

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 19/06

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 27 11 405 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 11 405

21

Aktenzeichen: P 27 11 405.2

22

Anmeldetag: 16. 3. 77

43

Offenlegungstag: 21. 9. 78

31

Unionspriorität:

22 33 31

54

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Lagern bestrahlter bzw. abgebrannter Brennelemente aus Druckwasser- und Siedewasser-Kernreaktoren

71

Anmelder: Nukem GmbH, 6450 Hanau

72

Erfinder: Pirk, Hans, Dipl.-Ing., 6457 Maintal; Klein, Dieter, Dipl.-Ing., 6360 Friedberg

55

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US 39 32 979

US 28 73 160

DE 27 11 405 A 1

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Lagern bestrahlter bzw. abgebrannter Brennelemente aus Druckwasser- und Siedewasserreaktoren, dadurch gekennzeichnet, dass die senkrecht in einer Betonkammer angeordneten, in entsprechend geformten Büchsen sich befindenden Brennelemente mit Luft gekühlt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftzu- und -abfuhr selbsttätig erfolgt.
3. Vorrichtung zum Lagern bestrahlter bzw. abgebrannter Brennelemente aus Druck- und Siedewasserreaktoren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Betonkammer (1) ein oder mehrere Gitterroste (2,3) zur senkrechten Aufnahme der in entsprechend geformten Büchsen (4) sich befindenden Brennelemente angebracht sind und die Betonkammer (1) mit Zuluft- (5) und Abluftschächten (6) zur zwangsweisen Kühlung der Brennelemente mit Luft versehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuluftschächte (5) in einer seitlichen Kammerwand (8) unterhalb oder seitlich der Büchsen (4) und die Abluftschächte (6) ebenfalls in einer seitlichen Kammerwand unterhalb des obersten Gitterrostes (3) in die Betonkammer (1) münden.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuluft - (5) und Abluftschächte (6) so angeordnet und ausgebildet sind, dass die Büchsen (4) auch quer zu ihrer senkrechten Anordnung mit Luft angeströmt werden.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuluft-(5) und Abluftschächte (6) in einen gemeinsamen Kamin (7) mit getrennter Zu- und Abluftführung münden.
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch den obersten Gitterrost (3) die Betonkammer (1) in einen oberen Raumteil (10) und einen unteren Raumteil (9) getrennt wird, wobei nur der untere Raumteil (9) in den Kühlluftkreislauf einbezogen ist und im oberen Raumteil (10) ein Unterdruck aufrechterhalten wird.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterroste (2,3) so mit Öffnungen für die Büchsen (4) versehen sind, dass die Brennelemente versetzt angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Büchsen (4) aus einem neutronenabsorbierenden Material bestehen.

2711405

. 3.

NUKEM GmbH
6450 Hanau 11

Verfahren und Vorrichtung zum Lagern bestrahlter bzw. abge-
brannter Brennelemente aus Druckwasser- und Siedewasser-
Kernreaktoren.

809838/0198

- 3 -

4.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lagern bestrahlter Brennelemente unterschiedlichen Abbrandes aus Druck- und Siedewasser-Kernreaktoren, insbesondere zum Lagern hochabgebrannter Brennelemente.

Abgebrannte Brennelemente von Leistungsreaktoren werden bis zur Wiederaufarbeitung des bestrahlten Brennstoffes bisher ausschliesslich in Wasserbecken zwischengelagert. Während dieser Lagerzeit klingt die Radioaktivität der Spalt- und Aktivierungsprodukte ab. Das Wasser erfüllt dabei gleichzeitig die Funktionen der Kühlung der heissen Brennelemente und der Abschirmung der radioaktiven Strahlung.

Die Kühlung der Brennelemente ist notwendig, um die freigesetzte Nachwärme abzuführen, deren Grösse vom Abbrand im Reaktor und von der bereits vergangenen Kühlzeit abhängt.

Aus dem Kühlwasser wird die Wärme in aussenliegenden Kühlern durch einen sekundären Kühlwasserkreislauf und einen Nasskühlturm an die Umgebung abgeführt. Aus den zur Verfügung stehenden geringen Aufwärmspannen resultieren relativ grosse Kühlwasserdurchsätze und grosse Kühlflächen. Die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente aus Leistungsreaktoren in Wasserbecken hat daher den Nachteil, dass ein hoher Kühlwasserverbrauch auftritt, durch die Kühltürme eine Umweltbelästigung erfolgt und die Reinigung des Wassers sowie die Zwischen- und Endbehandlung der abgetrennten radioaktiven Abfälle kostspielig ist.

Ausserdem ist ein hoher Abdichtungsaufwand und somit Sicherheitsaufwand für die Wasserbecken erforderlich, da das Wasser durch nicht ganz vermeidbare Undichtigkeiten in den Brennelementumhüllungen radioaktiv kontaminiert wird und ferner auch die unvermeidliche Radiolyse des Beckenwassers beherrscht werden muss.

- 4 -

- * -

.5.

Insgesamt ergeben sich für Wasserbecken sehr hohe Investitions- und Betriebskosten.

Es war daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lagern bestrahlter Brennelemente aus Druckwasser- und Siedewasserkernreaktoren bis zu ihrer Wiederaufarbeitung zu finden, bei denen die Nachteile der Zwischenlagerung in Wasserbecken nicht auftreten, insbesondere in bezug auf die Umweltprobleme.

Diese Aufgabe wurde erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die in einer Betonkammer senkrecht angeordneten, in entsprechend geformten Büchsen sich befindenden Brennelemente mit Luft gekühlt werden.

Entgegen den bisherigen Vorstellungen, dass aus Sicherheits- und Abschirmungsgründen eine Wasserlagerung der abgebrannten Brennelemente unbedingt notwendig sei, wurde überraschenderweise gefunden, dass die bestrahlten und abgebrannten Brennelemente aus Kernreaktoren bereits nach relativ kurzen Abklingzeiten, von z.B. einem Jahr, gefahrlos in Betonkammern trocken gelagert werden können, wenn sie erfindungsgemäss mit Luft gekühlt werden. Die Brennelemente werden dazu in entsprechend geformte Büchsen gestellt und senkrecht in der Betonkammer angeordnet. Diese Anordnung und die erhöhte Temperatur der Brennelemente bewirkt, dass die durch Schächte zuströmende Aussenluft selbsttätig angesaugt wird, an den Büchsen entlangstreicht und über separate Luftschächte die Betonkammer wieder verlässt. Die Luftzu- und -abfuhr und damit die Kühlung erfolgt daher selbsttätig im Naturzug.

- 4a -

- 4d -

. 6 .

Die Aussenluft tritt mit max. 40°C (Sommerbedingungen) in die Lagerzelle ein und verlässt die Zelle mit einer Temperatur zwischen 150 bis 250°C . Die Temperatur im Inneren des Brennelementes liegt bei ca. 400°C .

- 5 -

809838/0198

- 5 -

7.

Anhand der Abbildungen I und II wird in schematischer Darstellung die besonders vorteilhafte Ausgestaltungsform einer Vorrichtung zur erfindungsgemässen Lagerung bestrahlter Brennelemente dargestellt.

Abbildung I zeigt schematisch eine Seitenansicht und Abbildung II einen Querschnitt eines erfindungsgemässen Brennelementlagers

Der Lagerraum besteht aus einer Betonkammer (1), die einen oder mehrere Gitterroste (2,3) zur senkrechten Aufnahme der bestrahlten Brennelemente enthält, die in entsprechend geformten Büchsen (4) eingeschlossen sind. Die Betonkammer (1) ist ausserdem mit Zuluft- (5) und Abluftschächten (6) versehen, die in einen Kamin (7) münden, in dem die Zu- und Abluft getrennt geführt wird. Die Zuluftschächte (5) befinden sich vorzugsweise in einer seitlichen Kammerwand (8) und enden unterhalb oder seitlich der Büchsen (4) in der Betonkammer (1). Die Abluftschächte (6) befinden sich ebenfalls in einer seitlichen Kammerwand, normalerweise in der gleichen, und münden unterhalb des obersten Gitterrostes (3) in die Betonkammer (1). Die Gitterroste sind dabei so ausgebildet, dass der kritische Abstand bei der Lagerung der Brennelemente stets gewahrt bleibt.

Durch den obersten Gitterrost (3), dessen nichtbenutzte Öffnungen zur Aufnahme der Brennelementebüchsen (4) mit Deckeln verschlossen werden, wird in der Betonkammer (1) ein unterer Raumteil (9), in dem der Kühlungsluftumlauf stattfindet, und ein oberer Raumteil (10) gebildet, die im gewissen Umfang gegeneinander abgedichtet sind. Der obere Raumteil (10) wird daher nicht von der Kühlungsluft durchströmt, sondern man erzeugt in diesem Raumteil im Gegenteil einen geringen Unterdruck, damit radioaktive Gase aus schadhafte Brennelementen die nicht hermetisch verschlossenen Büchsen (4) nach oben verlassen können und nicht mit den grossen Volumen an Kühlungsluft vermischt werden.

- 6 -

- 6 -
- 8 -

An den Lagerraum sind noch eine Übernahmestation mit den entsprechenden Schleusen und Bedienungsraume angebaut, aus denen die Übernahme und Lagervorgänge, die ausschliesslich an Luft erfolgen, gesteuert und durch Strahlenschutzfenster beobachtet werden können. Die gesamte Anlage wird zum Schutz gegen Strahlungen und extreme natur- und zivilisatorisch bedingte Ereignisse durch Betonwände zur Aussenwelt abgeschirmt.

Der obere Teil (10) des Lagerraumes mitsamt Übernahmestation und Bedienungsräume sind mit einer Lüftungsanlage ausgestattet, die eine unkontrollierte Abgabe von Aktivität an die Aussenatmosphäre verhindert. Dazu werden diese Raume im Unterdruck gehalten und durch Staffelung des Unterdruckes eine gerichtete Strömung zu Räumen erhöhter Kontaminationsgefahr erzeugt. Diese Raumabluft wird dann gefiltert entsprechend den gesetzlichen und behördlichen Auflagen an die Aussenatmosphäre abgegeben.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Luftzuführungs- (5) und -Abführungsschächte (6) so anzuordnen und auszubilden, dass die Brennelementbüchsen (4) auch quer zu ihrer senkrechten Anordnung angeströmt werden. Ebenfalls vorteilhaft ist es, die Gitterroste so mit Öffnungen zu versehen, dass die Büchsen (4) zur Lagerung der Brennelemente versetzt angeordnet sind.

Die Büchsen (4) für die Brennelemente müssen aus temperatur- und korrosionsbeständigen Materialien bestehen. Vorteilhaft sind Werkstoffe, die auch neutronenabsorbierend wirken. Vorzugsweise verwendet man daher für die Brennelementbüchsen Borstahl.

Frankfurt/Main, 14.3.1977.

Dr.Br.-Bi

809838/0198

Nummer: 27 11 405
Int. Cl. 2: G 21 C 19/06
Anmeldetag: 16. März 1977
Offenlegungstag: 21. September 1978

2711405

- 9 -

Abb. I

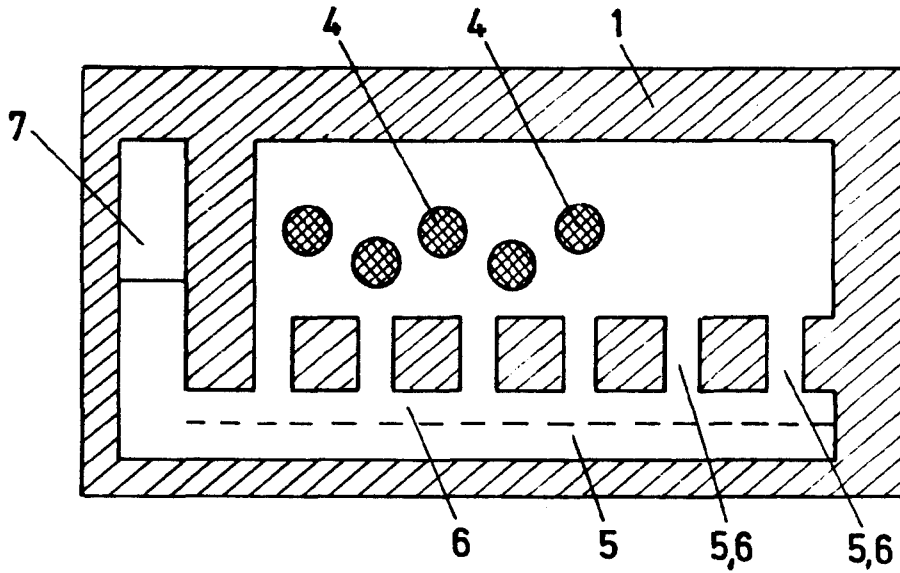
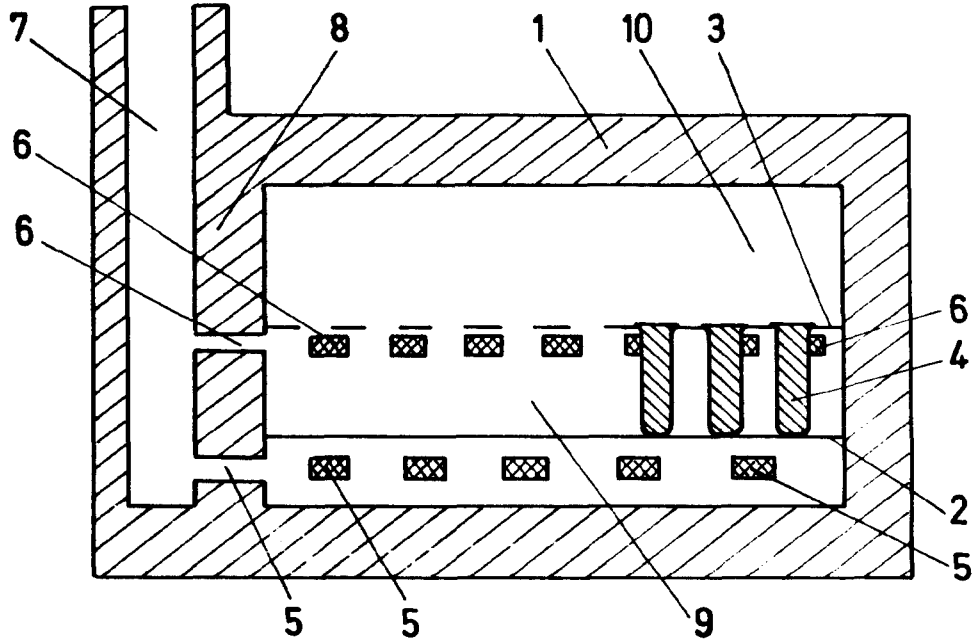


Abb. II