

51

Int. Cl. 2:

G 21 C 21/02

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



11

Patentschrift **26 12 538**

21

Aktenzeichen: P 26 12 538.2-33

22

Anmeldetag: 24. 3. 76

43

Offenlegungstag: 6. 10. 77

44

Bekanntmachungstag: 4. 1. 79

45

Ausgabetag: 6. 9. 79

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

Bezeichnung: Verfahren zum automatischen Füllen von Kernbrennstabhüllrohren

73

Patentiert für: Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72

Erfinder: Bezold, Helmut, 8520 Erlangen

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

FR 20 92 779

DE 26 12 538 C 3

Patentansprüche:

1. Verfahren zum automatischen Füllen von Hüllrohren für Brennstäbe von Kernreaktoren mit Kernbrennstofftabletten in Verbindung mit dem anschließenden Verschluß derselben durch automatisiertes Aufschießen von Endkappen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernbrennstofftabletten in an sich bekannter Weise aneinandergereiht in Aufnahme-
 rohre (21) eines Magazins (2) eingebracht werden, daß sie mit diesem einen Trockenofen (3) zur Beseitigung von Feuchtigkeitsspuren durchlaufen, daß dieses Magazin (2) anschließend zu einer Füllstation (22) gebracht wird, zu der jeweils ein leeres, beiderseits offenes Hüllrohr (1) aus einem Rohrmagazin (10) zugeführt wird, daß das leere Hüllrohr (1) gewogen und anschließend die Brennstofftabletten aus den Aufnahme-
 rohren (21) des Magazins (2) durch mechanisch bewegte Schubstangen (4) solange in dieses eingefüllt werden, bis der geforderte Füllgrad nach Länge und Gewicht der Tablettensäule erreicht ist, daß das gefüllte Hüllrohr (1) in eine weitere Bearbeitungsstation (61) zur Einführung von Isoliertabletten, Stützhülsen, Federn usw. gebracht wird und daß nach seiner Endüberprüfung (63) die Weitergabe des Hüllrohres an die Schweißapparatur (64) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schweißapparatur (64) mit mehr als einer Hüllrohrfülleinrichtung zusammen arbeitet.

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. Tablettensortiermaschinen, konnten zum Einsatz kommen. In diesem Zusammenhang sei auf die DOS 21 30 001 verwiesen, die ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Füllen einer Kernbrennstoffhülle betrifft, womit die Füllung jedes Hüllrohres mit Brennstofftabletten jeweils gleichen Gesamtgewichtes — unabhängig evtl. unterschiedlicher Längen der Tabletten — erzielt werden soll. Die in die Hüllrohre einzuführende Tablettensäule wird dazu in einem Aufnahmerohr zusammengestellt und mit diesem transportiert. Über eine spezielle Behandlung der Kernbrennstofftabletten wird dabei nichts ausge-

Da inzwischen die Verschlußtechnik der Hüllrohre durch Widerstandspreßschweißen zeitlich sehr verkürzt und automatisiert werden konnte, stellte sich die Aufgabe 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.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kernbrennstofftabletten in an sich bekannter Weise aneinandergereiht in Aufnahme-
 rohre eines Magazins eingebracht werden, daß sie 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 geforderte 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.

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

Zur näheren Erläuterung dieses Verfahrens sei auf die Fig. 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 Förderbahn 31 gesetzt. Diese besteht aus einem Schienensystem, mit dem z. B. auf der Magazintrommelachse drehbar gelagerte Laufräder im Eingriff stehen. Ohne sich dadurch selbst zu drehen, gelangen diese Magazintrommeln 2 in einen Trockenofen 3, der beispielsweise elektrisch beheizt ist. Beim Durchwandern desselben stehen sie unter Luftabschluß, die Kernbrennstofftabletten verlieren dabei ihre Restfeuchtigkeit. Im praktisch abgekühlten Zustand gelangen die Trommeln nunmehr über die Bahn 32 zur Füllstation 22. Die Trommelmagazine sind dabei vorzugsweise so gestaltet, daß die Magazinrohre 21 nach dem Verlassen des Ofens beiderseits verschlossen sind und daß in der Füllstation 22 jeweils das zu entleerende Magazinrohr geöffnet wird. Dies kann beispielsweise geschehen durch auf dem Magazin stirnseitig angeordnete Abdeckscheiben mit je einer Bohrung in Höhe der Magazinrohre. In der Füllstation 22 bleiben dann die Abdeckscheiben an Ort, während das eigentliche Trommelmagazin jeweils um eine Magazinrohreilung Schritt für Schritt für die Entladung derselben weitergedreht wird.

Dieser Entladestation werden aus einem Hüllrohrmagazin 10 die leeren beiderseits offenen Hüllrohre 1

zugeführt. Dort werden sie beispielsweise von einer Aufnahmevorrichtung 53 gefaßt und festgespannt. Diese Einrichtung ist gleichzeitig mit einem nicht dargestellten Wägemechanismus verbunden, der das genaue Leergewicht 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 Fülltakt.

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

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 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. Ihr Ansprechpunkt war so eingestellt, daß nach dem Einschieben der noch in der Füllkammer 5 befindlichen Tabletten der benötigte Abstand der Tabletten säule 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 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 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 eigentliche Schweißzeit, sondern vor allen Dingen auch neben dem Zuführtakt für die Endkappen das Evakuieren des Stabes sowie seine Füllung mit dem sogenannten Vorinnendruck.

Selbstverständlich sind auch noch andere Ausbildungsmöglichkeiten hinsichtlich der Magazine der Füllrichtung 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.

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.

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.

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 wesentlich kürzerer Zeit fertiggestellt werden kann, sondern auch in stets gleicher Qualität vorliegt.

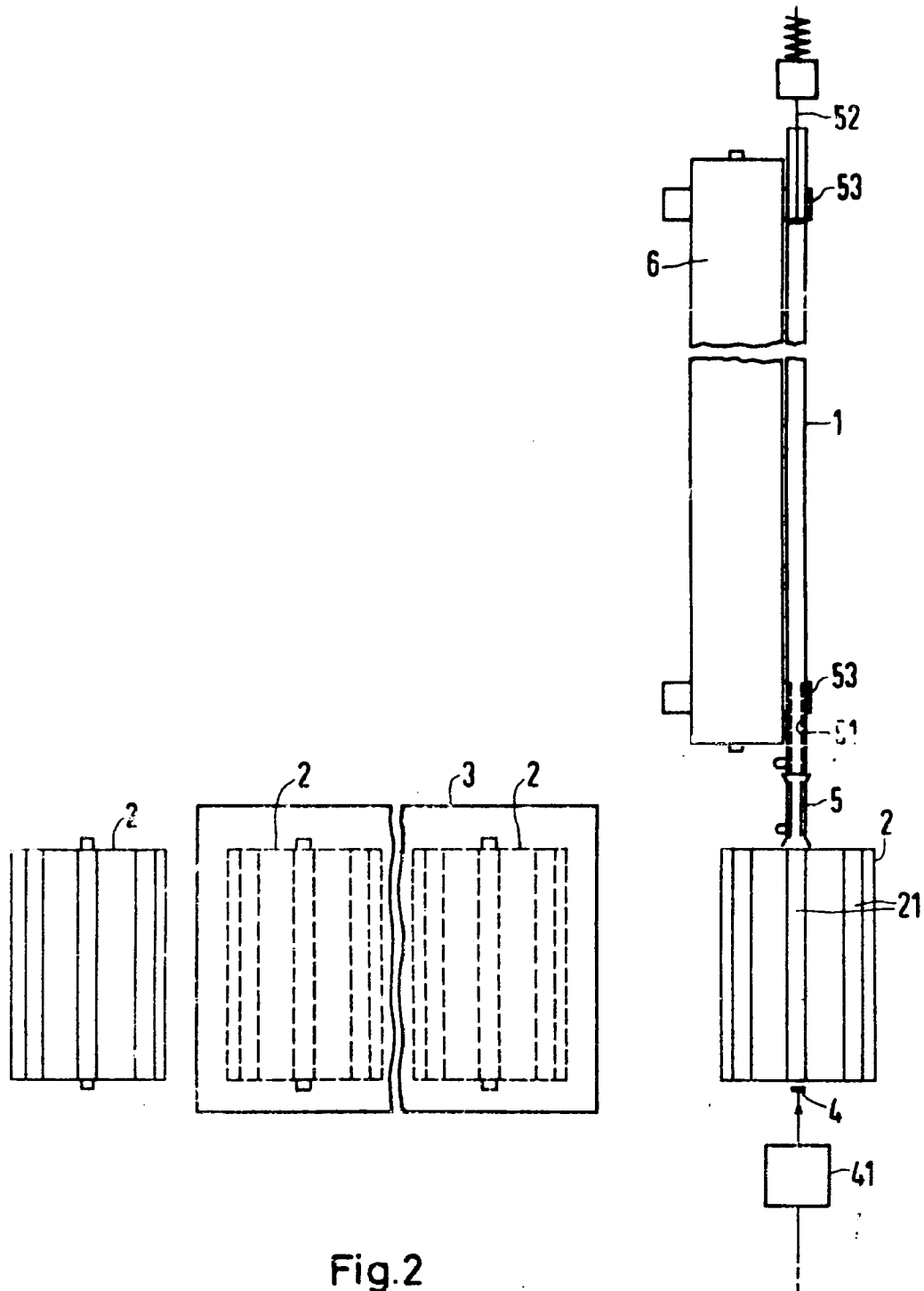


Fig.2