

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

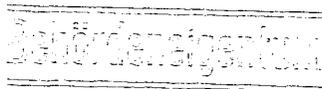


DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 30 11 218 A 1**

⑮ Int. Cl. 3:
G 21 C 7/22
G 21 C 9/02

⑳ Aktenzeichen: P 30 11 218.6-33
㉑ Anmeldetag: 22. 3. 80
㉒ Offenlegungstag: 1. 10. 81



㉓ Anmelder:
GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik
mbH, 5060 Bergisch Gladbach, DE

㉔ Erfinder:
Reutler, Herbert, Dipl.-Ing. Dr., 5000 Köln, DE; Müller-Frank,
Ulrich, Dipl.-Ing. Dr.; Ullrich, Manfred, Ing.(grad.);
Schepers, Hubert, Ing.(grad.), 5060 Bergisch Gladbach, DE

DE 30 11 218 A 1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑮ **Kugelhafenreaktor mit Zugabevorrichtung für Absorbermaterial**

DE 30 11 218 A 1

G H T

24.502.6

Gesellschaft für
Hochtemperaturreaktor-Technik mbH
D-5060 Bergisch Gladbach 1

Schutzansprüche

1. Kugelhaufenkernreaktor, der durch das Einbringen von rieselfähigen Körpern in die Kugelschüttung abschaltbar ist, die neutronenabsorbierendes Material enthalten; die rieselfähigen Körper befinden sich während des Normalbetriebes in einem oberhalb der Kugelschüttung angeordneten Vorratsbehälter, der an seiner tiefsten Stelle mit einer absperrbaren Ausflußöffnung versehen ist; der Kernreaktor hat folgende Merkmale:

- a) Der Vorratsbehälter (6) ist in senkrechter Richtung beweglich;
- b) mit dem Vorratsbehälter fest verbunden ist unterhalb der Ausflußöffnung (9) ein Kolben (11) angeordnet, der in einem in Bezug auf den Reaktor (1) ortsfestem, oben offenen Zylinder (12) gleitet.
- c) In der oberen Endlage des Vorratsbehälters schließt der Kolben mit dem oberen Rand des Zylinders ab.
- d) In der unteren Endlage des Vorratsbehälters ist die Höhe des sich auf dem Kolben bildenden Schüttkegels größer als der Abstand zwischen Kolben und Ausflußöffnung.

We/Wa 19.03.1980

130040/0432

ORIGINAL INSPECTED

2. Kernreaktor nach Anspruch 1 mit folgendem

M e r k m a l :

- a) Der Vorratsbehälter (6) ist mit einer Einrichtung (14) zum Messen des Füllstandes versehen.

3. Kernreaktor nach Anspruch 1 oder 2 mit folgenden

M e r k m a l e n :

- a) Am unteren Ende des Vorratsbehälters (6) ist koaxial zum Zylinder (12) und von annähernd gleichem Durchmesser wie dieser ein Ring (15) befestigt.
- b) In der unteren Endlage des Vorratsbehälters ist der Abstand zwischen Ring und Zylinder geringer als der Durchmesser der rieselfähigen Körper (5).

4. Verfahren zum Betrieb eines Kernreaktors nach

Anspruch 1, 2 oder 3 mit folgenden M e r k m a l e n :

- a) Der Vorratsbehälter (6) wird gelegentlich für einen kurzen Zeitraum aus der unteren in die obere Endlage gebracht.
- b) Die Reaktivität des Reaktors wird daraufhin überwacht, ob sich eine Absenkung einstellt, die der Menge des neutronenabsorbierenden Materials (5) entspricht, deren Ausfließen aus dem Vorratsbehälter während dieses Zeitraumes zu erwarten ist.

G H T
Gesellschaft für
Hochtemperaturreaktor-Technik mbH
D-5060 Bergisch Gladbach 1

-3-

Unser Zeichen
24.502.6

Kugelhaufenreaktor mit Zugabevorrichtung für Absorbermaterial

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kugelhaufenkernreaktor nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs. Reaktoren dieser Art werden im Normalbetrieb mit Absorberstäben geregelt, die mehr oder weniger weit auf die Oberfläche der Kugelschüttung herabgefahren werden; durch ein Einfahren der Absorberstäbe in die Kugelschüttung kann der Reaktor abgeschaltet werden. Zusätzlich wird jedoch eine zweite Abschaltvorrichtung gefordert, die von der ersten der Art nach verschieden sein soll und die auch unabhängig davon betätigt wird. Hierfür ist bereits früher vorgeschlagen worden, absorbermaterial enthaltende Kugeln von gegenüber den Brennelementkugeln geringer Größe in einem Behälter oberhalb des Reaktors zu lagern und bei Bedarf auf die Oberfläche der Kugelschüttung herabfallen zu lassen. Die Absorberkugeln rieseln dann durch die Zwischenräume zwischen den Brennelementkugeln und verteilen sich so in der Schüttung, daß der Reaktor ebenfalls abgeschaltet wird. Für die Ausgestaltung der Vorratsbehälter und der Mechanismen zu ihrer schnellen und sicheren Entleerung bieten sich zunächst Lösungen an, wie sie auf anderen Gebieten der Technik zum Lagern und Abfüllen körniger Stoffe gefunden wurden. Bei der bekannten Verwendung von Schiebern, Ventilen und dgl. zum Absperren der Ausflußöffnung eines solchen Vorratsbehälters läßt sich jedoch nicht ausschließen, daß beim Schließen desselben

We/Wa 19.03.1980

130040/0432

einzelne Absorberkugeln durch die Bewegung der Verschlußorgane zerstört werden. Derartige Bruchstücke werden dann womöglich nicht von dem etwa siebartig ausgestalteten Reaktorboden aufgefangen, von wo sie mit den anderen Absorber- und Brennelementkugeln über besondere Abflußöffnungen entfernt werden können; sie könnten vielmehr in den Gaskreislauf gelangen und bei den in Aussicht genommenen hohen Gasgeschwindigkeiten zu Schäden an anderen Teilen der Anlage, z. B. den Wärmetauschern führen. Auf Absperren des Ausflusses von Absorberkugeln aus dem Vorratsbehälter läßt sich jedoch nicht verzichten, wenn das weiter unten näher beschriebene Betriebsverfahren für einen derartigen Reaktor durchgeführt werden soll, durch das die Forderung nach regelmäßig wiederkehrenden Funktionsprüfungen der Zweitabschaltvorrichtung erfüllt werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Kugelhafenkernreaktor mit einem Vorratsbehälter für rieselfähige Körper aus einem neutronenabsorbierenden Material, dessen Ausflußöffnung beliebig geöffnet und geschlossen werden kann, ohne daß dabei derartige Körper zerstört würden, sowie ein Verfahren zum Betrieb des Kernreaktors und dieser Vorrichtung, das Wiederholungsprüfungen ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch die im kennzeichnenden Teil des ersten Anspruchs angegebenen Mittel. Es wird ein Stauverschluß geschaffen, der durch Anheben des Lagerbehälters und des Kolbens geöffnet wird, indem der sich dann auf dem Kolben bildende Schüttkegel nicht bis an die Ausflußöffnung heranreicht und die neu aus dieser austretenden Körper am Kegel abgleiten und außerhalb des Zylinders herab-

fallen. Durch Absenken des Vorratsbehälters und damit auch des Kolbens im Zylinder kann sich demgegenüber ein Schüttkegel ausbilden, der bis an die Ausflußöffnung heranreicht und den weiteren Austritt von Absorberkugeln verhindert.

Die im zweiten Anspruch vorgeschlagene Einrichtung zur Füllstandsmessung gewinnt ihre Bedeutung im Zusammenhang der weiter unten beschriebenen Wiederholungsprüfung.

Die im dritten Anspruch vorgeschlagene Ausgestaltung der Erfindung stellt sicher, daß auch bei Auftreten von Vibrationen oder bei Erdbeben der Verschluß des Vorratsbehälters nicht aufgehoben wird.

Durch das im vierten Anspruch vorgeschlagene Verfahren zum Betrieb eines Kernreaktors der beschriebenen Art kann bei Bedarf, z. B. bei den in regelmäßigen Abständen vorzunehmenden Wiederholungsprüfungen die Funktionsfähigkeit der Zweitabschaltvorrichtung nachgewiesen werden, ohne daß dazu der Reaktor außer Betrieb gesetzt werden oder gar der Reaktorbehälter geöffnet werden müßte. Durch das kurzzeitige Inbetriebsetzen der Vorrichtung werden die Beweglichkeit des Vorratsbehälters und die Rieselfähigkeit seines Inhaltes nachgewiesen. Die Menge des während der einige Sekunden dauernden Öffnung des Vorratsbehälters ausgeflossenen Absorbermaterials kann einmal durch Messung der Differenz der Füllstände erfolgen und andererseits durch die Messung der Beeinflussung der Reaktivität des Reaktors. Diese Beeinflussung braucht nur gering zu sein und bildet sich durch das "Abbrennen" des Absorbermaterials bei

fortgesetztem Reaktorbetrieb in kurzer Zeit von selbst zurück. Die dann verbrauchten Absorberkugeln werden zusammen mit den ebenfalls verbrauchten Brennelementkugeln nach einiger Zeit aus dem Reaktor entfernt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, und zwar zeigt Figur 1 einen Ausschnitt aus einem Kugelhaufenkernreaktor mit einer erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung für Absorbermaterial in geschlossenem Zustand und Figur 2 dieselbe in geöffnetem Zustand.

In einem Reaktorbehälter 1, z. B. aus Spannbeton ist eine die Reaktionszone bildende Kugelschüttung 2 aus mehreren Millionen Brennelementen von je etwa 6 cm Durchmesser enthalten, die von oben nach unten von einem Kühlgas, z. B. Helium durchströmt wird. Zur Verbesserung der Neutronenökonomie sind ein Reflektor 3 und zum Schutz des Behälters vor Wärmestrahlung ein Wärmeschild 4 vorhanden. Zum Abschalten eines Reaktors von 1640 MW ist eine Menge von etwa $1,8 \text{ m}^3$ Absorberkugeln 5 aus Borkarbid in Graphitmatrix von etwa 10 mm Durchmesser erforderlich. Diese Menge würde z. B. in sechs gleichmäßig über den Querschnitt des Reaktors verteilten Vorratsbehältern 6 gelagert, von denen hier einer dargestellt ist. Dieser ist axialbeweglich in einem Führungsrohr 7 angeordnet, das an seinem unteren Ende mit einem Streukegel 8 versehen ist, der für eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Absorberkugeln 5 über die Oberfläche der Kugelschüttung sorgt. Der Vorratsbehälter 6 weist an seinem unteren Ende eine Ausflußöffnung 9 auf. Mit dem Behälter 6 über einen Steg 10 fest verbunden ist ein Kolben 11.

Dieser gleitet in einem Zylinder 12, der über mehrere radiale Stützen 13 am Führungsrohr 7 befestigt ist. Zur Messung des Füllstandes der Absorberkugeln 5 im Vorratsbehälter 6 ist eine entsprechende Vorrichtung 14 vorhanden; da Graphit elektrisch leitend ist, erscheint die Verwendung eines nach dem Induktionsprinzip arbeitenden Füllstandsmessers zweckmäßig, wie er von der Anmelderin bereits früher zur Verwendung in Flüssigmetallen vorgeschlagen wurde. In der Figur 1 ist der Zustand dargestellt, in dem sich der Vorratsbehälter 6 in seiner unteren Endlage befindet. Der Kolben 11 befindet sich am unteren Ende des Zylinders 12 und dieser hat sich so weit mit Absorberkugeln gefüllt, bis die Ausflußöffnung 9 verstopft wurde; der Vorratsbehälter 6 ist jetzt geschlossen. Ein an diesem angebrachter Ring 15, koaxial zum Zylinder 12 und von gleichem Durchmesser verhindert bei Auftreten von Erschütterungen, daß Absorberkugeln aus dem Zylinder 12 herausgeschleudert werden und so der Verschuß des Behälters 6 aufgehoben wird. Der Ring 15 braucht nicht dicht am Zylinder 12 anzuliegen, doch sollte die Größe des verbleibenden Spalts geringer als der Durchmesser einer Absorberkugel sein. Über eine Leitung 16 kann, zweckmäßigerweise mit dem ohnehin im Reaktor zirkulierenden Helium, ein Pneumatikzylinder 17 mit Druck beaufschlagt werden derart, daß sich ein weiterer Kolben 18 nach oben bewegt und dabei den Vorratsbehälter 6 anhebt; es wird dann der in der Figur 2 dargestellte Zustand erreicht. Durch Anheben des Vorratsbehälters 6 und damit des Kolbens 11 bis an den oberen Rand des Zylinders 12 kann sich auf ersteren nur noch

130040/0432

ORIGINAL INSPECTED

- 8 -
- 8 -

24.502.6

ein Schüttkegel ausbilden, der nicht mehr an die Ausflußöffnung 9 heranreicht. Die Absorberkugeln 5 fallen dann aus dem Vorratsbehälter 6 durch das Führungsrohr 7 auf die Kugelschüttung 2, und zwar bis zur völligen Entleerung des Vorratsbehälters, wenn eine Abschaltung des Reaktors beabsichtigt ist. Geht es dagegen nur um den Nachweis der Funktionsfähigkeit der Vorrichtung bei einer Wiederholungsprüfung, wird nach einigen Sekunden der Druck aus dem Pneumatikzylinder 17 über eine weitere Leitung 19 abgelassen und der Vorratsbehälter bewegt sich durch sein Eigengewicht wieder nach unten, das weitere Ausfließen von Absorberkugeln 5 wird dann unterbrochen.

Durch bekannte, hier nicht dargestellte Instrumente läßt sich die Reaktivität in der Kugelschüttung messen. Durch ein Absinken derselben nach einer kurzzeitigen Betätigung der Abschaltvorrichtung läßt sich unabhängig von der Füllstandsmessung in der Vorrichtung 14 nachweisen, daß eine bestimmte Anzahl von Absorberkugeln 5 aus dem Vorratsbehälter 6 ausgeflossen und damit daß die Abschaltvorrichtung funktionsfähig ist.

Zusammenfassung

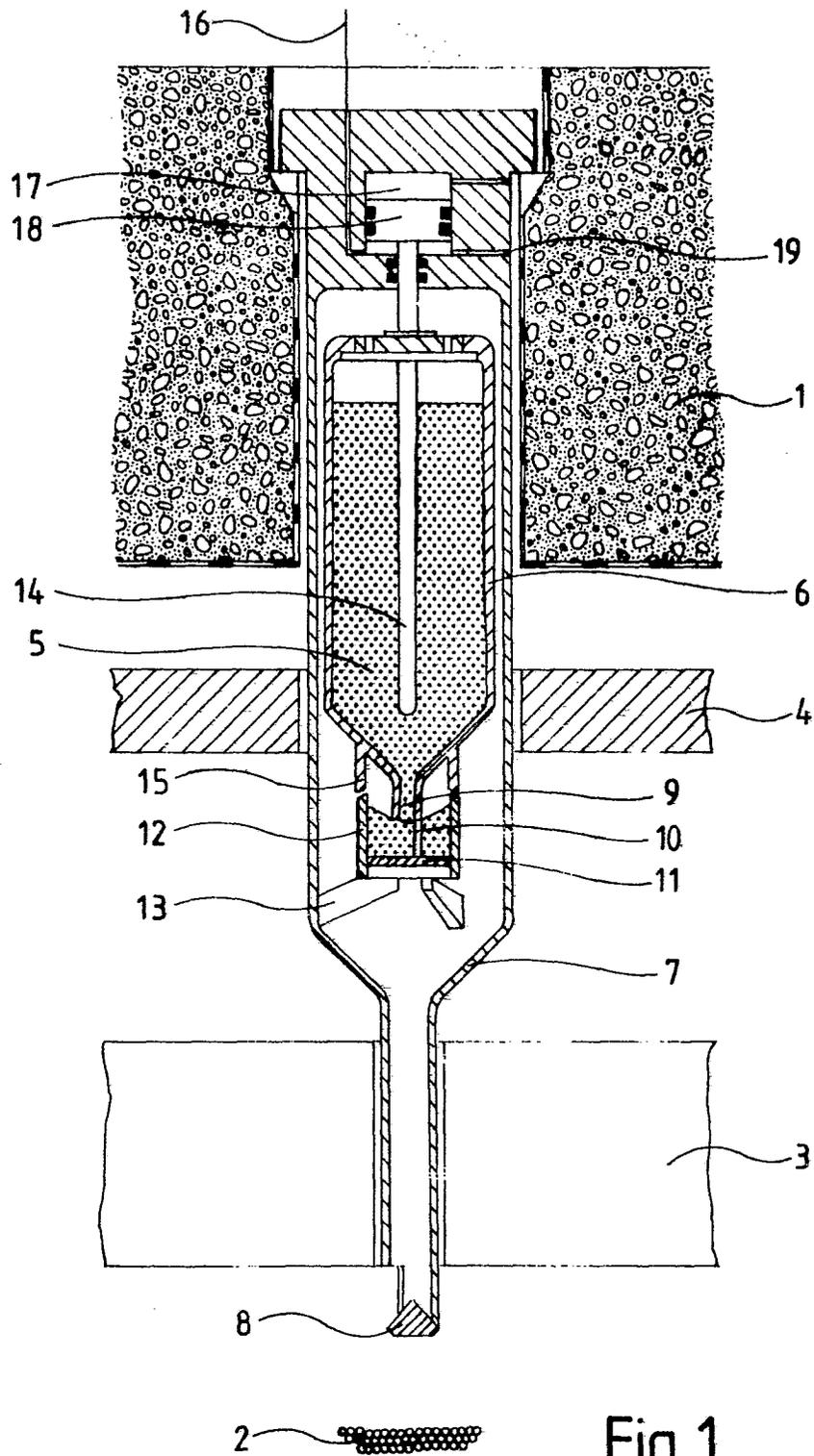
Eine Zweitabschaltvorrichtung für Kugelhaufenreaktoren mit kleinen Absorberkugeln (5), die bei Bedarf aus einem Vorratsbehälter (6) abgelassen werden und durch einen Streukegel (8) gleichmäßig verteilt in die Kugelschüttung (2) hineinrieseln. Der Vorratsbehälter befindet sich im Normalzustand in einer unteren Lage, wobei seine Ausflußöffnung (9) durch Absorberkugeln versperrt wird, die einen Zylinder (12) füllen, in dem ein Kolben (11) gleitet, der mit dem Vorratsbehälter fest verbunden ist. Durch Druckaufgabe über eine Leitung (16) kann ein Kolben (18) in einem Pneumatikzylinder (17) bewegt werden, der den Vorratsbehälter anhebt. Der Zylinder wird durch das Hochziehen des Kolbens entleert und die Ausflußöffnung freigegeben. Der Füllstand des Vorratsbehälters wird mit Hilfe einer Sonde (14) gemessen. Die gesamte Vorrichtung ist in der Spannbetondecke (1) des Reaktors angebracht. Es wird vorgeschlagen, die Vorrichtung in gewissen Zeitabständen für kurze Zeit zu betätigen, um ihre Funktionsfähigkeit nachzuweisen.

Bezugsfigur: Fig. 1

3011218

- M -

Nummer: 30 11 218
Int. Cl.³: G 21 C 7/22
Anmeldetag: 22. März 1980
Offenlegungstag: 1. Oktober 1981



130040/0432

GHT
24.502.6

- 10 -

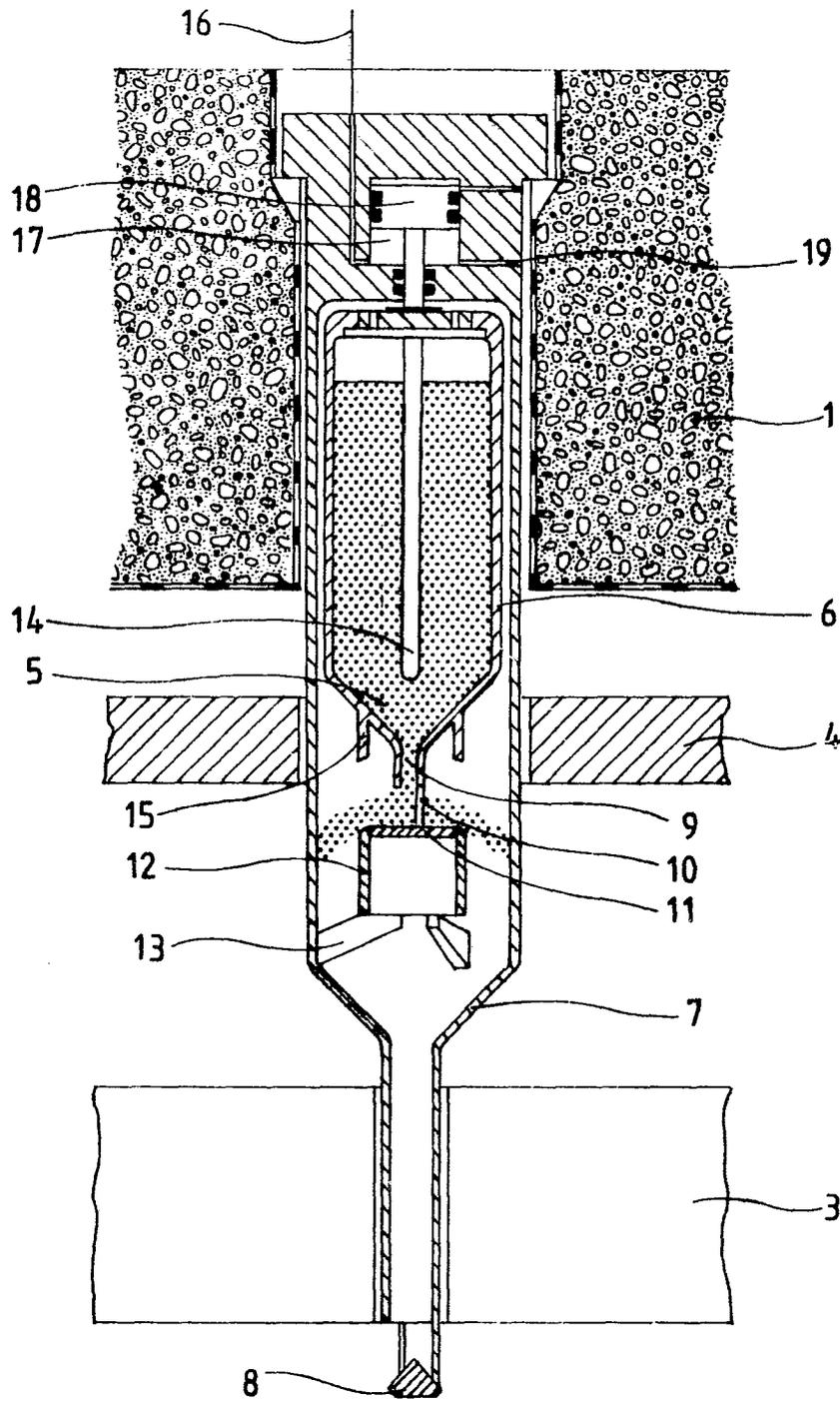


Fig. 2