, D-6000 Frankfurt 50 (DE)**

84

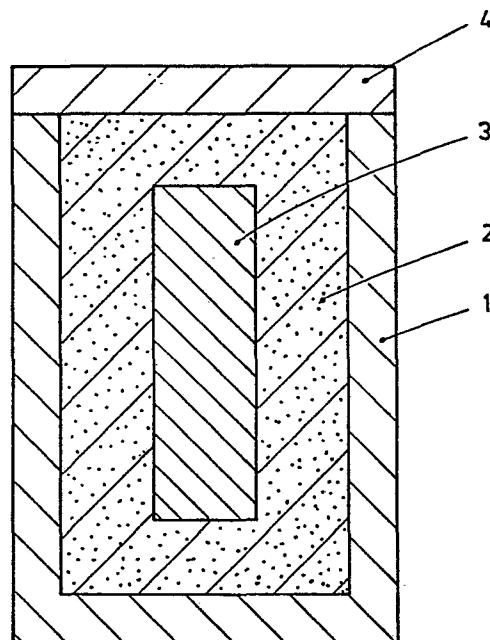
Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB SE**

54

Transport- und Lagerbehälter für radioaktive Abfälle.

57

Es wird ein Transport- und Lagerbehälter beschrieben, bestehend aus Aussenbehälter und Innenbehälter, zur Langzeitlagerung radioaktiver Abfälle, insbesondere abgebrannter Brennelemente, bei dem der Innenbehälter so korrosionssicher und druckbeständig ist, dass der Aussenbehälter aus billigem Material gefertigt werden kann. Der Innenbehälter (2) besteht aus einem monolithischen Graphitblock, in den der radioaktive Abfall (3) eingebettet ist.



EP 0 057 430 A1

1

5

N U K E M G m b H
6450 Hanau 11

10

Transport- und Lagerbehälter für radioaktive Abfälle

15

Gegenstand der Erfindung ist ein Transport- und Lagerbehälter zur Langzeitlagerung von radioaktiven Abfällen, insbesondere von abgebrannten Brennelementen, in geeigneten geologischen Formationen, bestehend aus einem Außenbehälter und einem Innenbehälter.

25

Bestrahlte, abgebrannte Brennelemente werden nach einer vorübergehenden Aufbewahrung in Wasserbecken entweder sofort oder nach einer begrenzten weiteren Zwischenlagerung aufgearbeitet. Dabei werden die nuklearen Brenn- und Brutstoffe von den Spaltprodukten abgetrennt und wieder dem Brennstoffkreislauf zugeführt. Die Spaltprodukte werden nach bekannten Verfahren, meist unter Verwendung großer Mengen Wertstoffe, wie zum Beispiel Blei und Kupfer, konditioniert und in geeigneten geologischen Formationen praktisch nicht mehr entnehmbar endgelagert.

35

1

5 Darüberhinaus wird überlegt (Berichte des Kern-
forschungszentrums Karlsruhe KFK 2535 und 2650), die
bestrahlten Brennelemente in absehbarer Zeit nicht
aufzuarbeiten, auf die in ihnen vorhandenen Brenn-
10 elemente - nach einer angemessenen Abklingzeit in
dafür vorgesehenen Lagern - gegebenenfalls wieder
entnehmbar endzulagern. Die Lagerzeiten können meh-
rere Generationen bis zu mehreren tausend Jahren
15 betragen, wobei sich das Gefährdungspotential des
radioaktiven Inventars in dieser Zeit, den bekannten
physikalischen Gesetzen folgend, entsprechend seiner
Zusammensetzung außerordentlich stark verringert.

Wegen der unbestimmten Lagerdauer werden an derart-
20 ge, für die Langzeitlagerung geeignete Behälter, die
gegenüber bekannten Transport- und Lagerbehältern
eine mehrfache Betriebszeit aufweisen müssen, beson-
dere Anforderungen gestellt. Erschwerend kommt hin-
zu, daß die Behälterlager schwer zugänglich sein
25 müssen und folglich den Überwachungsmöglichkeiten
Grenzen gesetzt sind.

Es sind teilweise sehr aufwendige Konzepte bekannt,
die bestrahlten Brennelementen mittels Behältern aus
30 Metall oder Beton in Salz, Sand oder in Felskavernen
zu lagern.

Als Verpackung für radioaktive Stoffe und bestrahlte
Brennelemente werden Behälter aus legierten und un-
35 legierten Stählen, aus Kupfer sowie aus Korund vor-

1

- 5 geschlagen. Die Behälter aus Stahl sind entweder
nicht genügend korrosionsbeständig oder wie solche
aus Kupfer sehr teuer. Behälter aus Korund sind
grundsätzlich geeignet, jedoch fehlen die für die
Herstellung notwendigen Erfahrungen. Darüber hinaus
10 müßten die Brennelemente zur Verpackung in die aus
herstellungsbedingten Gründen kleinen Korundbehälter
zerlegt werden, was mit einem erheblichen Aufwand
verbunden ist.
- 15 Solche Behälter erfüllen die Bedingungen der Lang-
zeitlagerung, wie dichter Einschluß bei auftreten-
den Drucken und Temperaturen, sowie Korrosion gegen
Salzlaugen, nur zum Teil, oder sie müssen sehr dick-
wandig ausgebildet werden. Außerdem eignen sie sich
20 meist nicht gleichzeitig auch als Transportbehälter,
sodaß unter erheblichem Aufwand eine Umladung der
Abfälle vom Transportbehälter in den Endlagerbehäl-
ter erfolgen muß.
- 25 Behälter, die zum Transport und zur Lagerung radio-
aktiver Abfälle dienen, bestehen normalerweise aus
einem Außenbehälter und einem Innenbehälter. Beide
Behälterteile sind im allgemeinen aus Metall. Die
Einhaltung der langen Lagerzeiten erfordern teure
30 Materialien, da sie als Korrosionsbarrieren einge-
baut werden müssen.

Es war deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung,
einen Transport- und Lagerbehälter zur Langzeitla-
35 gerung radioaktiver Abfälle, insbesondere abge-

1

5 brannter Brennelemente, in geeigneten geologischen
Formationen zu schaffen, bei dem die radioaktiven
Abfälle in einem Innenbehälter korrosionssicher und
druckbeständig so eingebracht werden können, daß
der Außenbehälter aus billigem, minderwertigem Ma-
10 terial hergestellt werden kann. Falls sich dieser
Außenbehälter im ungünstigem Falle nach einer be-
stimmten Zeit im Salz oder in Salzlauge aufgelöst
hat, muß der Innenbehälter einem Druck von 300 bar
bei 200 ° C und Salzlauge bis zum Ablauf der vorge-
15 sehenen Lagerzeit widerstehen können.

Diese Aufgabe wurde erfindungsgemäß dadurch gelöst,
daß der Innenbehälter aus einem monolithischen Gra-
phitblock besteht, in dem die radioaktiven Abfälle
20 eingebettet sind. Dieser monolithische Graphitblock
ist leicht nach bekannten Verfahren herstellbar und
kann durch Korrosion nicht angegriffen werden.

25 Es hat sich gezeigt, daß man Graphitpulver mit Schwe-
fel als Bindemittel bis ca. 120 ° C zu Blöcken ver-
pressen kann, bei denen nahezu die theoretische Dichte
erreicht wird. Gibt man zu der Mischung noch Metall-
pulver, wie zum Beispiel Ni, Mn, Fe, Zn, Pb und Sn,
30 die bei etwas höherer Temperatur mit dem Schwefel un-
lösliche Sulfide bilden, so erweicht der Graphitblock
auch bei höheren Temperaturen nicht. Da bei der Her-
stellung keine höheren Temperaturen erforderlich sind,
lassen sich abgebrannte Brennstäbe oder Brennelemente

35

1

- 5 in Büchsen in einen solchen Graphitblock einbetten.
Ein solcher monolithischer Graphitblock, eventuell
noch mit einer Stahlbüchse ummantelt, dient dann
als Innenbehälter für einen Transportbehälter be-
kannter Bauart. Wird dieser Transportbehälter mit
10 dem enthaltenen Graphitblock in tiefen geologischen
Schichten, zum Beispiel in Steinsalz endgelagert,
dann kann der äußere Metallmantel, der zum Beispiel
aus billigem Eisenguß besteht, durch Korrosion zer-
stört werden, weil der innere Graphitblock korro-
15 sionsbeständig ist und den vollen Gebirgsdruck auf-
zunehmen vermag. Es besteht aber auch die Möglich-
keit, den Graphitblock als Innenbehälter dem Außen-
behälter zu entnehmen und direkt endzulagern.
- 20 Die Abbildung zeigt schematisch einen erfindungsge-
mäßen Transport- und Lagerbehälter in beispielhafter
Ausführungsform.

- Der Behälter besteht aus einem Außenbehälter (1),
25 beispielsweise aus Gußeisen, und einem monolithi-
schen Graphitblock (2) als Innenbehälter, in den
die radioaktiven Abfälle, die sich vorzugsweise in
Büchsen (3) befinden, eingebettet sind. Die Abfälle
können vorteilhafterweise als Brennelemente offen
30 oder in Büchsen befindlich in den Graphitblock ein-
gepreßt werden. Es ist jedoch auch möglich, sie in
Bohrungen oder sonstige Hohlräume des Graphitblocks
einzubringen. Der Außenbehälter (1) wird mit einem
Deckel (4) verschlossen. Als Material für Außenbe-
35 hälter und Deckel sind alle dafür bekannten Werk-
stoffe verwendbar.

1

5 In manchen Fällen ist es vorteilhaft, den monolithischen Graphitblock metallisch zu beschichten, um eventuell noch vorhandene Poren zu verschließen oder den Wärmeübergang auf den Außenbehälter zu verbessern, z.B. galvanisch oder stromlos.

10 Folgende Beispiele sollen die Herstellung solcher monolithischen Graphitblöcke als Innenbehälter näher erläutern.

Beispiel 1:

15

Zunächst wird ein sechskantiger Graphitblock von 360 mm Schlüsselweite und 4 m Länge mit 210 Kanälen im inaktiven Bereich vorgepreßt. Im heißen Bereich werden dann 210 abgebrannte Brennstäbe in die Kanäle des Blockes eingeführt, der Block oben und unten mit einer ebenfalls vorgepreßten Graphitscheibe versehen und in einer Heißpresse fertiggepreßt.

20

Als Preßpulver dient zum Beispiel eine Mischung aus 43,3 % Graphitpulver, 36,7 % Nickelpulver und 20 % Schwefelblüte. Zur Verformung des Blockes wird eine 4-Säulenpresse mit 3 hydraulischen Antrieben verwendet. Der Hub des sechskantigen Unterstempels reicht nahezu über die gesamte (4 m) Matrizenlänge. Zur Formung der Kanäle dienen 210 polierte Stahlstäbe, die von unten durch die Matritze eingefahren werden können. Das Pressen geschieht abschnittsweise. In der gleichen Presse, jedoch mit glatten Stempeln (ohne Löcher), werden Sechskantscheiben von 180 mm Stärke vorgepreßt, die später als Boden und Deckel dienen.

30

35

1

5 Die so vorgepreßten Teile werden dann in eine heiße
Zelle transportiert und dort in eine Heißpresse ein-
gesetzt. In die Matrice wird zunächst eine vorge-
preßte Scheibe (als Boden) gelegt, auf die der 4 m
10 lange Block gestellt wird. Dann werden abgebrannte
Brennstäbe (210 Stck.) in die Kanäle eingeführt.

Der obere Freiraum bis zum Brennstab wird mit Preß-
pulver gefüllt und der vorgepreßte obere Deckel auf-
gesetzt. Wenn der Preßblock durch Heizen und Strah-
15 lungswärme 120°C erreicht hat, wird mit dem Fertig-
pressen bei 50 MN/m^2 begonnen. Die Temperatur wird
unter Beibehaltung des Druckes weitergesteigert und
muß bei Anwendung von Nickelpulver 400 bis 450°C
erreichen, damit der Schwefel quantitativ als NiS
20 abgebunden wird. Unterhalb 400°C kann der entste-
hende, hochdichte Graphitblock bereits aus der Ma-
tritze ausgestoßen werden. Für den Transport, zum
Zwischen- oder Endlager wird dieser Graphitblock in
einen Transportbehälter aus Eisengraphitguß einge-
25 setzt. Eine Endlagerung ist auch ohne den Außenbehäl-
ter möglich, indem der Graphitblock direkt ins Bohr-
loch eines Salzbergwerkes eingesetzt wird.

30 Beispiel 2:

Während bei Beispiel 1 das Brennelement vorher in
Einzelstäbe zerlegt werden muß, ist auch die direkte
Einbettung ganzer Brennelemente (~ 235 Brennstäbe)
35 möglich.

1

- 5 Von einem Biblis-Brennelement werden die Endstücke
abgesägt, um die Gesamtlänge klein zu halten. Ein
Stahlzylinder von 230 mm Innendurchmesser und
4,30 m Länge dient zur Aufnahme des Brennelement-
rumpfes. Die Enden des Zylinders bestehen aus Ku-
10 gelkalotten, die dicht mit dem Zylinder verschweißt
werden. Diese Brennelementbüchse soll einen Außen-
druck von 300 bar aushalten.

- In einer heißen Zelle wird diese Brennelementbüchse
15 in einen nach Beispiel 1 vorgefertigten Graphitzylin-
der mit nur einem Hohlkanal eingesetzt, an den offenen
Enden mit vorgepreßten Deckeln in die Heißpresse ein-
gesetzt und wie in Beispiel 1 fertiggepreßt.

- 20 Außer Nickelpulver und Schwefelblüte können selbstver-
ständlich auch alle anderen Bindemittel verwendet wer-
den, die bei einer Temperatur, bei der die Spaltpro-
dukte nicht oder kaum flüchtig sind, zu dichtem Graphit
führen.

25

30

35

0057430

- 9 -

81 110 KN

NUKEM GmbH
6450 Hanau 11

Patentansprüche

1. Transport- und Lagerbehälter zur Langzeitlagerung von radioaktiven Abfällen, insbesondere von abgebrannten Brennelementen, in geeigneten geologischen Formationen, bestehend aus einem Außenbehälter und einem Innenbehälter, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenbehälter (2) aus einem monolithischen Graphitblock besteht, in den die radioaktiven Abfälle (3) eingebettet sind.
2. Transport- und Lagerbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle (3), offen oder in einer Büchse sich befindlich, in den monolithischen Graphitblock (2) eingepreßt sind.

1

5 3. Transport- und Lagerbehälter nach Anspruch 1 und
2, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphitblock
(2) metallisch beschichtet ist.

10 4. Transport- und Lagerbehälter nach Anspruch 1 bis
3, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphitblock
(2) Metallsulfide als Bindemittel enthält.

15

20

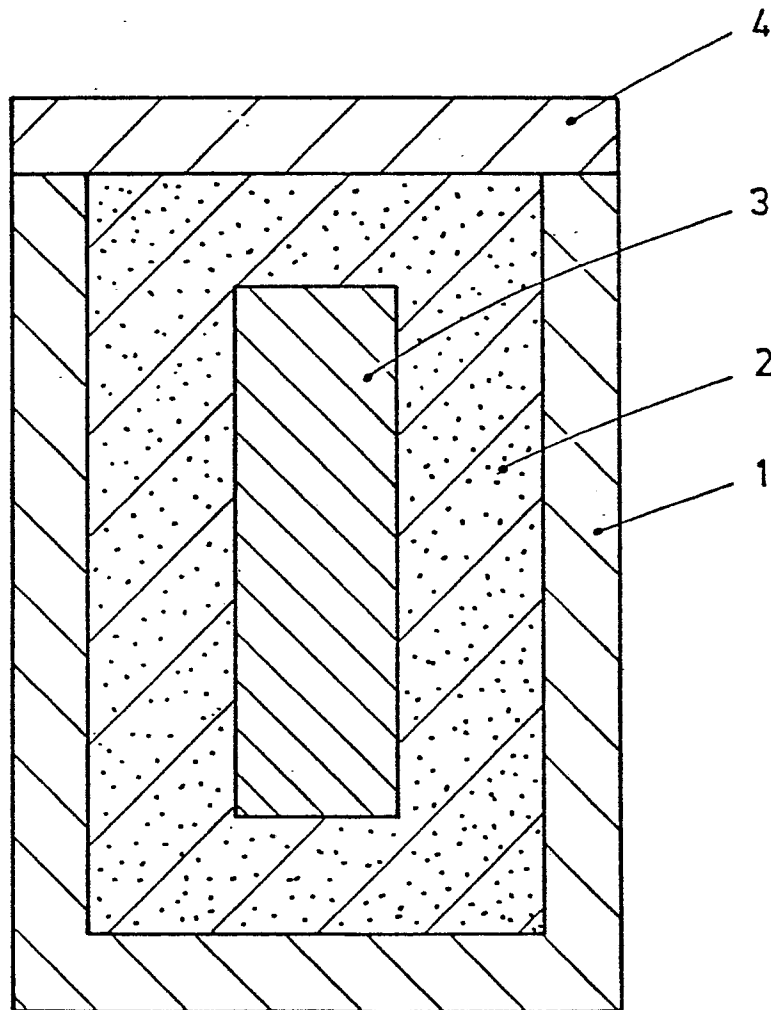
25

30

35

0057430

1/1



Abbildung



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0057430

Nummer der Anmeldung

EP 82 10 0593

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
X	US-A-3 993 579 (BUNNELL) * Ansprüche 1,8 *	1,2	G 21 F 9/36
X	--- GB-A-2 048 554 (NUKEM) * Ansprüche 1,4,7 * & DE - A - 2917437	1,2,4	
Y	--- US-A-3 828 197 (BOLDT) * Ansprüche 1,4 *	1	
P,X	--- DE-A-2 942 092 (STEAG) * Ansprüche 1,3 *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			G 21 F 9/00
			G 21 F 5/00
			G 21 F 1/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-04-1982	Prüfer NICOLAS H.J.F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			