

⑤

Int. Cl. 2:

**B 01 J 8/24**

G 21 C 19/48

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DE 27 21 182 A 1**

①

# Offenlegungsschrift **27 21 182**

⑲

Aktenzeichen: P 27 21 182.1

⑳

Anmeldetag: 11. 5. 77

㉔

Offenlegungstag: 23. 11. 78

㉔

Unionspriorität:

⑳ ㉔ ㉔

⑤

**Bezeichnung:** Wirbelschichtreaktor zur Aufarbeitung von kohlenstoffbeschichteten Partikeln

⑦

**Anmelder:** Nukem GmbH, 6450 Hanau

⑦

**Erfinder:** Marschollek, Michael, Ing.(grad.), 5160 Düren;  
Simon, Wolfgang, Dipl.-Ing., 6093 Flörsheim; Walter, Carl, Dr.-Ing.,  
6450 Hanau

⑤

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 16 71 135

DE-OS 16 42 950

DE-AS 10 45 986

CH 2 07 033

DE-OS 26 01 619

US 33 70 361

DE-OS 25 38 193

US 38 29 983

DE-OS 25 33 010

US 35 14 868

DE-OS 20 30 049

**DE 27 21 182 A 1**

2721182

NUKEM GmbH  
6450 Hanau 11

Wirbelschichtreaktor zur Aufarbeitung von kohlenstoffbeschichteten Partikeln.

PATENTANSPRÜCHE

- ① Wirbelschichtreaktor zur Aufarbeitung von kohlenstoffbeschichteten Partikeln, insbesondere Kernbrennstoff- bzw. Brutstoffpartikeln, im wesentlichen bestehend aus einem zylindrischen und konischen Teil, mit Gaszuführungsleitungen, Gasverteilterraum und Gasverteilerköpfen innerhalb des konischen Reaktorunterteils, dadurch gekennzeichnet, dass im konischen Teil (3) des Reaktors (1) die Gasverteilerkörper (8) in zwei oder mehr übereinanderliegenden Ebenen angeordnet und gleichmässig über den Querschnitt des Reaktors verteilt sind.
2. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasverteilerköpfe (8) so konstruiert sind, dass die einströmende Wirbelgas-Verbrennungsgas-Mischung einen hohen Impulsverlust erfährt.
3. Wirbelschichtreaktor nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufteilung der Wirbelgas-Ver-

brennungsgasmischung auf die einzelnen Gasverteilerrohre (4) so erfolgt, dass ein gleichmässiges Strömungsprofil über den Reaktorquerschnitt erreicht wird.

Gegenstand der Erfindung ist ein Wirbelschichtreaktor zur Aufarbeitung von kohlenstoffbeschichteten Partikeln, insbesondere von kohlenstoffbeschichteten Brennstoff- und Brutstoffpartikeln für Kernreaktoren, im wesentlichen bestehend aus einem zylindrischen und konischen Teil mit Gaszuführungsleitungen, Gasverteilterraum und Gasverteilerköpfen.

In der Nukleartechnik werden sphärische Partikeln als Kernbrenn- bzw. Brutstoff verwendet. Diese Partikeln haben einen schwermetallhaltigen Kern aus Uran- und/oder Thoriumverbindungen. Dieser Schwermetallkern ist aus reaktorphysikalischen Gründen u.ä. mit Kohlenstoff beschichtet. Bei der Aufarbeitung z.B. von Produktionsrückläufen dieser Partikeln muss daher zunächst die Kohlenstoffbeschichtung entfernt werden, ehe der freigelegte Schwermetallkern wieder aufbereitet werden kann.

Das Entfernen der Kohlenstoffbeschichtung erfolgt normalerweise durch Verbrennen, wobei die von ihrer Beschichtung befreiten Schwermetallkerne mit geringerem Durchmesser und mit höherer Dichte als "Verbrennungsrückstand" zur weiteren Aufarbeitung vorliegen. Dabei ist es für die weitere Aufarbeitung wichtig, dass die Kohlenstoffbeschichtung vollständig abgebrannt wird. Dieses kann vor allem durch die Anwendung des bekannten Wirbelschichtprinzips in Wirbelschichtreaktoren erreicht werden. Die Verbrennung der Kohlenstoffbeschichtung muss dabei unter dem Gesichtspunkt der nuklearen Kritikalitätssicherheit erfolgen.

Die Verwendung von Wirbelschichtreaktoren für chemische Prozesse ist allgemein bekannt (z.B. Chemie-Anlagen und -Verfahren, 1972, Februar, S. 51 - 53). Typisch für diese Wirbelschichtreaktoren ist ein seitlicher Gutaustrag oder ein Gutaustrag mittels Über-

lauf. Auch ist die Möglichkeit bekannt, das Gut durch ein Rohr senkrecht durch den austragsgutfremden Anströmboden ab-zuziehen (Beranek, J. u.a., Grundlagen der Wirbelschicht-technik, S. 198, Mainz 1975).

Da die unbeschichteten Schwermetallkerne gegenüber den be-schichteten Partikeln spezifisch schwerer sind und dadurch bei einer definierten Anströmgeschwindigkeit aus dem Reaktions-wirbelbett entsprechend dem fortschreitenden Beschichtungsab-trag senkrecht nach unten sedimentieren, können durch seit-lichen Gutaustrag oder durch den Austrag mittels Überlauf die abgebrannten Schwermetallkerne nur unvollständig abgezogen wer-den. Dies ist z.B. aus Gründen der Kritikalität und der nukle-aren Brennstoffbilanz nachteilig. Auch wenn die Schwermetall-kerne über ein Rohr ausgetragen werden, ist ein vollständiger Abzug nur unter die Anströmung beeinträchtigender Gestaltung des Anströmbodens erreichbar.

Es wäre daher vorteilhaft, einen Wirbelschichtreaktor zu ver-wenden, bei dem ein Austrag der abgebrannten Partikeln auch bei einem Reaktordurchmesser grösser als 800 mm nach unten möglich ist und keine Werkstofftemperaturen höher als 650°C auftreten können. Ein solcher Reaktor, der diese Bedingungen erfüllt, ist bisher aber noch nicht bekanntgeworden.

Es war daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wirbel-schichtreaktor zur Aufarbeitung von kohlenstoffbeschichteten Partikeln, insbesondere Kernbrennstoff- bzw. Brutstoffpartikeln zu konstruieren, der einen Austrag der abgebrannten Schwermetall-kerne auch bei grossem Reaktordurchmesser nach unten gestattet, so dass praktisch der gesamte Reaktorinhalt nach und nach abge-zogen werden kann, ohne dass die zur Erhaltung der Wirbelschicht

erforderlichen Strömungsverhältnisse negativ beeinträchtigt werden und Partikel durch zu hohe Werkstofftemperaturen am Reaktorboden ansintern.

Diese Aufgabe wurde dadurch gelöst, dass man einen Wirbelschichtreaktor verwendet, der im wesentlichen aus einem zylindrischen und konischen Teil mit Gaszuführungsleitungen, Gasverteilterraum und Gasverteilerköpfen besteht, wobei erfindungsgemäss im konischen Unterteil des Reaktors die Gasverteilerkörper in zwei oder mehr übereinanderliegenden Ebenen angeordnet und gleichmässig über den Querschnitt des Reaktors verteilt sind.

Man kann hierbei technisch sinnvoll bis zu sechs Verteilerebenen übereinander anordnen. Bei mehr Ebenen wird der konstruktive Aufwand im Verhältnis zu einer weiteren Verbesserung des Strömungsverhaltens im Reaktor zu hoch. Die Gasverteilerköpfe werden in den einzelnen Ebenen so angeordnet, dass sie - von oben gesehen - sich gleichmässig über den Reaktorquerschnitt verteilen.

Bei zwei Ebenen braucht man als Minimum sieben Gasverteilerköpfe, wobei drei in der unteren Ebene und vier in der oberen Ebene angebracht werden. Als besonders vorteilhaft hat sich ein Reaktor erwiesen, bei dem insgesamt neunundzwanzig Gasverteilerköpfe in drei Ebenen angeordnet sind, wobei in der unteren Ebene vier, in der zweiten Ebene zwölf und in der oberen Ebene dreizehn Gasverteilerköpfe sich befinden, wobei der Reaktordurchmesser 500 bis 1000 mm beträgt.

Bei der Anzahl der Gasverteilerköpfe insgesamt und in den einzelnen Ebenen ist nur durch den Querschnitt des Reaktors und den Platzbedarf der einzelnen Verteilerköpfe nach oben eine Grenze gesetzt.

Anhand der Abbildungen I und II wird eine beispielhafte Ausführungsförm des erfindungsgemässen Wirbelschichtreaktors näher beschrieben, wobei Abbildung I schematisch einen Längsschnitt und Abbildung II schematisch einen Querschnitt durch den Reaktor zeigt.

Der Wirbelschichtreaktor (1) besteht aus einem zylindrischen Teil (2) und einem konischen Teil (3). Der konische Teil (3) wird durch einen Kegelstumpf gebildet, der beispielsweise eine Höhe von 380 mm sowie die Grundflächendurchmesser von 550 mm (oben) und 120 mm (unten) hat. In diesen Reaktorunterteil (3) ragen in diesem speziellen Fall neunundzwanzig Rohre (4) hinein, verteilt auf drei Ebenen (5,6,7). Auf den Enden der Rohre (4) sind Gasverteilerköpfe (8) aufgesetzt.

In der Wandung des konischen Reaktorunterteils befindet sich der Gasverteilterraum (9), aus welchem das Wirbel- bzw. Verbrennungsgas auf die neunundzwanzig Rohrleitungen (4) verteilt wird. Die Zuleitung des Wirbelgases in den Gasverteilterraum (9) erfolgt über beispielsweise vier Gasversorgungsrohre (10).

Die aus den Gasverteilerköpfen (8) austretende Wirbel- und Verbrennungsgasmenge, die normalerweise aus einem Gemisch von Kohlendioxid und Sauerstoff besteht, hat einen Betriebsvolumendurchsatz von rund 700 m<sup>3</sup>/h. Die Gasgeschwindigkeit in den Zuleitungsrohren (4) zu den Gasverteilerköpfen (8) beträgt rund 35 m/sec. Wichtig ist durch eine gezielte Aufteilung des Wirbelgases auf die einzelnen Rohre (4) eine gleichmässige Aufteilung der Wirbelgasmenge in dem Reaktorunterteil (3) zu erreichen. Die Gasgeschwindigkeit beim Austritt aus den Gasverteilerköpfen (8) in die Partikelschüttung beträgt z.B. 9 m/sec.

Vorteilhaft ist bei dem erfindungsgemässen Wirbelschichtreaktor ein Gasvolumendurchsatz von 1000 bis 4500 m<sup>3</sup> pro Stunde und m<sup>2</sup> Reaktorquerschnitt, bei einem Partikeldurchmesser von 0,3 bis 5 mm, einem Partikelgewicht von 0,005 bis 5 g und einem Schüttgrad von 10 bis 25 %. Der Verbrennungsdurchsatz liegt dann bei 250 bis 750 kg Kohlenstoff pro Stunde.



Beim Betrieb des Reaktors ist der Reaktorunterteil (3) mit abgebrannten Schwermetallpartikeln gefüllt, die beispielsweise einen mittleren Durchmesser von 400  $\mu\text{m}$  und ein Partikelgewicht von 0,7 g besitzen. Diese aussedimentierte Partikelschüttung kann bei dem betrachteten Reaktor bezüglich ihres Schüttvolumens aus Kritikalitätsgründen innerhalb des Bereiches von 23 bis 28 Litern variiert werden. Auch bei einem Schüttvolumen von 23 Litern ist so noch garantiert, dass keine Gasverteilerköpfe (8) aus der Schüttungsoberfläche herausragen, sondern sich vollständig in der Schüttung selbst befinden.

Bei der hier vorgegebenen Reaktorgeometrie erweist sich die Zahl von 29 Gasverteilungsstellen insofern als günstig, dass hierdurch das Wirbel- und Verbrennungsgas gleichmässig in der Gesamtschüttung verteilt wird. Ausserdem ist auch der Mindestabstand der Gasverteilerköpfe (8) bzw. der Rohrleitungen (4) untereinander so gross, dass beim Partikelabzug keine Brückenbildung zwischen den Partikeln eintritt und deren Austrag nach unten erschwert.

Beim Eintritt in die Partikelschüttung erfährt das Wirbelgas am Gasverteilerkopf durch die Umlenkung einen hohen Impulsverlust. Dadurch und durch das anschliessende Durchströmen der Partikelschüttung mit dem Auftreffen der Gasströme auf die Oberfläche der Partikeln in der Schüttung wird ein gleichmässiges Strömungsprofil erzeugt, was sehr wichtig für ein störungsfreies Arbeiten des erfindungsgemässen Wirbelschichtreaktors ist. Ausserdem wird hierdurch ein ausgezeichneter Kühleffekt erreicht, der unzulässig hohe Werkstofftemperaturen von höher als 650°C vermeidet.

Das Abziehen der Schwermetallpartikeln erfolgt über eine Schleuse (11), die sich an die untere Grundfläche des konischen Reaktorunterteils (3) anschliesst. Bei einer Umdrehung der Schleusenammern werden beispielsweise ca. 0,5 Liter Partikeln abgezogen. Dieses Abziehen bedeutet ein gewisses Einsinken der Schüttungsoberfläche im Zentrum der Schüttung, ohne dass jedoch die Schüttungsoberfläche der abgebrannten Partikeln unter die Obergrenze der oberen Gasverteilerköpfe absinkt. Das Abziehen der abgebrannten Partikeln darf nur in solchen Mengen erfolgen, dass deren Schüttungsoberfläche nicht unter die obere Ebene (7) der Gasverteilerköpfe absinkt. Nach dem Austrag abgebrannter Partikeln wird stets eine solche Menge unabgebrannter Partikeln dem Reaktor zugesetzt, dass eine gleichmässige Wirbelschichthöhe erhalten bleibt.

Die auf der unteren Ebene (5) zugeführten Wirbel- bzw. Verbrennungsgasmengen tragen weniger zur Wirbelschichtbildung bei, sondern führen in erster Linie zu einer vollständigen Verbrennung von Graphitteilchen, die in der Wirbelschicht noch nicht verbrannt wurden. Der sich nach unten verkleinernde Konusquerschnitt bewirkt eine noch bessere Erfassung der Restgraphitpartikeln zur Verbrennung.

Frankfurt/Main, 5.5.1977

Dr.Br.-Bi

-10-  
Leerseite

NACHGERICHT

2721182

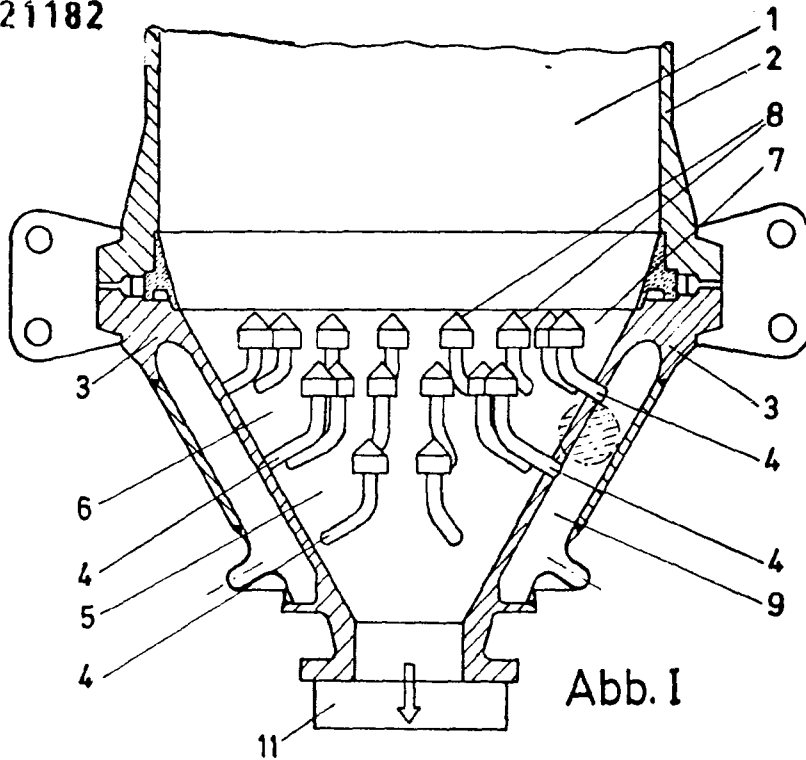


Abb. I

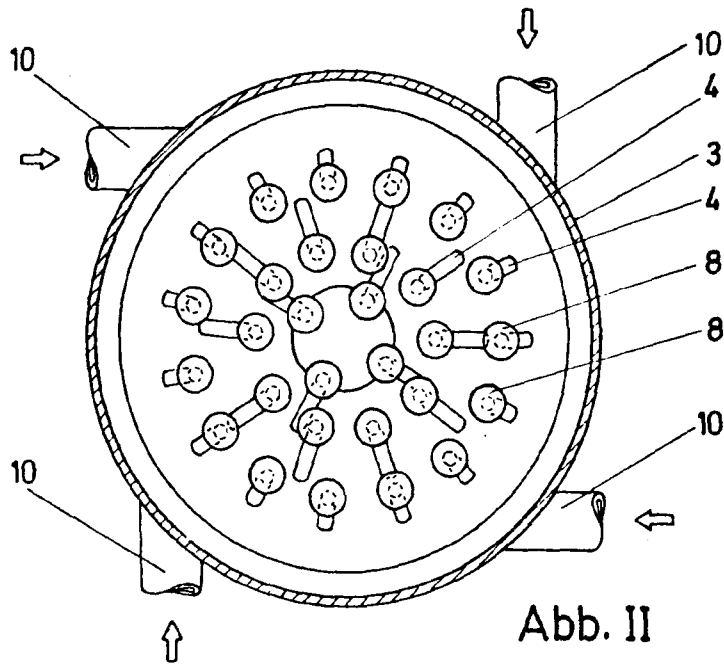


Abb. II

809847/0115