

51

Int. Cl. 2:

**G 21 C 21/02**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DEUTSCHES PATENTAMT  
POSTFACH 1  
5300 BONNEN  
TELEFON 0228 290-1  
TELEFAX 0228 290-2

**DT 26 12 538 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 26 12 538**

21

Aktenzeichen: P 26 12 538.2-33

22

Anmeldetag: 24. 3. 76

43

Offenlegungstag: 6. 10. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

—

54

Bezeichnung: Verfahren zum automatischen Füllen von Kernbrennstabhüllrohren

71

Anmelder: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72

Erfinder: Bezold, Helmut, 8520 Erlangen

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DT 26 12 538 A 1**

Patentansprüche

- 5  
10  
15  
20
1. Verfahren zum automatischen Füllen von Hüllrohren für Brennstäbe von Kernreaktoren mit Kernbrennstofftabletten in Verbindung mit dem anschließenden Verschuß derselben durch automatisiertes Aufschweißen von Endkappen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernbrennstofftabletten aneinandergereiht in Aufnahmerohre eines vorzugsweise trommelartig gestalteten Magazins eingebracht werden und mit diesem einen Trockenofen zur Beseitigung von Feuchtigkeitsspuren durchlaufen, daß dieses Magazin anschließend zu einer Füllstation gebracht wird, zu der jeweils ein leeres, beiderseits offenes Hüllrohr aus einem Rohrmagazin zugeführt wird, daß das leere Hüllrohr gewogen und anschließend die Brennstofftabletten aus den Aufnahmerohren des Magazins durch mechanisch bewegte Schubstangen solange in dieses eingefüllt werden, bis der geförderte Füllgrad nach Länge und Gewicht der Tablettensäule erreicht ist, daß das gefüllte Hüllrohr in eine weitere Bearbeitungsstation zur Einführung von Isoliertabletten, Stützhülsen, Federn usw. gebracht wird und daß nach seiner Endüberprüfung die Weitergabe des Hüllrohres an die Schweißapparatur erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schweißapparatur mit mehr als einer Hüllrohrfülleinrichtung zusammen arbeitet.

. 2 .

Verfahren zum automatischen Füllen von Kernbrennstabhüllrohren

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Füllen von Hüllrohren für Brennstäbe von Kernreaktoren mit Kernbrennstofftabletten in Verbindung mit dem anschließenden Verschluss derselben durch automatisiertes Aufschießen von Endkappen. Kernreaktorbrennstäbe, die eine Länge von mehreren Metern aufweisen können, bestehen bekanntlich aus einem Hüllrohr, vorzugsweise aus einer Zirkonlegierung, das mit Kernbrennstofftabletten gefüllt ist und an beiden Enden mit Endkappen gasdicht verschweißt ist. Zwischen der Kernbrennstofffüllung und den Endkappen befindet sich üblicherweise noch ein Spaltgassammelraum, in dessen Bereich das dünne Hüllrohr durch eine eingeschobene Stützhülse verstärkt ist. Weiterhin können an den Enden der Brennstoffsäule keramische Isoliertabletten vorgesehen werden, außerdem ist es üblich, die Kernbrennstofftablettensäule durch eine Feder innerhalb des Spaltgassammelraumes in ständigem gegenseitigen Kontakt zu halten.

Der Zusammenbau eines solchen Brennstabes, einschließlich der Aufschießung der Endkappen erforderte bisher großes manuelles Geschick, nur wenige maschinelle Einrichtungen, wie z.B. Tabletensortiermaschinen, konnten zum Einsatz kommen.

Da inzwischen die Verschlusstechnik der Hüllrohre durch Widerstandspreßschweißen zeitlich sehr verkürzt und automatisiert werden konnte, ergab sich das dringende Bedürfnis auch die vor diesem liegenden Schritte der Füllung des Brennstabes so zu automatisieren, daß sich mit dem anschließenden Preßschweißen der Endkappen eine Fertigungsstraße für Brennstäbe einrichten

läßt. In diese Fertigungsstraße sollte dabei auch die Möglichkeit vorgesehen sein, die Brennstofftabletten so zu trocknen, daß sie mit dem geringst möglichen Feuchtigkeitsgehalt in die Hüllrohre eingesetzt werden.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kernbrennstofftabletten aneinander gereiht in Aufnahmerohre eines vorzugsweise trommelartig gestalteten Magazins eingebracht werden und mit diesem einen Trockenofen zur Beseitigung von Feuchtigkeitsspuren durchlaufen, daß dieses Magazin anschließend zu einer Füllstation gebracht wird, zu der jeweils ein leeres, beiderseits offenes Hüllrohr aus einem Rohrmagazin zugeführt wird, daß das leere Hüllrohr gewogen und anschließend die Brennstofftabletten aus den Aufnahme-rohren des Magazins durch mechanisch bewegte Schubstangen solange in dieses eingefüllt werden, bis der geförderte Füllgrad nach Länge und Gewicht der Tablettensäule erreicht ist, daß das gefüllte Hüllrohr in eine weitere Bearbeitungsstation zur Einführung von Isoliertabletten, Stützhülsen, Federn usw. gebracht wird und daß nach seiner Endüberprüfung die Weitergabe des Hüllrohres an die Schweißapparat-erfolgt.

Je nach Länge der Hüllrohre, d.h. der für das Füllen derselben mit Kernbrennstofftabletten benötigten Zeit, kann es dabei zweckmäßig sein, daß eine Schweißapparat mit mehr als einer Hüllrohrfülleinrichtung zusammen arbeitet.

Zur näheren Erläuterung dieses Verfahrens sei auf die Figuren 1 und 2 verwiesen, in denen in der Seitenansicht und in der Draufsicht eine mögliche Apparatur zur Durchführung dieses Verfahrens rein schematisch dargestellt ist.

Die Kernbrennstofftabletten werden zunächst in nicht dargestellter Weise in die Magazinrohre 21 der Magazintrommel 2 eingefüllt, zum Beispiel mit Hilfe eines an sich bekannten Vibrationsförderers. Dann werden die gefüllten Magazintrommeln 2 auf die

VPA 75 E 9396

Förderbahn 31 gesetzt. Diese besteht aus einem Schienensystem, mit dem z.B. auf der Magazintrommelachse drehbar gelagerte Lauf-  
räder im Eingriff stehen. Ohne sich dadurch selbst zu drehen,  
gelangen diese Magazintrommeln 2 in einen Trockenofen 3, der  
5 beispielsweise elektrisch beheizt ist. Beim Durchwandern des-  
selben stehen sie unter Luftabschluß, die Kernbrennstofftabletten  
verlieren dabei ihre Restfeuchtigkeit. Im praktisch abgekühlten  
Zustand gelangen die Trommeln nunmehr über die Bahn 32 zur Füll-  
station 22. Die Trommelmagazine sind dabei vorzugsweise so ge-  
10 staltet, daß die Magazinrohre 21 nach dem Verlassen des Ofens  
beiderseits verschlossen sind und daß in der Füllstation 22 je-  
weils das zu entleerende Magazinrohr geöffnet wird. Dies kann  
beispielsweise geschehen durch auf dem Magazin stirnseitig ange-  
ordnete Abdeckscheiben mit je einer Bohrung in Höhe der Magazin-  
15 rohre. In der Füllstation 22 bleiben dann die Abdeckscheiben  
an Ort, während das eigentliche Trommelmagazin jeweils um eine  
Magazinrohrteilung Schritt für Schritt für die Entladung derselben  
weitergedreht wird.

20 Dieser Entladestation werden aus einem Hüllrohrmagazin 10 die  
leeren beiderseits offenen Hüllrohre 1 zugeführt. Dort werden sie  
beispielsweise von einer Aufnahmevorrichtung 53 gefaßt und fest-  
gespannt. Diese Einrichtung ist gleichzeitig mit einem dichtdar-  
gestellten Wägemechanismus verbunden, der das genaue Leergewicht  
25 registriert. Das zu beladene Hüllrohr befindet sich nunmehr genau  
in der Höhe des zu entladenden Magazinrohres 21 der Trommel 2.  
Zwischen beiden befindet sich noch eine verbindende Füllkammer 5,  
mit einer inneren Greifvorrichtung 51. Die Vorrichtung 54 sorgt  
für die Drehung der Magazintrommel sowie ihre Sperrung beim  
30 Fülltakt.

Nach Herstellung dieser Lage fährt ein Füllstempel 4, der über  
ein entsprechendes Getriebe 41 bewegt wird, in das Magazin-  
rohr 21 ein und drückt bzw. schiebt die darin befindliche Säule  
15 von Kernbrennstofftabletten über die Füllkammer 5 in das Hüll-  
rohr 1 ein. Am anderen Ende derselben ist in der Zwischenzeit  
ein Fühlstempel 52 eingefahren, der den Charakter eines End-  
schalters hat und Signal gibt, wenn die Kernbrennstofftabletten  
am anderen Ende des Hüllrohres angelangt sind.

- A -  
- 5 -

Nach dem Leeren des ersten Magazinrohres 21 zieht sich der Füllstempel 4 zurück. Die Magazintrommel 2 dreht sich um eine Teilung weiter. Das nächste Magazinrohr 21 wird entleert und so fort bis, wie bereits erwähnt, die Brennstofftabletten am  
5 anderen Ende des Hüllrohres angelangt sind. Das Signal des Endschalters stoppt die Bewegung des Füllstempels 4, der in der Füllkammer 5 befindliche Greifer 51 schiebt die in dieser Kammer befindlichen restlichen Tabletten in das Hüllrohr ein, wobei die Tasteinrichtung 52 am anderen Ende entsprechend nachgibt.  
10 Ihr Ansprechpunkt war so eingestellt, daß nach dem Einschieben der noch in der Füllkammer 5 befindlichen Tabletten der benötigte Abstand der Tablettensäule zum Hüllrohrende verbleibt.

Das auf diese Weise gefüllte Hüllrohr wird nun von einem Transportmechanismus 6, der z.B. die Gestalt eines breiten Förderbandes besitzt und in die nächste Arbeitsstellung 61 befördert. In dieser Station werden keramische Isoliertabletten, Stützhülsen für den Spaltgassammelraum sowie Federn eingebracht. Selbstverständlich können diese Arbeitsgänge auch teilweise in der nächsten Stellung 62 durchgeführt werden. Alsdann bringt der Fördermechanismus 6  
20 das gefüllte Hüllrohr in die Kontrollstation 63, in der nochmals das Vorhandensein sämtlicher eingesetzter Teile und deren Sitz im Hüllrohr überprüft werden.

Alsdann bringt die Fördereinrichtung 6 das gefüllte Hüllrohr in die Schweißstation 64, die z.B. entsprechend dem Vorschlag in der Patentanmeldung P 25 50 079.2 ausgeführt sein kann. In dieser werden gleichzeitig an beiden Seiten die Endkappen aufgeschweißt, und zwar durch das äußerst kurzzeitige Widerstandspreßschweißen. Aus dieser Station gelangen dann die fertiggestellten  
30 Brennstäbe in das Sammelmagazin 11.

Die Zeitfolge dieser einzelnen Verfahrensschritte sind so aufeinander abgestimmt, daß der Fülltakt genauso lange wie der Schweißtakt währt. Der Schweißtakt beinhaltet dabei nicht nur die eigent-  
35

VPA 75 E 9396

liche Schweißzeit, sondern vor allen Dingen auch neben dem Zuführtakt für die Endkappen das Evakuieren des Stabes sowie seine Füllung mit dem sogenannten Vorinnendruck.

- 5 Selbstverständlich sind auch noch andere Ausbildungsmöglichkeiten hinsichtlich der Magazine der Fülleinrichtung sowie der Transporteinrichtung 6 möglich. Deren Ausführungsform wird sich wesentlich nach der zu fertigenden Länge der Brennstäbe sowie nach den zur Verfügung stehenden Raumverhältnissen und übrigen Fertigungseinrichtungen zu richten haben.

15 Dieser Verfahrensablauf sichert, daß die nachgetrockneten Kernbrennstofftabletten auf ihrem Transportweg praktisch keine Feuchtigkeit wieder aufnehmen können, zumal zusätzlich die Möglichkeit gegeben ist, das jeweils zu füllende Hüllrohr über die Einspanneinrichtung 53 während des Füllvorganges selbst elektrisch soweit aufzuheizen, daß Feuchtigkeitsanlagerungen auf der Rohrinneenseite abdampfen.

20 Die eingangs erwähnte Wägeeinrichtung stellt auch das Schlußgewicht des Brennstabes fest, so daß damit das Gewicht der eingesetzten Brennstofftabletten für jeden einzelnen Brennstab genau registriert wird. Auf diese Weise ist es auch möglich, die Kernbrennstofffüllung nicht nur der Länge nach, sondern auch dem Gewicht nach stets konstant zu halten. Sollten sich dabei in der Länge der Kernbrennstoffsäule Unterschiede ergeben, so werden diese in an sich bekannter Weise durch zusätzliche Isoliertabletten ausgeglichen.

30 Wesentlich für den gesamten Verfahrensablauf ist, daß sich das Bedienungspersonal nur Überwachungsaufgaben widmen muß und daher zahlenmäßig gegenüber der bisher angewandten Technik geringgehalten werden kann. Damit ist auch die Gewähr gegeben, daß das Enderzeugnis, der gefüllte Kernreaktorbrennstab, nicht nur in 35 wesentlich kürzerer Zeit fertiggestellt werden kann, sondern auch in stets gleicher Qualität vorliegt.

2 Patentansprüche

2 Figuren

VPA 75 E 9396

709840/0174

7  
Leerseite



Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

26 12 538  
G 21 C 21/02  
24. März 1976  
6. Oktober 1977

9.

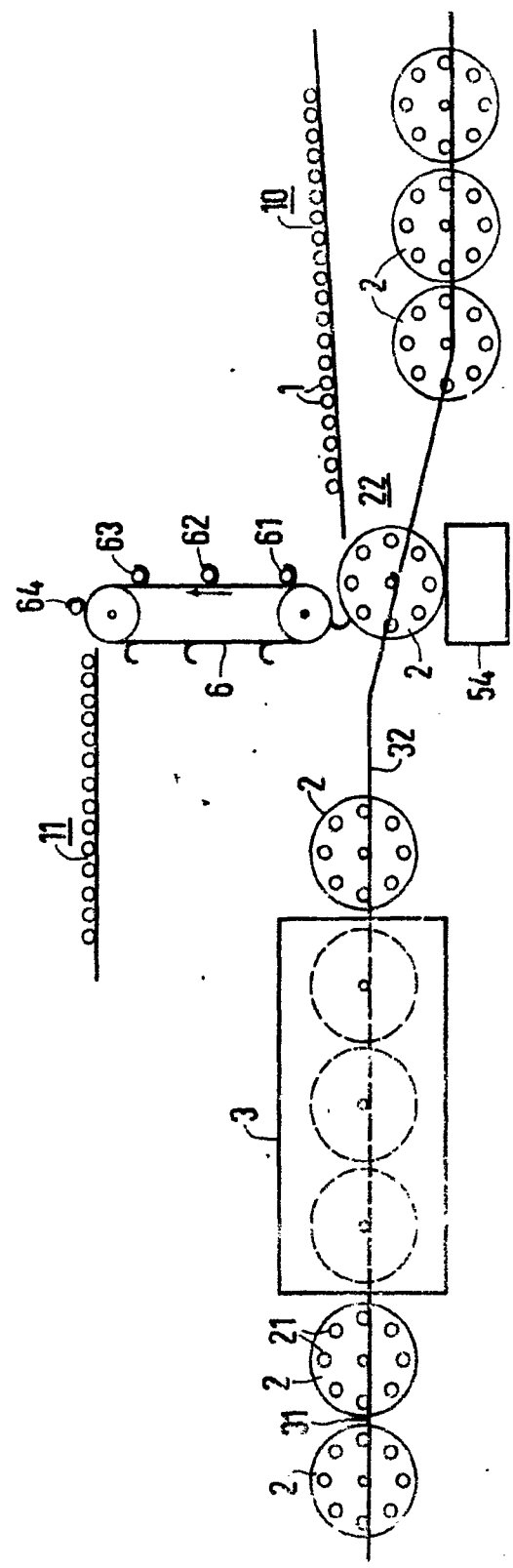


Fig.1

709840/0174

2612538

.8.

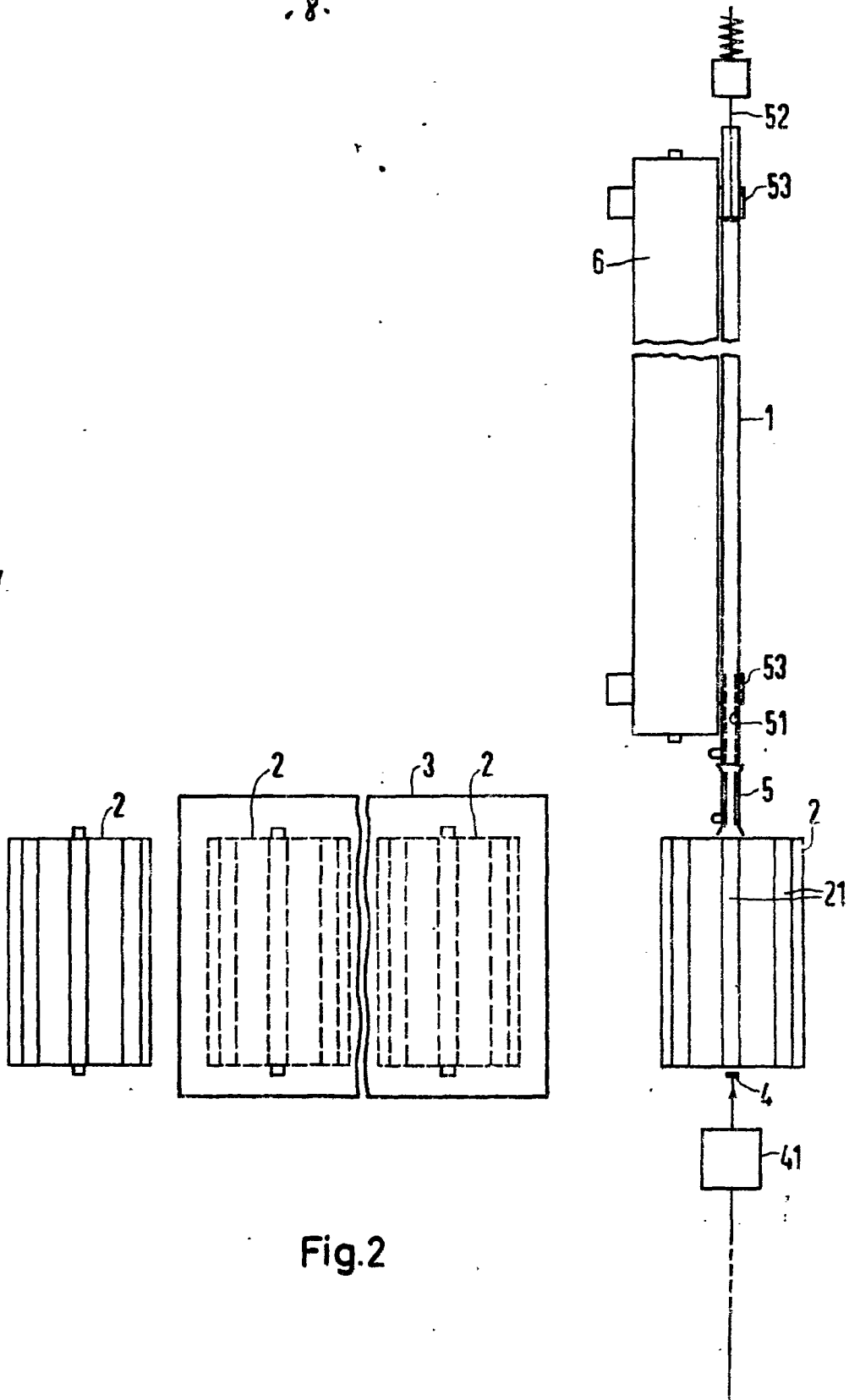


Fig.2