

51

Int. Cl. 2:

**G 21 C 19/06**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DE 27 43 453 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 27 43 453**

21

Aktenzeichen: P 27 43 453.3-33

22

Anmeldetag: 27. 9. 77

43

Offenlegungstag: 29. 3. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung: Brennelementlagerbehälter

71

Anmelder: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72

Erfinder: Peehs, Martin, Dipl.-Phys. Dr.rer. nat., 8521 Bubenreuth;  
Stehle, Heinz, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8521 Marloffstein;  
Weidinger, Hans, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8500 Nürnberg

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

**DE 27 43 453 A 1**

Patentansprüche

1. Brennelementlagerbehälter für den vorzugsweise ortsfesten Einsatz in Brennelementlagerbecken von Kernreaktoranlagen, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter mit einem dichtschießenden Deckel versehen, unter Belassung eines Gaspolsters mit Wasser gefüllt und bodenseitig an eine Wasserentnahmeleitung angeschlossen ist, die über ein austauschbares Filter zu einem oberhalb desselben angeordneten, mit einer Wasserstandsüberwachung versehenen, Ausgleichstank führt, daß dieser allseits geschlossene Tank über Ventile direkt bzw. über eine Wasserreinigungseinrichtung bekannter Bauart mit dem Beckenwasser in Verbindung steht, daß der Behälter mit einer in den Raum des Gaspolsters mündenden Wassereinspeisung sowie einer an bekannte Spaltgasreinigungs- und Sammeleinrichtungen angeschlossenen Gasabsaugleitung versehen ist.

2. Brennelementlagerbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Raum des Gaspolsters Einrichtungen bekannter Art, wie Katalysatoren oder elektrische Vorrichtungen (Glimkerzen), zur Rekombination von Radiolyseprodukten zu Wasser vorgesehen sind.

3. Brennelementlagerbehälter nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß er für die Aufnahme von Brennelementen vorgesehen ist, die sich innerhalb einer zum Auffangen evtl. abfallender Korrosionsprodukte usw. geeigneter Hülsen oder Tragkörbe befinden.

4. Brennelementlagerbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckel mit einem Temperaturfühler versehen ist, der zusammen mit der Wasserstandsüberwachung im Ausgleichstank Bestandteil des Sicherheitssystems des Brennelementlagerbeckens ist.

5. Brennelementlagerbehälter nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß er ganz oder teilweise aus stark neutronenabsorbierenden Materialien aufgebaut ist.

Brennelementlagerbehälter

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brennelementlagerbehälter für den vorzugsweise ortsfesten Einsatz in Brennelementlagerbecken von Kernreaktoranlagen. Bestrahlte Reaktorbrennelemente müssen nach ihrem Ausbau aus dem Reaktorkern in geeigneter Weise gelagert werden, d.h. die Nachzerfallsleistung muß ständig bei einem unbedenklichen Temperaturniveau abgeführt werden können, und der Austritt von Spaltprodukten aus dem Brennelement in das Lagerbecken ist zu beherrschen. Das Lagerbecken selbst - seine Wasserfüllung steht mehrere Meter hoch über der Oberkante der eingelagerten Brennelemente - dient außerdem der Abschirmung der von den Brennelementen ausgehenden sehr starken radioactiven Strahlung.

Eine Abgabe von Spaltprodukten an die Umgebung ist über den genehmigungstechnischen Umfang hinaus zu unterbinden. Es ist dabei auch nicht auszuschließen, daß die dem Reaktor entnommenen Brennelemente teilweise am Ende der Bestrahlung bereits defekt sein können. Außerdem muß der hypothetische Fall berücksichtigt werden, daß Brennelemente bei der Lagerung defekt werden. Es ist daher bereits vorgeschlagen worden, die einzelnen Brennelemente in geschlossenen Hülsen einzuschließen und mit diesen zusammen im Brennelementbecken zu lagern. Diese ebenfalls wassergefüllten Hülsen stehen im Druckausgleich mit dem umgebenden Wasser und verhindern, daß Korrosionsprodukte und andere Teilchen in das eigentliche Brennelementbecken gelangen. Außerdem ist in diesem

Zusammenhang schon vorgeschlagen worden, gasförmige Spaltprodukte in aufschwimmenden glockenähnlichen Behältern zu sammeln. Siehe dazu die noch nicht veröffentlichten Patentanmeldungen P 27 18 305.7 und P 27 22 870.2 (VPA 77 P 9317 und  
5 VPA 77 P 9322).

Durch diese Einrichtungen wird zwar sichergestellt, daß der allergrößte Teil der von den Brennelementen austretenden Radioaktivität innerhalb der Hülsen verbleibt, es ist jedoch nicht  
0 auszuschließen, daß geringe Anteile davon in das Beckenwasser gelangen. Auch ein teilweiser Übertritt an die umgebende Atmosphäre kann dabei nicht vollkommen verhindert werden. Dies wäre nur möglich, wenn die abgebrannten Brennelemente in vollkommen geschlossenen wassergefüllten Behältern gelagert würden.  
5 Diese müßten dann allerdings druckfest sein, da während der Lagerzeit der Brennelemente im Falle des Defektwerdens weiterer Brennstäbe das in diesen befindliche Helium (Hochdruckfüllgas) sowie Spaltgase frei werden können. Druckbeständige Lagerbehälter wären somit nicht nur technisch außerordentlich aufwendig, sie  
würden auch im Laufe der Zeit immer stärker korrosionsanfällig  
werden und damit selbst wieder einer regelmäßigen Inspektion und Überprüfung bedürfen.

Es stellte sich daher die Aufgabe, eine sichere Trennung des Inneren der Lagerbehälter von dem umgebenden Beckenwasser auf wesentlich einfachere Weise zu bewerkstelligen und dabei gleichzeitig die eingeschlossenen Brennelemente hinsichtlich ihres Zustandes zu überwachen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Brennelementlagerbehälter mit einem dichtschießenden Deckel versehen, unter Belassung eines Gaspolsters mit Wasser gefüllt und bodenseitig an eine Wasserentnahmeleitung angeschlossen ist, die über ein auswechselbares Filter zu einem oberhalb desselben angeordneten, mit einer Wasserstandsüberwachung

versehenen, Ausgleichstank führt, daß dieser allseits geschlossene Tank über Ventile direkt bzw. über eine Wasserreinigungseinrichtung bekannter Bauart mit dem Beckenwasser in Verbindung steht und daß der Behälter mit einer in den Raum  
5 des Gaspolsters mündenden Wassereinspeiseleitung sowie einer an bekannte Spaltgasreinigungs- und Sammeleinrichtungen angeschlossenen Gasabsaugleitung versehen ist. Dabei ist es zweckmäßig, die Brennelemente selbst in einer Hülse oder einem Tragkorb aufzunehmen - siehe auch der Stand der Technik - worin  
10 sich von den Brennelementen abfallende Korrosionsprodukte usw. fangen können.

Eine Verbindung mit dem Beckenwasser ist also stets nur über ein leicht auswechselbares Filter möglich, so daß praktisch  
15 keine radioaktiven Teilchen in dieses gelangen können. Ein solcher Übertritt von im Lagerbehälter befindlichem Wasser ist außerdem nur dann gegeben, wenn die Spaltgasfreisetzung innerhalb des Lagerbehälters so groß wird, daß Wasser verdrängt wird, bevor die gebildeten Spaltgase bzw. das freiwerdende  
20 Helium abgesaugt werden. Eine Druckbeanspruchung des Lagerbehälters tritt dabei praktisch nicht auf, so daß dieser verhältnismäßig leicht gestaltet werden kann. Er wird zweckmäßigerweise aus Materialien gefertigt, die sehr stark Neutronen absorbieren bzw. diese enthalten z.B. die als Neutronengifte bekannten Elemente Bor, Cadmium, Hafnium usw.. Auf diese Weise wird  
25 erreicht, daß viele Brennelemente auf relativ engem Raum zusammen im Brennelementbecken gelagert werden können, ohne daß die Gefahr einer kritischen Anordnung derselben besteht. Es soll in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen werden, daß in einem der  
30 erfindungsgemäßen Brennelementlagerbehälter gleichzeitig auch mehrere Brennelemente untergebracht werden können.

Nähere Einzelheiten dieses Lagerbehälters sind in der nachstehenden Beschreibung eines in der Figur näher dargestellten  
35 Ausführungsbeispiels zu entnehmen, selbstverständlich gibt es

auch noch weitere konstruktive Möglichkeiten zur Verwirklichung eines solchen erfindungsgemäßen Lagerbehälters. Der Übersichtlichkeit halber ist dieser in der Figur daher auch nur rein schematisch dargestellt, desgleichen seine Verbindungen mit  
5 den notwendigen Geräten außerhalb des Lagerbeckens.

Das Brennelementbecken ist mit 1 bezeichnet, seine Wasserfüllung reicht bis zum Spiegel 11, sein Boden ist mit 12 angedeutet. Die in der Figur verwendete Darstellung ist selbstverständlich  
10 nicht maßstäblich, so sei vor allem darauf hingewiesen, daß oberhalb des Lagerbehälters 2 bis zum Spiegel 11 des Beckenwassers noch eine Wasserschicht von mehreren Metern Dicke aus Abschirmungsgründen vorhanden ist. Der Brennelementbehälter 2 ist auf einem Sockel 13 ortsfest im Becken 1 gelagert. Er besteht aus  
15 dem feststehenden unteren Teil 21 und dem Deckel 22, die beide über eine Flanschverbindung 23 dicht miteinander verbunden sind. Diese Abdichtung bereitet keine großen Schwierigkeiten, da nicht mit dem Auftreten größerer Innendrucke gerechnet werden muß. Im Inneren dieses Lagerbehälters 2 befindet sich  
20 Wasser, oberhalb desselben ein Gaspolster 27. Eingetaucht in die Wasserfüllung dieses Behälters befindet sich ein Brennelement innerhalb eines Tragkorbes 3, der mit einem Traggriff 31 zur besseren Handhabung versehen ist. Jedes Brennelement wird also mit Hilfe eines solchen Tragkorbes in den Lagerbehälter 2 einge-  
25 setzt und anschließend der Deckel aufgebracht. Wie bereits erwähnt, können mehrere derartige Tragkörbe 3 mit Brennelementen in einen derartigen ortsfesten Lagerbehälter eingesetzt werden.

Dieser ortsfeste Lagerbehälter ist an ein Leitungssystem ange-  
30 schlossen, Die Leitung 4 führt zu einem Filter 41, von dort zu einem Ausgleichstank 42 und weiter entweder über das Ventil 47 zurück in das Beckenwasser oder über das Ventil 44 zu einer zusätzlichen Reinigungsanlage 45 und sodann über die Leitung 46 in das Beckenwasser zurück. Der Ausgleichsbehälter 42 ist dabei  
35 mit einem Wasserstandsmeßgerät 43 versehen. Desgleichen hat der

Deckel 22 des Lagerbehälters 2 ebenfalls eine Wasserstandsmeß-  
einrichtung 28. Beide sind an ein Überwachungsgerät 7 ange-  
schlossen, das einen Teil des Sicherheitssystems des gesamten  
Brennelementlagerbeckens darstellt. Diese Leitung 4 stellt die  
5 Entnahmeleitung für das im Inneren des Lagerbehälters befind-  
liche Wasser dar. Die Wasserzuführungsleitung ist mit 5 be-  
zeichnet, sie führt zu einer Pumpe 51 und steht selbst wiederum  
mit dem Beckenwasser in Verbindung. Die Füllung des Lagerbe-  
hälters 2 erfolgt also mit Beckenwasser über die Pumpe 51 bis  
10 zu einem Wasserstand, der durch den Wasserstandsmesser 28 fest-  
gestellt werden kann. In das Gaspolster 27 des Lagerbehälters 2  
taucht die Gasentnahmeleitung 6 ein, die über eine Pumpe 61 und  
einem Ventil 62 mit einer Spaltgassammeleinrichtung 65 in Ver-  
bindung steht. Bei geschlossenem Ventil 62 kann auch über das  
15 Ventil 63 Druckgas aus der Flasche 64 dem Lagerbehälter 2 zuge-  
führt werden und damit das in diesem befindliche Wasser über  
die Leitung 4 hinausgedrückt werden. Zur Sicherheitsüberwachung  
des gesamten Systems gehört ferner eine Temperaturmeßein-  
richtung 25, die am Deckel 22 des Lagerbehälters 2 angebracht  
20 ist und die wiederum an das Überwachungsgerät 7 angeschlossen  
ist.

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß der Druckausgleich ent-  
weder über die Leitung 4 oder die Leitung 5 bzw. 6 vonstatten  
25 gehen kann. Der Aufbau eines höheren Druckes, der den Lagerbe-  
hälter 2 beschädigen könnte, ist also nicht möglich. In diesem  
Zusammenhang sei weiter noch darauf hingewiesen, daß es möglich  
ist, im Raume des Gaspolsters 27 Rekombinationseinrichtungen  
bekannter Art einzubringen, mit deren Hilfe evtl. auftretende  
30 Radiolyseprodukte wieder zu Wasser rekombiniert werden können.  
Diese Einrichtungen können katalytischer oder auch elektrischer  
Natur sein, so können zu diesem Zweck z.B. elektrische Glüh-  
kerzen Verwendung finden. Diese Einrichtungen sind jedoch der  
Übersichtlichkeit halber in der Figur nicht eingetragen.



Nach Einlagerung und Verschließen des Lagerbehälters 2 sowie Einstellung des Wasserstandes über die Leitung 6 und 5 können sich die eingesetzten Brennelemente selbst überlassen bleiben. Kommt es zu einem Defekt eines Brennstabes, so sammelt sich das austretende Gas im Raum 27 des Behälters 2. Dieses Ereignis wird jedoch am Überwachungsgerät 7 ablesbar, da dieses an den Wasserstandsmeldern 43 im Ausgleichsbehälter 42 sowie 28 im Deckel des Behälters 2 zum Ausdruck kommt. Über die Leitung 6 kann dann von außen das radioaktive Gas abgezogen werden und durch gereinigtes Gas oder Gas aus der Druckflasche 64 ersetzt werden. Der Ausgleichsbehälter 42 dient dabei zur Verhinderung des sofortigen Austritts von evtl. radioaktiv verseuchtem Wasser in das Wasser des allgemeinen Lagerbeckens. Sollten jedoch in unerwarteter Weise eine größere Anzahl von Brennstäben gleichzeitig defekt und hierdurch ein größeres Gasvolumen freigesetzt werden, so tritt das aus dem Lagerbecken hinausgedrückte Wasser höchstens über die Ausgleichsleitung in das Beckenwasser. Es ist in diesem Fall aber bereits durch das Filter 41 hindurchgegangen und hat dort den größten Teil seiner Radioaktivität zurückgelassen.

Das Überwachungsgerät 7 gibt aber in einem solchen Falle die Möglichkeit für eine rasche und automatische Absaugung der freigesetzten Gasmengen über die Leitung 6 durch Öffnen des Ventils 62 und Einschalten der Pumpe 61 zu sorgen. Eine Überfüllung des Ausgleichsbehälters 42 und der damit verbundene Übertritt von Wasser aus dem Lagerbehälter 2 in das Beckenwasser ist damit mit Sicherheit unterbunden.

Soll ein Brennelement nach Beendigung der Lagerzeit aus seinem Lagerbehälter entnommen werden, kann dieses zunächst über die Leitungen 5 und 4 gespült werden. Das dabei über die Leitung 4 entnommene radioaktive Wasser wird in der Reinigungsanlage 45 aufbereitet und dann in das Beckenwasser zurückgegeben. Mit

- 7.9

diesem Spülvorgang ist auch eine Reinigung des Lagerbehälters 2 verbunden, der nunmehr problemlos geöffnet werden kann. Zu diesem Zweck ist der Deckel 22 mit Tragösen 24 versehen. Nunmehr kann das Brennelement mit seinem Tragkorb fernbedient aus dem Lagerbehälter 2 herausgehoben werden, dieser steht dann für die Aufnahme weiterer Brennelemente wieder zur Verfügung.

Selbstverständlich verringert sich der dargestellte technische Aufwand sehr stark, je mehr Brennelemente in einem einzelnen Lagerbehälter 2 aufgenommen werden können. Die abzuführende Wärmestromdichte bewegt sich dabei in der Größenordnung von  $1 \text{ W/cm}^2$  Behälteroberfläche.

Das Austreten radioaktiver gasförmiger Produkte in die Umgebung des Lagerbeckens ist ausgeschlossen, eine Kontaminierung des Beckenwassers tritt nur in einem äußerst geringen Umfange ein, so daß die für das jeweilige Lagerbecken vorgesehene Wasserreinigungsanlage in relativ bescheidenen Größenordnungen gehalten werden kann. Damit wird auch eine Strahlenbelastung des Betriebspersonals äußerst niedrig gehalten.

5 Patentansprüche

1 Figur

-10 -  
Leerseite

Nummer: 27 43 453  
Int. Cl. 2: G 21 C 19/06  
Anmeldetag: 27. September 1977  
Offenlegungstag: 29. März 1979

-11-

2743453

