

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3031378 C2

51 Int. Cl. 3:  
G21 C 19/30  
G 21 C 9/00

21 Aktenzeichen: P 30 31 378.1-33  
22 Anmeldetag: 20. 8. 80  
43 Offenlegungstag: 13. 5. 82  
45 Veröffentlichungstag: 7. 4. 83

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

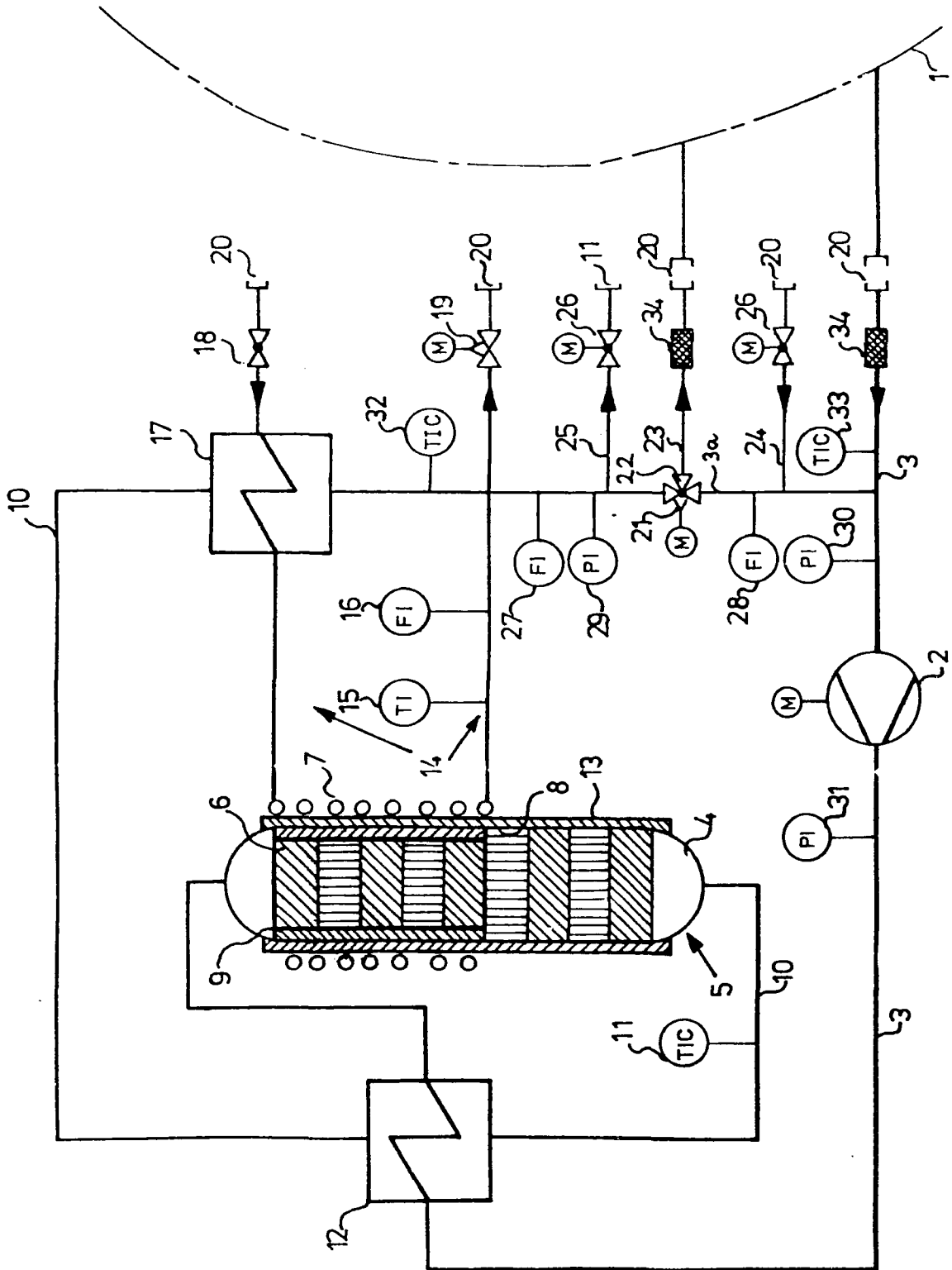
73 Patentinhaber:  
Brown Boveri Reaktor GmbH, 6800 Mannheim, DE

72 Erfinder:  
Stiefel, Max, Ing.(grad.), 6800 Mannheim, DE

56 Entgegenhaltungen:  
NICHTS-ERMITTELT

54 Einrichtung zur Entfernung von Wasserstoffgas aus dem Sicherheitsbehälter einer Kernreaktoranlage

DE 3031378 C2



## Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Entfernung von Wasserstoffgas aus dem Sicherheitsbehälter einer Kernreaktoranlage unter Verwendung eines thermischen Rekombinatoren, der aus einem elektrisch geheizten, metallischen Gehäuse und darin angeordneten Umlenkleben für den Gasstrom besteht sowie eine Zufuhrleitung für das wasserstoffangereicherte Gasgemisch und eine Abfuhrleitung für die Rückführung des wasserstoffarmen Gasgemisches in den Sicherheitsbehälter aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (8) des Gehäuses (5) und die Umlenklebe (6) induktiv erwärmt sind und daß die Zufuhrleitung (3) für das wasserstoffangereicherte Gasgemisch mit der Abfuhrleitung (10) für das wasserstoffarme Gasgemisch über ein Dreiwegeventil (21) verbunden ist, dessen dritter Abgang (22) einen Teil des wasserstoffarmen Gasgemisches zum Sicherheitsbehälter (1) führt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (5) ein länglicher Rohrkörper ist, der wenigstens teilweise von einer wassergekühlten Induktionswicklung (7) umgeben ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Induktionswicklung (7) umgebene Bereich der Wandung (8) verstärkt ausgebildet ist und daß die Umlenklebe (6) die Innenseite der Wandung (8) in einer Art Reibschlußverbindung kontaktieren.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenklebe (6) mit einem dickwandigen Rohrstück (9) verschweißt sind und daß das Rohrstück umfangsseitig die Innenseite der Wandung (8) in einer Art Reibschlußverbindung kontaktet.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2—4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Gehäuse (5) und der Induktionswicklung eine Wärmeisolierung (13) angebracht ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Leitung (23) zwischen dem Dreiwegeventil (21) und dem Sicherheitsbehälter (1) sowie in der Zufuhrleitung (3) im Bereich zwischen dem Sicherheitsbehälter und einem Rekuperativwärmetauscher (12) strömende Gas mittels einer Begleitheizung vorzugsweise auf einer Temperatur gehalten ist, die höher liegt als die im Sicherheitsbehälter herrschende Temperatur.

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Entfernung von Wasserstoffgas aus dem Sicherheitsbehälter einer Kernreaktoranlage unter Verwendung eines thermischen Rekombinatoren, der aus einem elektrisch geheizten, metallischen Gehäuse und darin angeordneten Umlenkleben für den Gasstrom besteht sowie eine Zufuhrleitung für das wasserstoffangereicherte Gasgemisch und eine Abfuhrleitung für die Rückführung des wasserstoffarmen Gasgemisches in den Sicherheitsbehälter aufweist.

Eine ähnliche Einrichtung ist aus der Druckschrift »Hydrogen Rekombiner System« der Firma Rockwell unter der Publication Nr. 523K-20 Rev.8.79 bekannt

geworden. Dabei sind in einem isolierten Raum zwei elektrische Heizelemente angeordnet. Innerhalb dieses Raumes strömt das aus dem Sicherheitsbehälter herangeführte wasserstoffangereicherte Gasgemisch in einer großen Rohrspirale.

Über die heiße Raumluft wird das Gasgemisch erwärmt und gelangt dann in die ebenfalls in diesem Raum angeordnete Reaktionskammer. Das nunmehr wasserstoffarme Gasgemisch verläßt über eine Leitung den isolierten Raum und gelangt, nachdem es seine Restwärme an einen Wärmetauscher abgegeben hat, wieder in den Sicherheitsbehälter. Diese Art der Beheizung erfordert einen großen Platzbedarf. Außerdem kann aus Sicherheitsgründen die Einrichtung nur betrieben werden, wenn der Wasserstoffgehalt des herangeführten Gasgemisches unter der unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.-% liegt.

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, eine Einrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die eine kompakte Heizeinrichtung aufweist und die gefahrlose Verarbeitung aller Gasgemischkonzentrationen erlaubt.

Gelöst wird die Aufgabe dadurch, daß bei der eingangs genannten Einrichtung erfindungsgemäß die Wandung des Gehäuses und die Umlenklebe induktiv erwärmt sind und daß die Zufuhrleitung für das wasserstoffangereicherte Gasgemisch mit der Abfuhrleitung für das wasserstoffarme Gasgemisch über ein Dreiwegeventil verbunden ist, dessen dritter Abgang einen Teil des wasserstoffarmen Gasgemisches zum Sicherheitsbehälter führt.

Mit der raumsparenden induktiven Heizung wird ein verlustarmer, gleichmäßiger Wärmeeintrag bis zu den als statische Mischer wirkenden Umlenkleben erzielt. Durch das Verdünnen des wasserstoffangereicherten Gasgemisches mit einem Teilstrom des wasserstoffarmen Gasgemisches im Bereich des Dreiwegeventils wird das dem Rekombinator zugeführte Gasgemisch mit Sicherheit unterhalb der kritischen Grenze von 4 Vol.-% Wasserstoff gehalten.

Das Gehäuse des Rekombinatoren ist vorzugsweise als länglicher Rohrkörper ausgebildet, der wenigstens teilweise von einer wassergekühlten Induktionswicklung umgeben ist.

Zur Erhöhung des Wärmeeintrages ist der von der Induktionswicklung umgebene Bereich der Gehäusewandung verstärkt ausgebildet und die Umlenklebe kontaktieren die Innenseite der Wandung in einer Art Reibschlußverbindung. Eine ähnliche Wirkung wird dadurch erzielt, daß die Umlenklebe mit einem dickwandigen Rohrstück verschweißt sind und das Rohrstück umfangsseitig mit der Innenseite der Gehäusewandung die Reibschlußverbindung bildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Einrichtung ist das in der Verbindungsleitung zwischen dem Dreiwegeventil und dem Sicherheitsbehälter sowie in der Zufuhrleitung im Bereich zwischen dem Sicherheitsbehälter und einem Rekuperativwärmetauscher strömende Gas mittels einer Begleitheizung vorzugsweise auf einer Temperatur gehalten, die höher liegt als die im Sicherheitsbehälter herrschende Temperatur. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß in dem Leitungssystem keine Kondensatbildung auftritt und somit außerhalb des Sicherheitsbehälters kein hoch radioaktives Kondensat anfällt. Durch die Begleitheizung wird auch das bei der Verbrennung des Wasserstoffs entstehende Wasser von dem wasserstoffarmen Gasgemisch aufgenommen.

Anhand eines Ausführungsbeispiels und einer schematischen Zeichnung wird die Einrichtung beschrieben.

Aus dem Sicherheitsbehälter 1 einer nicht weiter dargestellten Kernreaktoranlage wird wasserstoffangereichertes Gasgemisch, das sich in unzulässiger Anreicherung dort gebildet hat, mit Hilfe des Gebläses 2 und der Zufuhrleitung 3 entnommen und in den Rekombinator 4 eingespeist. Das Gehäuse 5 des Rekombinators ist ein zylindrischer länglicher Rohrkörper der an seinen beiden Enden halbkugelförmig verschlossen ist. In dem zylindrischen Teil des Gehäuses sind Umlenkbleche 6 aus nichtrostendem Stahl angeordnet, die als statische Mischelemente dienen. Die obere Hälfte des Gehäuses wird durch eine wassergekühlte Wicklung 7 induktiv geheizt. Dabei werden die Wirbelströme außer in der Gehäusewandung 8 auch in den Umlenkblechen 6 induziert, so daß eine homogene Temperaturverteilung gewährleistet ist. Eine am zylindrischen Teil des Gehäuses 5 angebrachte Isolierung 13 schützt gleichzeitig die Induktionswicklung vor einer zu hohen Wärmebelastung. Die Eigenerwärmung der Induktionswicklung wird über einen Kühlkreislauf 14 abgegeben. Der Kühlkreislauf ist mit Meßstellen 15, 16, einem Rekuperativwärmetauscher 17, einer Absperrarmatur 18 und einer Regelarmatur 19 ausgerüstet. Über Schnellschlußkupplungen 20 ist er mit einem nicht dargestellten Leitungssystem verbunden. Im Bereich der Induktionswicklung 7 sind die Umlenkbleche 6 mit einem dickwandigen Rohrstück 9 verschweißt, das umfangsseitig eine Art Reibschlußverbindung mit der Innenseite der Gehäusewandung 8 eingetragene Kontaktflächen besitzt und diese kontaktiert. Durch diese innige Verbindung wird ein wirkungsvoller Wärmeeintrag erzielt. Die obere Hälfte des Rekombinators dient zur Aufheizung auf die Betriebstemperatur von 700–750°C. In der unteren Hälfte beträgt die Verweilzeit des heißen Gasgemisches zur vollständigen Reaktion ca. 0,5 sek. Eine homogene Temperaturverteilung wird durch entsprechende Ausbildung der Umlenkbleche erreicht. Bei einem Durchsatz von 180 m<sup>3</sup>/h (i.N.) sind für eine Gesamtverweilzeit von 1 sek. insgesamt ca. 50 Liter Gesamtvolumen des Rekombinators erforderlich. Dieses Volumen wird z. B. von einem Gehäuse 5 erreicht, das aus einem 1500 mm langen Rohr der Nennweite 250 mm besteht. Nach der erfolgten Verbrennung verläßt das nunmehr wasserstoffarme Gasgemisch den Rekombinator über die Abfuhrleitung 10. Mit Hilfe der Temperaturmeßstelle 11 wird die erforderliche Aufheizleistung der Induktionswärmetauschers 12 ab. Dabei wird das in der Zufuhrleitung 3 fließende Gasgemisch vorgewärmt. Im Gegen-

strom wird das in der Abfuhrleitung 3 befindliche Gasgemisch im Rekuperativwärmetauscher 17 auf 60 bis 65°C abgekühlt.

Die im Kühlkreislauf für die Induktionswicklung, dem der Rekuperativwärmetauscher 17 zugeordnet ist, befindliche Regelarmatur 19 steuert die Durchflußmenge an Kühlmittel. Es läßt sich somit auf einfache Weise die gewünschte Temperatur des im Gegenstrom den Wärmetauscher 17 passierenden Gasgemisches einstellen. Das soweit abgekühlte Gasgemisch gelangt nunmehr zu einem fernbetätigt steuerbaren Dreiwegeventil 21. Von hier strömt der größte Teil des wasserstoffarmen Gasgemisches über den Abgang 22 des Dreiwegeventils und die Leitung 23 durch eine Flammensperre 34 zurück zum Sicherheitsbehälter 1. Der verbleibende Rest des Gasgemisches gelangt über die Verbindungsleitung 3a zur Zufuhrleitung 3 und dient zur Verdünnung des vom Sicherheitsbehälter herangeführten wasserstoffangereicherten Gasgemisches. Die Menge des von der Verbindungsleitung 3a herangeführten Gasgemisches hängt von dem Wasserstoffgehalt des aus dem Sicherheitsbehälter herangeführten Gasgemisches ab. Sie wird über das Dreiwegeventil so gesteuert, daß das zum Rekombinator hingeführte Gasgemisch immer unter 4 Vol.-% Wasserstoffanteil liegt. Eine gefährliche Verpuffung wird somit mit Sicherheit verhindert. In der Zufuhrleitung 3 und der Verbindungsleitung 3a sind Durchflußmeßeinrichtungen 27, 28, Druckmeßeinrichtungen 29, 30, 31, Temperaturfühler 32, 33 und eine Flammensperre 34 eingebaut. Über eine nicht dargestellte Begleitheizung wird die Leitung 23 erwärmt um das Gasgemisch auf einer Temperatur von 60–65°C zu halten. Damit wird sichergestellt, daß im Gasgemisch vor dem Erreichen des Sicherheitsbehälters kein Kondensat gebildet wird. Auch der Bereich der Zufuhrleitung 3 zwischen dem Sicherheitsbehälter 1 und dem Rekuperativwärmetauscher 12 wird mit einer nicht dargestellten Begleitheizung versehen. Die Temperatur der darin strömenden Gasmischung wird dadurch auf einem höheren Wert gehalten, als die innerhalb des Sicherheitsbehälters gemessene Temperatur. Mit dieser Maßnahme soll ebenso wie bei der Leitung 23 eventuell hoch radioaktiver Kondensatanfall außerhalb des Sicherheitsbehälters vermieden werden. Mit Hilfe der Anschlüsse 24, 25, die nur bis zu den Schnellschlußkupplungen 20 dargestellt und mit Absperrarmaturen 26 versehen sind, läßt sich mit einem flüssigen oder gasförmigen Spülmedium die Dekontamination der Einrichtung auf einfache Weise erzielen.