DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 263 152 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) G 21 K 5/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 21 K / 305 267 2 (22) 23.07.87 (44) 21.12.88

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD

(72) Eckert, Bernd, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Reinhardt, Jürgen, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Bär, Manfred, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Remer, Manfred, Dr. rer. nat. Dipl.-Math.; Schulze, Horst W., Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Voigt, Heinz, Dipl.-Ök.; Wölbing, Michael, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Deutschländer, Horst; Stamer, Jutta; Teske, Eberhard, Dipl.-Ing., DD

(54) Gammabestrahlungsanlage für Flüssigprodukte

(55) Gammabestrahlunganlage, Strahlenbehandlung, Flüssigprodukte, Lebensmittel, Lebensmittelhilfsstoffe, Keimzahlreduzierung

(57) Die Erfindung betrifft eine Gammabestrahlungsanlage zur Strahlenbehandlung von Flüssigprodukten, insbesondere von Lebensmitteln und Lebensmittelhilfsstoffen, zum Zwecke der Keimzahlreduzierung. Sie besteht aus einem Bestrahlungsraum, einem Bestrahlungsgefäß mit darin angeordneten Rohren für die Strahlungsquellen, einem Quellenlager und den erforderlichen Meß-, Regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen und ist dadurch gekennzeichnet, daß neben dem Bestrahlungsraum ein begehbarer Revisionsschacht angeordnet ist, das Quellenlager aus Kugeln unterschiedlichen Durchmessers gebildet wird und die Strahlenquellen in speziellen Kassettenrohren angeordnet sind.

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Gammabestrahlungsanlage zur Strahlenbehandlung von Flüssigprodukten, insbesondere zum Zwecke der Keimzahlreduzierung, bestehend aus einem mit der erforderlichen biologischen Abschirmung umgebenen Bestrahlungsraum, einem im Bestrahlungsraum installierten Bestrahlungsgefäß mit in vorgegebener geometrischer Konfiguration angeordneten Bestrahlungsrohren und mit durch die biologische Abschirmung verlegten Produktzu- und -abführungsleitungen und einem Lager für die Strahlungsquellen sowie Steuer-, Meß-, Regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen, **dadurch gekennzeichnet,** daß
   - das Strahlenquellenlager (3) aus Kugeln unterschiedlichen Durchmessers aus einem Material hoher Dichte besteht und dieselbe Anzahl von Rohren (11) für die Strahlenquellen wie das Bestrahlungsgefäß (2) enthält, die mit letzteren fluchtend angeordnet sind,
   - die Strahlenquellen in Kassettenrohren (12), die in den Bestrahlungsrohren (10) des Bestrahlungsgefäßes (2) und in den Rohren (11) des Quellenlagers (3) mit einem geeigneten Antrieb (13) transportierbar sind, untergebracht sind und
   - neben dem Bestrahlungsraum (1) ein mit Verschlußdeckel (7) versehener Revisionsschacht (4) vorgesehen ist.
2. Bestrahlungsanlage nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß im Bestrahlungsgefäß (2) mit einer Druckgasleitung (15) verbundene Düsen (16) angeordnet sind.
3. Bestrahlungsanlage nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Verschlußelemente (6; 7; 8) des Bestrahlungsraumes (2) bzw. des Revisionsschachtes (4) mit der Antriebsvorrichtung (13) für die Kassettenrohre (12) zwangsgekoppelt sind.
4. Bestrahlungsanlage nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß für das Quellenlager (3) Stahlkugeln eingesetzt sind, deren Durchmesser im Verhältnis 1:15 bis 1:20 stehen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Gammabestrahlungsanlage zur diskontinuierlichen, quasikontinuierlichen oder auch kontinuierlichen Strahlenbehandlung von Flüssigprodukten (rein. Flüssigkeiten, Lösungen, Mischungen). Eine solche Anlage läßt sich leicht in bereits bestehende Produktionsanlagen, z.B. für Lebensmittel oder Lebensmittelhilfsstoffe zum Zwecke der Keimzahlreduzierung, integrieren.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei den bekannten industriellen Bestrahlungsanlagen mit Radionukliden wird das Flüssigprodukt, meist kommunales Abwasser oder Klärschlamm, mit Hilfe von Pumpen zwangsweise durch einen Behälter bewegt, in dem sie zum Zwecke der Keimzahlreduzierung vorwiegend mit Gammastrahlung behandelt werden. In den Behältern befinden sich häufig fest installierte Einbauten, um den Weg des Flüssigproduktes zu verlängern. Die Strahlenquellen sind entweder innerhalb oder außerhalb des Bestrahlungsgefäßes angeordnet, wobei sie in der Regel an der Bestrahlungsposition fest fixiert sind. Das Bestrahlungsgefäß kann gleichzeitig auch die biologische Abschirmung für die eingesetzten Radionuklidaktivitäten darstellen. Strahlenquellen und Bestrahlungsgefäß bilden eine Einheit und gestatten im allgemeinen keinen Zutritt zum Bestrahlungsgeräß (z.B. Wasser, Luft und Betrieb 9/80, S. 24; DE 2434504; DE 2541354; DE 2754463; US 3602712; US 3865734; JP 73/1293).
Diese Bestrahlungsanlagen sind für den vorgesehenen Anwendungsfall — Hygienisierung von Abwasser und Klärschlamm — gut geeignet, vor allem bezüglich des Strahlenfeldes günstig. Sie können aber nicht oder nur mit Einschränkungen für die Strahlenbehandlung von Flüssigprodukten speziell bei der industriellen Herstellung von Lebensmitteln oder Lebensmittelhilfsstoffen eingesetzt werden.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die ökonomische Strahlenbehandlung von Flüssigprodukten möglichst im Produktionsprozeß, insbesondere von Lebensmitteln und Lebensmittelhilfsstoffen zum Zwecke der Keimzahlreduzierung.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine möglichst universell anwendbare Gammabestrahlungsanlage zu schaffen, in der Flüssigprodukte mit wählbarer Durchsatzrate einer Strahlenbehandlung unterworfen werden können und die die Möglichkeit bietet, das Bestrahlungsgefäß auf relativ einfache Weise zu warten oder auszuwechseln.

Die erfindungsgemäße Gammabestrahlungsanlage besteht aus einem mit der erforderlichen biologischen Abschirmung umgebenen Bestrahlungsraum, einem im Bestrahlungsraum installierten Bestrahlungsgefäß mit eingeschweißten, in vorgegebener geometrischer Konfiguration angeordneten Rohren für die Gammastrahlungsquellen (im weiteren Bestrahlungsrohre genannt) und mit durch die biologische Abschirmung verlegten Produktzu- und -abführungsleitungen und einem Strahlungsquellendepot sowie aus Steuer-, Meß-, Regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen und ist dadurch gekennzeichnet, daß

— neben dem Bestrahlungsraum ein mit Verschlußelementen versehener, begehbarer Revisionsschacht angeordnet ist,
— das Strahlungsquellendepot aus Kugeln unterschiedlichen Durchmessers aus einem Material hoher Dichte in Kugelform besteht, in dem sich dieselbe Anzahl von Rohren wie im Bestrahlungsbehälter befinden (im weiteren Führungsrohre genannt), die mit den Bestrahlungsrohren fluchtend angeordnet, aber mit diesen nicht fest verbunden sind, und
— die Strahlungsquellen in sogenannten Kassettenrohren, die mit einem entsprechenden Antrieb aus den Führungsrohren in die Bestrahlungsrohre und umgekehrt transportierbar sind, deponiert sind.

Das zu bestrahlende Flüssigprodukt wird außerhalb der biologischen Abschirmung bereitgestellt, z.B. in Vorratsgefäßen, deren Volumen dem Volumen des Bestrahlungsgefäßes angepaßt ist, und fließt von dort im freien Fall in das Bestrahlungsgefäß. Während der Bestrahlung wird mit Hilfe von über Düsen eingedrückter Luft eine Homogenisierung der zu applizierenden Strahlendosis im Gesamtvolumen durch ausreichende Durchmischung des Flüssigproduktes erreicht. Der Vorteil dieser Verfahrensweise besteht insbesondere darin, daß sich keine bewegten Teile mit ihren Antriebselementen (z.B. Rührer mit Wellen und Motoren) einschließlich ihrer Stopfbuchsendurchführungen innerhalb der Bestrahlungszone befinden. Nach Abschluß der Bestrahlung wird das Produkt aus dem Bestrahlungsgefäß entnommen und außerhalb der Bestrahlungsanlage der Weiterverarbeitung zugeführt. Zur Entleerung des Bestrahlungsgefäßes bei diskontinuierlicher bzw. quasikontinuierlicher Betriebsweise wird vorteilhafterweise die zum Durchmischen des Flüssigproduktes verwendete Luft eingesetzt, indem durch sinnvolle Kombination entsprechender Ventile die produktzuführende Rohrleitung in dieser Phase des Prozesses geschlossen ist.

Die Verweilzeit des Flüssigproduktes im Bestrahlungsgefäß hängt sowohl von der zur Verfügung stehenden Gesamtaktivität und deren Verteilung auf die Bestrahlungsrohre (und damit Kassettenrohre) als auch von der gewünschten zu applizierenden Gesamtstrahlendosis ab. Durch eine geeignete Anordnung der Strahlenquellen (vor allem Co-60, aber auch Cs-137) in den einzelnen Kassettenrohren und der Kassettenrohre in den Bestrahlungsrohren kann ein hoher Wirkungsgrad bezüglich der Ausnutzung der eingesetzten Nuklidaktivität erreicht werden.

Die Meß-, Steuer-, Regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen, die sich zweckmäßigerweise außerhalb des Bestrahlungsraumes befinden, erlauben einen völlig automatisierten Betrieb der Bestrahlungsanlage in diskontinuierlicher bzw. quasikontinuierlicher Betriebsweise. Im Falle einer kontinuierlichen Betriebsweise wird mit Hilfe geeigneter Pumpen sowohl der Produktfluß durch das Bestrahlungsgefäß als auch die Umwälzung des Flüssigproduktes im Bestrahlungsgefäß während der Bestrahlung zur Homogenisierung der zu applizierenden Strahlendosis gewährleistet.

Die Kombination eines Bestrahlungsraumes nur für das Bestrahlungsgefäß mit einem Revisionsschacht gewährleistet eine Begehbarkeit der Bestrahlungsanlage für Reparaturen und Wartungsarbeiten bei gleichzeitiger Minimierung des umgebauten Strahlenschutzraumes. Zusätzlich kann die Bestrahlungsanlage unterirdisch oder teilweise unterirdisch errichtet werden, so daß der gewachsene Boden in die Ausführung der biologischen Abschirmung einbezogen werden kann.

Das Quellenlager ist in spezieller Form gepackt, so daß es leicht wieder demontierbar ist. Die Packung besteht z.B. aus Stahlkugeln unterschiedlichen Durchmessers, wobei sich die Durchmesser der größeren Kugeln zum Durchmesser der kleineren Kugeln etwa 1:15 bis 1:20 verhalten. Die kleineren Stahlkugeln füllen die Hohlräume zwischen den größeren Kugeln aus. Damit wird durch eine homogene Schüttdichte des Quellenlagers ($>5{,}0\,t/m^3$) nach allen Seiten ein sicherer Strahlenschutz erreicht: Der Transport der Kassettenrohre in den Führungs- und Bestrahlungsrohren erfolgt mit einem geeigneten Transportsystem, vorzugsweise pneumatisch durch von unten einströmende Druckluft. Die Kassettenrohre verbleiben in diesem Falle so lange in der Bestrahlungsposition (in den Bestrahlungsrohren des Bestrahlungsgefäßes), wie Druckluft einwirkt. Wird die Druckluft abgeschaltet, kehren die Kassettenrohre (und damit die Strahlenquellen) durch zwangsweise wirkende Kräfte in die Führungsrohre im Quellenlager, in die sogenannte Ruheposition, zurück. Die gleiche Funktionssicherheit der Kassettenbewegungen läßt sich auch mit anderen Transportsystemen, z.B. hydraulischen, elektromagnetischen oder mechanischen, erreichen.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Bestrahlungsanlage besteht darin, daß der bauliche Aufwand sehr gering ist und sie an nahezu beliebiger Stelle errichtet werden kann. Sie kann durch Anpassung an vorhandene örtliche Gegebenheiten in bestehende Produktionsprozesse eingebunden werden.

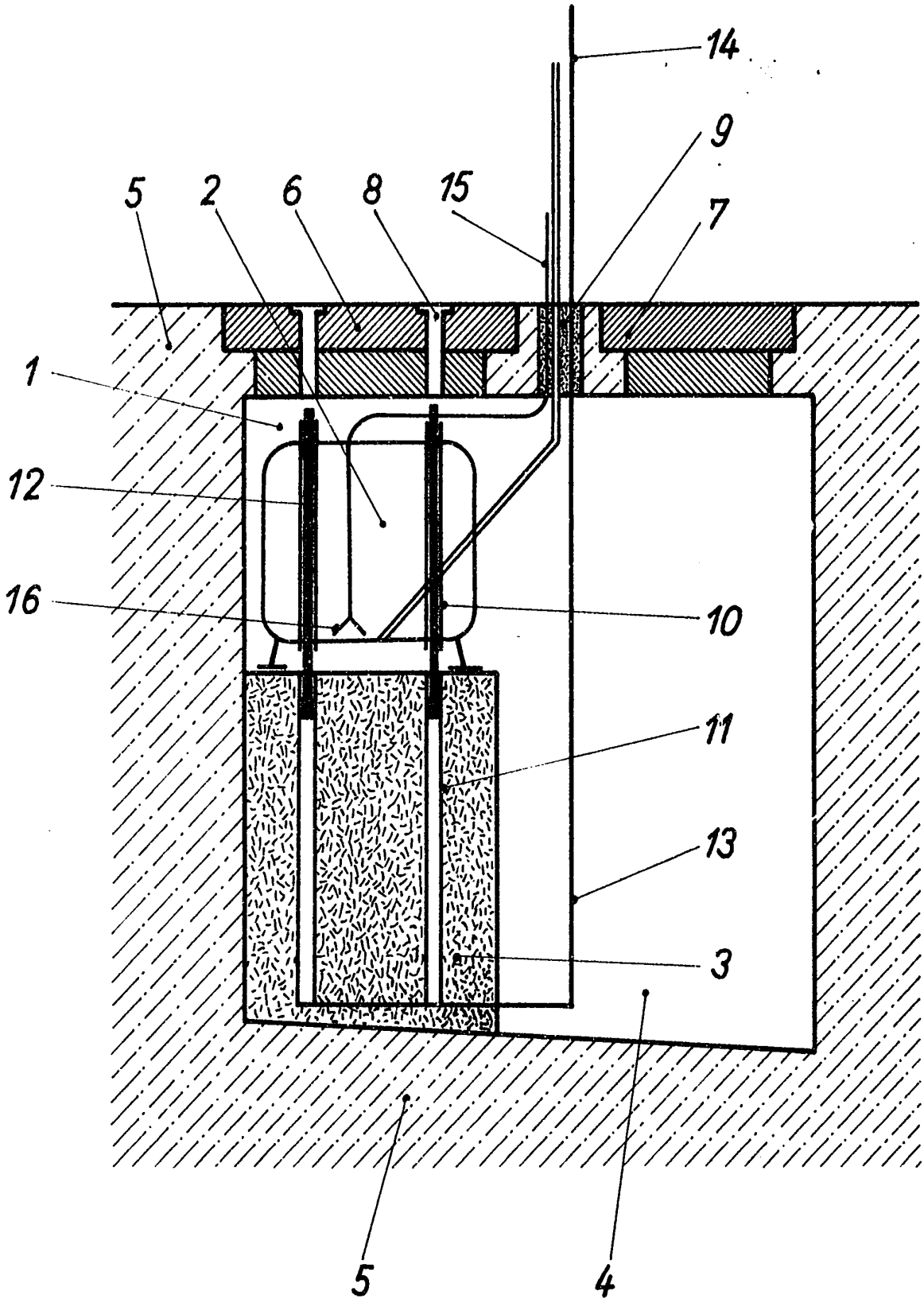
Ausführungsbeispiel

Die Figur zeigt den Querschnitt einer erfindungsgemäßen Gammabestrahlungsanlage für Flüssigprodukte.

Die Bestrahlungsanlage besteht aus einem Bestrahlungsraum 1 mit Bestrahlungsgefäß 2, einem Quellenlager 3, einem Revisionsschacht 4, der biologischen Abschirmung 5, Leitungen 14 für die Produktzu- und -abführung, einer Druckluftleitung 15, einem Transportsystem 13 für die Strahlenquellen sowie Steuer-, Meß-, Regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen, die auf der Figur nicht gezeigt sind.

Die gesamte Bestrahlungsanlage ist unterirdisch angelegt. Der Bestrahlungsraum 1 besitzt die Abmessungen 1 m × 1 m × 1 m und ist in seiner Größe dem Bestrahlungsgefäß 2 angepaßt. Das Bestrahlungsgefäß 2 enthält zwölf auf einem Kreisdurchmesser von 500 mm eingeschweißte Bestrahlungsrohre 10 und Düsen 16 für die Verteilung von Druckluft und ist mit den Leitungen 14 für die Produktzu- bzw. -abführung und der Druckluftleitung 15 verbunden. Das Füllvolumen des Bestrahlungsgefäßes 2 für zu bestrahlendes Produkt beträgt etwa 250 l. Die Bestrahlungsrohre 10 sind bei gefülltem Bestrahlungsgefäß 2 allseitig von Flüssigprodukt umgeben.

Die Strahlenquellen, Co-60-Quellen in Form von zylindrischen Körpern, sind in speziellen Rohren, den sogenannten Kassettenrohren 12 untergebracht. Diese Kassettenrohre 12 sind mit Hilfe des Transportsystems 13 (im vorliegenden Falle ein pneumatisches System) aus im Quellenlager 3 angeordneten Führungsrohren 11 in die Bestrahlungsrohre 10 des Bestrahlungsgefäßes 2 ausfahrbar. Die Länge des Kassettenrohres 12 ist so bemessen, daß sie in dieser ausgefahrenen Position zum Teil noch in den Führungsrohren 11 verbleiben. Die Anordnung der Strahlenquellen in den Kassettenrohren 12 wird unter Verwendung von inaktiven Formkörpern so gewählt, daß ein möglichst homogenes Strahlenfeld im Bestrahlungsgefäß 2 aufgebaut wird.
Das Quellenlager 3 ist für die Aufnahme von $2{,}3 \times 10^{15}$ Bq Co-60, die sich in maximal zwölf Kassettenrohren 12 befinden können, ausgelegt. Vorteilhafterweise wird die Erstbeladung jedoch nur mit neun Kassettenrohren 12 vorgenommen. Die restlichen drei Kassettenrohre 12 bleiben zunächst frei, um Platz für die nach etwa fünf Jahren notwendige Nachladung von Co-60 zur Wiederherstellung der Anfangsaktivität zu behalten. Die Packung des Quellenlagers 3 besteht aus Stahlkugeln mit 75 mm Durchmesser und 5 mm Durchmesser. In dieser Packung sind zwölf Führungsrohre 11 für die Kassettenrohre 12 so angeordnet, daß sie mit den Bestrahlungsrohren 10 im Bestrahlungsgefäß 2 fluchten. Der Transport der Kassettenrohre 12 in den Führungsrohren 11 bzw. Bestrahlungsrohren 10 erfolgt mit Hilfe von Druckluft, die über die Leitung 13 in das untere Ende der Führungsrohre 11 eingeblasen werden kann. Die Kassettenrohre 12 können einzeln, in Gruppen oder alle gemeinsam aus dem Quellenlager 3 in die Bestrahlungsposition überführt werden. Diese Position behalten sie so lange bei, wie Druckluft einwirkt. Nach Abschalten der Druckluft fallen die Kassettenrohre 12 von selbst in die Führungsrohre 11 im Quellenlager 3 zurück.
Der Bestrahlungsraum 1 und der Revisionsschacht 4 sind nach oben durch spezielle Verschlußdeckel 6 bzw. 7 abgeschlossen, die mit dem Antriebssystem 13 für die Strahlenquellen zwangsgekoppelt sind. Im Verschlußdeckel 6 des Bestrahlungsraumes 1 sind mit Stopfen 8 verschließbare Durchführungen direkt über den Bestrahlungsrohren 10 des Bestrahlungsgefäßes 2 vorgesehen. Auch diese Stopfen sind mit dem Antriebssystem 13 der Strahlenquellen zwangsgekoppelt. In der biologischen Abschirmung 5 befindet sich außerdem ein Schacht 9 für die Durchführung der Leitungen 14 und 15.
Die beschriebene Anlage wird für die Strahlenbehandlung von mikrobiell auf industriellem Wege produzierte Enzymlösungen eingesetzt, um die Zahl der während der Produktion nicht vollständig entfernten Keime stark zu reduzieren.
Die zu bestrahlende Enzymlösung wird außerhalb der Bestrahlungsanlage in einem Dosiergefäß mit 250 l Inhalt (in der Figur nicht gezeigt) bereitgestellt und fließt von dort durch die Leitung 14 für die Produktzuführung im freien Fall zeittaktgesteuert in das Bestrahlungsgefäß 2. Zur Umwälzung des Flüssigproduktes im Bestrahlungsgefäß 2 wird über die Düsen 16 Luft eingedrückt, so daß eine gleichmäßige Bestrahlung aller Volumenanteile gewährleistet ist. Die Dauer der Strahlenbehandlung hängt von der gewünschten Keimzahlreduzierung ab, darf aber die gesetzlich zugelassene maximale Strahlendosis für Lebensmittel und Lebensmittelzusatzstoffe von 10 kGy nicht überschreiten. Bei Einsatz von $1{,}6 \times 10^{15}$ Bq Co-60 beträgt die Taktzeit für einen Bestrahlungszyklus zur Erreichung der Maximaldosis 2,62 h, da die mittlere Dosisleistung 3,8 kGy/h darstellt. Die Anzahl der Keime wird unter diesen Bedingungen um den Faktor 10^3 reduziert. Nach Ablauf der Bestrahlungszeit werden die Ventile in den Leitungen so gesteuert, daß die eingedrückte Luft der Entleerung des Bestrahlungsgefäßes dient. Das bestrahlte Produkt wird außerhalb der Anlage weiterverarbeitet bzw. für den Versand konfektioniert.
Die Kassettenrohre 12 mit den Strahlenquellen verbleiben während der gesamten Zeit in Bestrahlungsposition. Ist es erforderlich, den Revisionsschacht 4 bzw. den Bestrahlungsraum 1 zu betreten, wird das Antriebssystem 13 für die Kassettenrohre 12 abgeschaltet. Die Kassettenrohre 12 fallen in die Führungsrohre 11 im Quellenlager 3 zurück. Eine zwangsweise Unterbrechung des Antriebssystems 13 erfolgt auch, wenn die Verschlußelemente 6 bzw. 7 des Bestrahlungsraumes bzw. des Revisionsschachtes oder Teile davon betätigt werden.


14
9
5
2
6
8
15
7
1
12
16
10
11
13
3
5
4