



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: G 21 F 9/20  
G 21 F 9/34



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

618 039

(21) Gesuchsnummer: 8987/77

(22) Anmeldungsdatum: 20.07.1977

(30) Priorität(en): 23.08.1976 DE 2637858

(24) Patent erteilt: 30.06.1980

(45) Patentschrift  
veröffentlicht: 30.06.1980

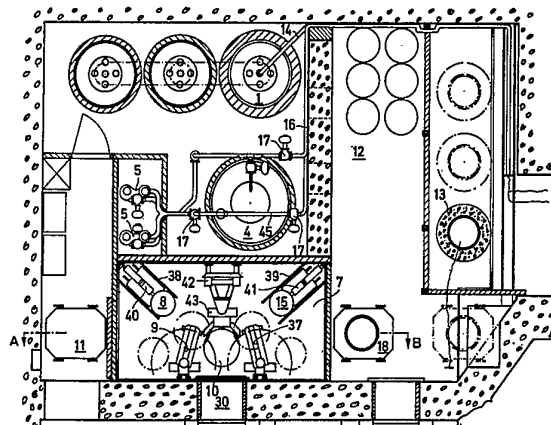
(73) Inhaber:  
Kernforschungszentrum Karlsruhe Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung, Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:  
Wilhelm Hempelmann, Leopoldshafen (DE)  
Günter Waldenmeier, Karlsruhe (DE)  
Dr.Dipl.-Chem. Günter Höhle, Helmsheim (DE)

(74) Vertreter:  
Max Kieser, Zürich

(54) Verfahren zum Einbetonieren von radioaktiven Abfällen.

(57) Der zum Abbinden notwendige Zement (27) wird trocken in ein noch leeres Abfallfass (21,22) vordosiert und das Abfallfass (21,22) anschliessend zur weiteren Herstellung der Betonmischung an die Betonierzelle (7) angeschlossen. Danach wird wenigstens ein Teil der einzubetonierenden Abfälle gemeinsam mit dem zur Betonbildung notwendigen Anmachwasser als Spülmedium auf den trockenen Zement (27) aufgebracht, der Mischer in das Fass eingefahren und anschliessend im Fass gemischt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Einbetonieren von radioaktiven Abfällen in Abfallfässern (21, 22), wobei das zur Betonbildung notwendige Anmachwasser gemeinsam mit den einzubetonierenden Abfällen als Einspül- bzw. Transportmittel für dieselben in das Abfallfass (21, 22) zu dem Zement eingespült wird, dadurch gekennzeichnet, dass der zum Abbinden notwendige Zement (27) trocken in das noch leere Abfallfass (21, 22) vordosiert und das Abfallfass (21, 22) anschliessend zur weiteren Herstellung der Betonmischung an eine Betonieranlage (7) angeschlossen wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der einzubetonierten Abfälle mit dem Anmachwasser als Spülmedium anschliessend auf den trockenen Zement (27) aufgebracht werden und dass danach der Mischer (10) in das Fass (21, 22) eingefahren und somit im Fass (21, 22) gemischt wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbringen der Abfälle mit dem Anmachwasser in das Fass (21, 22) in mindestens zwei Schritten erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einzubetonierenden Abfälle mit dem Anmachwasser vor dem Mischvorgang mittels Pumpen (5) laufend umgewälzt werden.

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung eines besonders festen und homogenen Betons der Mischvorgang im Fass (21, 22) durch ein gleichzeitiges Verfahren des Mixschers (10) überlagert wird.

6. Verfahren nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Mischens im Fass (21, 22) gleichzeitig einzubetonierende Abfälle zugegeben werden.

7. Verfahren nach den Patentansprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer besonders homogenen Verpackung nach dem Abbinden der Mischungsbestandteile im Fass (21, 22) die Abfälle mit einer weiteren Umhüllung aus unvermischtem Beton versehen werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbetonieren von radioaktiven Abfällen in Abfallfässern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen ist es notwendig, flüssige radioaktive Abfälle sowie radioaktive Ionenaustauscherharze, die staubförmige Aktivität enthalten können, zu fixieren. Die Fixierung dieser Abfälle kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Neben der Einbettung der Abfälle in Bitumen und in Kunststoffen wird das Einbetten in Beton im grossen Masse betrieben.

Bei der Fixierung der Abfälle kommt es darauf an, den Abfall möglichst dicht mit Zement bzw. Beton zu umgeben, um eine geringstmögliche Auslaugrate gegenüber H<sub>2</sub>O oder Salzlauge zu erreichen. Gleichzeitig sollte ein möglichst fester Beton entstehen. Diese Forderungen lassen sich wegen der Herkunft der Schlämme bzw. Konzentrate und Harze mit der herkömmlichen Betonierung nur bedingt erfüllen.

Seit längerem wird bereits Konzentrat und Schlamm betoniert. Dabei wurde so vorgegangen, dass der Zement mit dem Konzentrat in ein Fass gefüllt und dieses Fass auf einer Art Rhönradmischer gemischt wurde. In einem weiteren Fall wurden Schlämme in einem Intensivmischer zusammen mit Zement gemischt. Diese bisher durchgeführten Betonierarbeiten wurden jedoch überwiegend mit schwachaktiven Material vorgenommen.

Aus der DE-OS 2 421 142 ist ein Verfahren zur Beseitigung

radioaktiver Abfälle bekannt, bei welchem die Abfälle in Form einer wässrigen Aufschwemmung gleichzeitig mit dem Zement von oben aus Rohren in das Fass geschüttet werden. Ein in das Fass abgesenktes Rührwerk dient dabei zur Durchmischung.

Die Fässer befinden sich offen in einer Betonierzelle und werden mittels eines Förderbandes unter die Füllrohre der Einfüllvorrichtung gebracht. Ein erheblicher Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass der Zement von oben in das Fass geschüttet wird, welches eine erhebliche Staubaufwirbelung in der Betonierzelle bewirkt. Diese führt einerseits zu einer Innenkontamination, sowie zu einer frühzeitigen Verstopfung der Abluftfilter.

Zusammenfassend haben die bisher bekannten Betonierverfahren den Nachteil, dass die Wartung der Anlagen und deren Reparatur unter Umständen zu erheblichen Dosisbelastungen führen können. Die Reinigung und die Versorgung der zur Mischung des radioaktiven Materials mit dem Zement benützten Apparate stellt ein erhebliches Problem dar. Da die Geräte naturgemäss einem hohen Verschleiss ausgesetzt sind, sind Reparaturen relativ häufig. Die Mischung der Abfälle im sogenannten Rhönradmischer hat den Nachteil, dass eine Kontrolle der Abfälle durch Beobachtung nicht möglich ist. Nach den allgemein vorliegenden Erfahrungen ist dies jedoch wegen der Inhomogenität des Ausgangsmaterials unbedingt notwendig. Ausgehend von diesem Stand der Technik hat nun die vorliegende Erfindung zur Aufgabe, ein Betonierverfahren für mittelaktive radioaktive Abfälle zu schaffen, bei welchem keine Staubaufwicklung in der Betonierzelle auftreten kann. Dabei soll ein möglichst fester Beton mit hoher Abschirmwirkung entstehen und das Fass optimal gefüllt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die vorliegende Erfindung bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art vor, dass der zum Abbinden notwendige Zement trocken in das noch leere Abfallfass vordosiert und das Abfallfass anschliessend zur eigentlichen Betonierung an eine Betonierzelle angeschlossen wird. Zweckmässige Ausbildungen des Verfahrens sind in den Patentansprüchen 2 bis 7 angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden und anhand der Fig. 1 und 2 näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 die schematische Draufsicht auf eine Anlage für das Betonierverfahren, und

Fig. 2 einen Schnitt etwa entlang der Linie AB in Fig. 1 mit in die Beladeposition geschwenkten Dosiergefässen.

Radioaktive Stoffe, z. B. Ionenaustauscherharze, werden in nicht dargestellten Harztransportbehältern angeliefert. Diese Behälter werden über die Schlauchleitung 14 an den Behälter 1, den sogenannten Harzsammelbehälter, angeschlossen. Nun wird das Harz mit Hilfe eines speziellen Vakuumspülverfahrens in den Harzbehälter 1 eingespült. Auf dieselbe Weise wird nun das Harz aus dem Behälter 1 in eines der beiden Dosiergefässe 8 und 15 mittels nicht dargestellter Leitungen umgespült. Auf dieselbe Weise werden die radioaktiven Schlämme und Konzentrate aus Tankwagenbehältern über Vakuum in den Harzsammeltank 4 mittels der Leitung 16 eingespült. Da diese Medien Substanzen enthalten, die sich sehr schnell als Feststoff niederschlagen, ist es notwendig, den Inhalt des Schlammbehälters 4 dauernd mit Hilfe der Umwälzpumpen 5 umzuwälzen. Durch eine geeignete Schaltung wird sichergestellt, dass immer eine der beiden Umwälzpumpen in Betrieb ist. Als Absperrorgane werden ausschliesslich in die Leitung eingesetzte Kugelhähne 17 verwendet, in denen sich keine Feststoffe festsetzen können und die immer einen freien Durchfluss garantieren. Aus der Umwälzleitung 45 des Schlammbehälters 4 kann nun ebenfalls wieder mittels Vakuum Schlamm in eines der beiden Dosiergefässe 8 und 15 gezogen werden. Es ist auch möglich, aus dem Harztransportbehälter direkt in ein Dosiergefäss 8, 15 zu fahren oder als Vorlage für die Dosiergefässe

8,15 vor Ort vorhandene Tanks zu benutzen. Ein Teil der vorstehend beschriebenen Einrichtungen ist zum Betrieb der eigentlichen Betonieranlage nicht unbedingt notwendig, jedoch der Vollständigkeit wegen beschrieben.

Die eigentliche Betonieranlage besteht aus einer abgeschirmten Zelle 7, unter der ein Transfersystem in Form von zwei auf Schienen laufenden Hubwagen 11 und 18 angeordnet ist. Wie Fig. 2 zeigt, sind die Hubwagen 11 und 18 jeweils mit einer Hubvorrichtung 19 und 20 ausgerüstet, mittels welcher die Fässer 21 und 22 von unten an die Öffnungen 23 und 24 im Zellenboden 25 angedrückt werden können. Die Hubwagen 11 und 18 mit den Fässern 21 und 22 in abgesenkter Position werden in den Kanal 26 gefahren, der unter der Zelle 7 angeordnet ist. Dabei sind die Fässer an der Einfüllposition bereits mit der zur Betonbildung notwendigen Zementmenge 27 gefüllt und werden mit dieser nach Hochziehen der Abschirmplatte 28 in den Kanal 26 eingebracht. Nach dem Einfüllen und Mischen werden die Fässer 21 und 22 durch die Öffnung 29 in den Abbinde-  
raum 12 zum Abbinden gefahren.

Die Zelle 7 weist an der Stirnseite ein Sichtfenster 30 aus Bleiglas auf, so dass alle Arbeitsvorgänge in der Zelle 7 beobachtet und eventuell gestoppt werden können. Im Boden 25 der Zelle 7 sind in den Öffnungen 23 und 24 zwei Doppeldeckelsysteme 33 und 36 eingesetzt. Jedes Doppeldeckelsystem 33 und 36 besteht aus je einem gasdicht aneinander pressbaren unteren Deckel 31 und 35 und oberem Deckel 32 und 34. Die Deckel 31 und 32 sowie 34 und 35 können mit Hilfe nicht näher dargestellten Mechanismen verklammert werden und werden mit Hilfe der Schwenkvorrichtung 9 und 37 nach oben aus den Öffnungen 23 und 24 herausgehoben und zum Einfüllen seitlich weggeschwenkt. Für den Wegtransport der Fässer werden die Doppeldeckelhälften 31 und 32 bzw. 34 und 35 wieder voneinander gelöst; die unteren Hälften 31 bzw. 35 verbleiben bis nach dem vollständigen Abbinden auf den Fässern 21 und 22, so wie sie bereits mit den Fässern in den Kanal 26 eingebracht wurden.

Durch die Hebevorrichtungen 9 und 37 werden die Öffnungen 23 und 24 für das Fass voll frei und das mechanisch komplizierte Deckelsystem aus dem Verschmutzungsbereich des Rührvorganges herausgefahren. Beide Doppeldeckel 33 und 36 können in eine Mittelposition vor das Fenster 30 geschwenkt werden, so dass eine Wartung und Reparatur der Deckel 33 und 34 vor diesem Fenster 30 mit Hilfe eingebauter Manipulatoren möglich ist.

Wie bereits erwähnt, befinden sich in der Zelle 7 zwei Dosiergefäße 8 und 15, die auf der Rückseite der Zelle in den hinteren Ecken angeordnet sind. Diese Dosiergefäße 8 und 15 sind auf Schlitten 38 und 39 montiert, die mit Hilfe von Pressluftzylindern 40 und 41 über die Fassöffnungen 23 und 24 gefahren werden können. Durch Verriegelungen ist sichergestellt, dass die Dosiergefäße 8 und 15 nur dann in ihre Entleerposition über den Öffnungen 23 und 24 gefahren werden können, wenn einer oder beide Doppeldeckel 33 und 36 geöffnet sind. Mit den beiden Dosiergefäße 8 und 15 kann sowohl Harz als auch Schlamm dosiert werden.

In der Mitte der Zelle 7 ist ein schwenkbarer Fassmischer 10 angeordnet. Bei dem Mischer 10 handelt es sich um einen gegenläufigen Mischer, so dass keine Drehkräfte auf das Fass übertragen werden. Dieser Fassmischer 10 wird mit dem Schlitten 42 mit Hilfe eines Pressluftzylinders, der unterhalb der Zelle 7 angeordnet ist, auf und ab gefahren. Über einen weiteren Pressluftschwenkantrieb 43 kann der Fassmischer 10 in insgesamt fünf Positionen gebracht werden. In der Mittelposition kann der Fassmischer 10 gewartet und können die Mischwerkzeuge ausgewechselt werden. Die Mittelposition befindet sich direkt vor dem Sichtfenster 30 der Betonierzelle 7. Nach dem Schwenken des Mixers 10 in eine der beiden Mischpositionen über den Öffnungen 23 und 24 wird das Mischwerkzeug in

das Fass 21 bzw. 22 hineingefahren. Darüber hinaus kann der Mischer 10 sowohl in eine rechte als auch in eine linke Abstellposition gefahren werden, so dass er z. B. bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten nicht im Wege ist. Über den beschriebenen Einrichtungen ist ein Flächenkran 44 angeordnet. Dieser Flächenkran 44 gestattet es, z. B. die Dosiergefäße 8, 15 auszutauschen sowie bei Defekten den Mischer 10 aus dem Fass 21 bzw. 22 herauszuziehen.

Das Verfahren der Einbetonierung erfolgt nun auf die folgende Weise:

Mit Hilfe eines Gabelhubwagens wird ein mit einer bestimmten Menge Zement vorgefülltes Fass auf einen der Hubwagen 11 oder 18 gestellt. Dann wird die Abschirmplatte 28 vor dem Kanal 26 unter der Zelle 7 geöffnet, und der Hubwagen 11, 18 wird in eine der beiden Betonierpositionen unter den Öffnungen 23, 24 gefahren. Nachdem das Fass 21 bzw. 22 mit seinem Flansch gegen die obere Hälfte 32 und 34 der Doppeldeckel 33, 36 gedrückt worden ist und dieser aus der Öffnung 23 bzw. 24 herausgehoben ist, wird jeweils eines der beiden Dosiergefäße 8, 15 über das Fass 21 bzw. 22 gefahren. Die Dosiergefäße 8, 15 wurden zuvor über Vakuum mit Schlamm oder Harz gefüllt. Da dieser Vorgang sich dauernd wiederholt, ist er in Form eines Programmes automatisch geschaltet. Nachdem die Dosiergefäße 8, 15 über das Fass 21 bzw. 22 gefahren worden sind, wird der Ablasshahn der Dosiergefäße 8, 15 geöffnet, und das Medium wird auf den trockenen Zement 27 aufgebracht. Das Füllen der Fässer 21, 22 mit Harzen oder Schlämmen erfolgt in zwei oder drei Abschnitten. Nachdem die Dosiergefäße 8, 15 in ihre Endposition zurückgefahren worden sind, wird der Mischer 10 aus der Mittelposition über die Fässer 21, 22 geschwenkt. Darauf wird der Mischer 10 in die Fässer 21, 22 abgesenkt. Der Mischer 10 fördert den trockenen Zement 27 in das flüssige Medium und mischt die beiden Stoffe sehr intensiv. Mit Hilfe eines Planetengetriebes werden die Rührwerkzeuge im Mischer 10 im gesamten Fass verfahren. Dadurch werden auch die Randzonen auf der Innenseite des Fasses überstrichen. In einer bestimmten Stellung des Planetengetriebes ist es möglich, die Dosiergefäße 8, 15 über die Fassöffnungen 23, 24 zu fahren und während des Rührbetriebes weiteres Material zuzugeben. Die fertig betonierten Fässer 21, 22 werden anschliessend abgelassen und mit Hilfe des Transfersystems 11, 18 in den abgeschirmten Abbinde-  
raum 12 gefahren. Nach mehreren Stunden werden die fertig betonierten Fässer kontrolliert. Dies kann entweder in dem Abbinde-  
raum 12 oder aber in einer der Doppeldeckelpositionen der Betonierzelle 7 erfolgen. Sollte sich auf dem Beton noch ein Rest Wasser befinden, so kann dieser durch Zugabe von etwas trockenem Zement gebunden werden. Das fertig betonierte Fass wird dann über eine Krananlage in eine verlorene Betonabschirmung 13 oder in einen beliebigen anderen Abschirmbehälter eingesetzt. Das Auswechseln der Mischwerkzeuge erfolgt mittels Manipulatoren. Durch das Einschleusen von trockenem Zement in einem Fass und das sofortige Abdecken dieses Zementes mit flüssigem Medium wird das Auftreten von Staub in der Zelle, welches u. a. zum Verstopfen der Abluftfilter führen kann, verhindert.

Der besondere Vorteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass durch das Einbringen des Zementes in trockener Form ein praktisch staubfreies Arbeiten in der eigentlichen Betonierzelle ermöglicht wird. Durch die Förderung des radioaktiven Mediums mit Hilfe von Vakuum werden eine hohe Betriebssicherheit erzielt, sowie Leckagen und Kontaminationen ausserhalb der eigentlichen Betonierzelle verhindert. Durch das mehrmalige Dosieren über die Dosiergefäße können die Fässer praktisch vollständig gefüllt und somit eine optimale Volumenausnutzung erreicht werden. Letztlich wird durch das beschriebene Verfahren eine besonders kompakte und homogene Mischung im Fass erzielt.

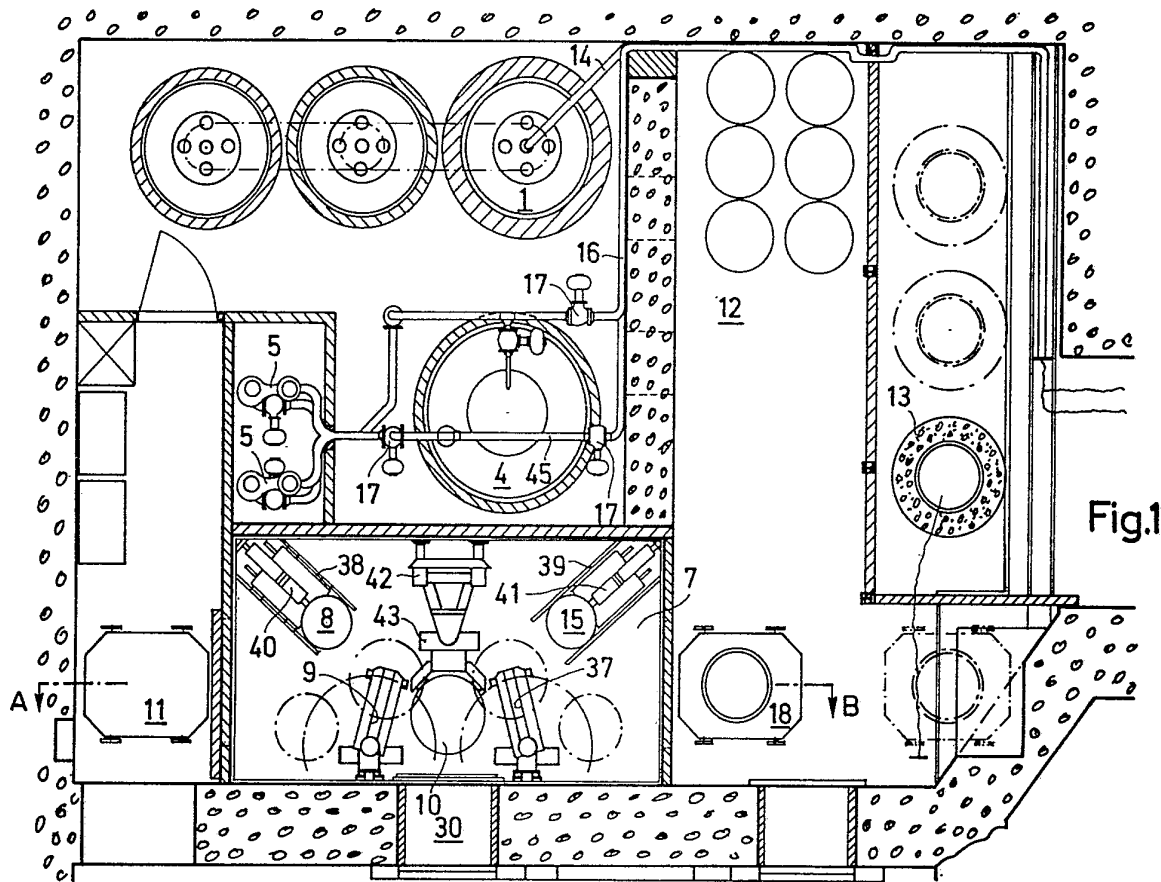


Fig. 2

