

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 406 805 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 216/98
(22) Anmeldetag: 06.02.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2000
(45) Ausgabetag: 25.09.2000

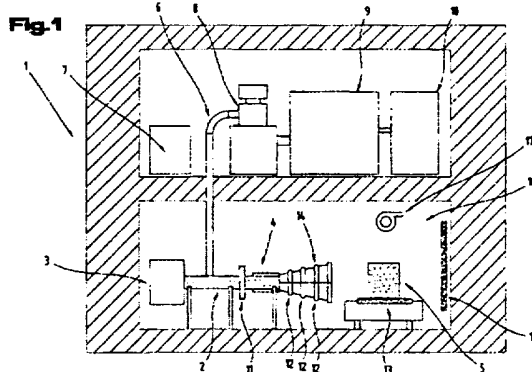
(51) Int. Cl.⁷: **G21H 5/00**
G21K 5/00

(56) Entgegenhaltungen:
US 3564241A WO 94/22162A US 3142759A
US 4446374A RU 2076001C1

(73) Patentinhaber:
"BSE MEDISCAN GESELLSCHAFT M.B.H.
& CO KG"
A-4550 KREMSMÜNSTER,
OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM BEHANDELN EINES GUTES

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes (5), insbesondere eines Materials, eines Abfalls, eines Bauteils, eines Lebensmittels, einer Flüssigkeit, eines Gases, oder dgl.. Das Gut (5) wird mit einem Fördersystem (13) an zumindest einer Elektronenbestrahlungseinrichtung, insbesondere einem Elektronenbeschleuniger, in einer Bestrahlungskammer (16) vorbeitransportiert. Die zur Bestrahlung benötigten, aus einer Glühkathode (3) austretenden Elektronen werden fokussiert und in einer Beschleunigereinheit mit Wellen einer bestimmten, vordefinierbaren Frequenz gepulst und treten mit einer bestimmten Frequenz aus der Bestrahlungseinrichtung aus und werden auf das zu bestrahlende Gut (5) gelenkt.



AT 406 805 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes gemäß den Merkmalen des Anspruches 1, sowie eine Anlage zum Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes durch Strahlung gemäß Anspruch 40.

5 Die strahlenchemische Behandlung von Produkten unterschiedlicher Spezies mit Strahlung aus den verschiedensten Quellen, z.B. γ -Elektronenstrahlung, ist ein Verfahren, welches in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewinnt. Durch den Einsatz hochenergetischer Strahlung kann dieses Verfahren auch zur Sterilisation von Produkten eingesetzt werden. Bislang kam dabei aber vor allem zur Erreichung dieser Qualitätssteigerung neben der Begasung mit Giften wie
10 Methylbromid oder Ethylenoxid, vor allem die Bestrahlung mit radioaktiven Isotopen, beispielsweise Kobalt 60 oder Cäsium 137, zum Einsatz. Zwar werden durch derartige Verfahren Mikroben, Bakterien und Keime in hohem Maße abgetötet, es ist jedoch dabei zu bedenken, daß die Strahlenquelle ständig aktiviert ist und nicht "einfach" abgeschaltet werden kann, sodaß bei Wartungsarbeiten in diesen Anlagen ständig eine potentielle Gefährdung des Wartungspersonals
15 gegeben ist. Zudem ist diese Art von Strahlenkosmetik zumindest in der Welt der Medien nicht unumstritten und lassen sich derart behandelte Produkte nur schlecht verkaufen. Außerdem gehen wichtige Vitamine, Mineralien und Nährwerte verloren. Eine Bestrahlungsanlage dieser Art ist beispielsweise aus der US 3,564,241 A und der US 3,142,759 A bekannt. Diese Dokumente behandeln eine Anlage, bei der Waren aller Art zur Sterilisation in Körbe geladen werden, welche
20 auf über Kopf angebrachten Schienen geführt sind. Die Körbe werden auf diesen Schienen in das Innere einer Strahlungskammer gebracht, wo sie durch die gewählte Art der Verlegung der Führungsschiene sowohl von vorne als auch von hinten mit Kobalt 60 bestrahlt werden.

Um diese Probleme zu vermeiden, wurden die Bestrahlungsverfahren derart weiterentwickelt, daß anstelle von radioaktivem Material beheizte Kathoden als Strahlenquelle zum Einsatz kamen.
25 Die aus der Kathode austretenden Elektronen werden zur Anode hin vorbeschleunigt und fokussiert und im Endeffekt auf die zu sterilisierenden Produkte gelenkt. Die Praxis zeigt, daß der Sterilisationsgrad der Produkte mit jenem vergleichbar ist, der durch radioaktive Strahlenbehandlung erzielt werden kann. Eine derartige Anlage ist aus der WO 94/22162 A bekannt. In ihrem Aufbau ist diese Anlage, abgesehen von der Art der Strahlenquelle, mit der aus
30 oben angeführter US-A bekannten Anlage vergleichbar. Auch hier werden wiederum die Waren in Körben, welche auf einer Schiene geführt sind, durch den Behandlungsraum geführt. Nachteilig bei dieser Art der Beförderung der Produkte ist es, daß durch die gewählte Art des Transportsystems, im speziellen Teile der Transportkörbe, welche einer ständig wiederkehrenden Bestrahlung ausgesetzt sind, dieses einem erhöhten Verschleiß unterliegt.

35 Aus der US 4,446,374 A ist ein Elektronenbeschleuniger bekannt, der so aufgebaut ist, daß für den Elektronenbeschleuniger, im Speziellen für einzelne Bestandteile des Elektronenbeschleunigers, die geringstmögliche Belastung durch Röntgenstrahlen, welche aufgrund des Beschusses von Materialien mit schnellen Elektronen erzeugt werden, besteht. Zudem soll damit die korrosive Wirkung gasförmiger Medien, welche wiederum aufgrund der
40 austretenden Elektronen in ihrer Struktur bzw. chemischen Wirkung verändert werden, auf Teile des Elektronenbeschleunigers vermindert werden. Dazu ist die Elektronenaustrittsvorrichtung, d.h. das sogenannte scan-horn, von den restlichen Bestandteilen des Elektronenbeschleunigers, beispielsweise den Vakuumpumpen, der Elektronenquelle etc., rein räumlich getrennt und durchbricht dieses scan-horn eine Wand dieser räumlichen Abgrenzung.

45 Nachteilig bei der Anordnung des Elektronenbeschleunigers ist, daß das Transportsystem ausschließlich unterhalb der Elektronenaustrittsvorrichtung geführt wird. Derartige Systeme mit vertikaler Bestrahlung von oben nach unten müssen, um eine Rotation der Güter zu erlauben, komplizierte Wendeeinheiten verwenden und kämpfen mit dem Problem des Verrutschens des Inhaltes beim Stürzen von Paketen.

50 Aus der RU 2 076 001 C1 ist schließlich eine Anlage sowie ein Verfahren für die strahlenchemische Behandlung von Flüssigkeiten bekannt. Dazu steigt die Flüssigkeit aufwärts durch die Reaktionszone in Richtung Elektronenbeschleuniger und wird dabei mit Gas gesättigt. Es soll mit diesem Verfahren die Effektivität der strahlenchemischen Behandlung durch Steigerung der Homogenität der absorbierten Dosis über das Gesamtvolumen erreicht werden.

55 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Anlage zum

Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes durch Bestrahlung zu schaffen, um eine gleichmäßige Beaufschlagung mit Elektronen über einen möglichst großen Volumenbereich zu ermöglichen.

5 Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhaft ist dabei, daß es mit dem derartigen Verfahren erstmals möglich ist, Güter unterschiedlichster Art, beispielsweise Lebensmittel wie Gewürze, Wasser oder dgl., Werkstoffe wie z.B. Kunststoffe, Keramiken, Metalle oder dgl., so zu bestrahlen, daß damit eine bedeutende Qualitätsverbesserung erreicht werden kann. Von Vorteil ist dabei auch, daß die Elektronenstrahlung mit einer vordefinierbaren Frequenz gepulst werden kann, wodurch die Homogenität der Dosisverteilung im zu bestrahlenden Gut günstig beeinflußt werden kann.

10 Vorteilhaft ist auch eine weitere Ausführungsform nach Anspruch 2, da es hierdurch möglich wird, Elektronen mit hoher Energie auf einfache Art und Weise zu beschleunigen.

Durch eine Ausgestaltung nach Anspruch 3 wird auf vorteilhaft Weise ein Volumen zur Verfügung gestellt, in welchem sich die erzeugten elektromagnetischen Wellen in Form einer stehenden Welle ausbreiten können.

15 Durch die vorteilhaften Weiterbildungen nach den Ansprüchen 4 und 5 ist es einerseits möglich, eine einfache und im Betrieb sichere Technologie zur Beschleunigung der Elektronen einzusetzen und andererseits den Effekt der Beschleunigung zu verstärken.

20 Durch die Ausbildung nach Anspruch 6 wird auf vorteilhafte Weise eine weitere Steigerung der Homogenität der Dosisverteilung in dem zu bestrahlenden Gut erreicht.

Vorteilhaft ist auch eine Ausführungsform nach Anspruch 7, da damit Elektronen mit einer Energie zur Verfügung gestellt werden können, die die Sicherheit zur Erreichung des gewünschten Effektes in dem zu bestrahlenden Gut weiter erhöht.

25 Mit den Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 8 und 9 ist es auf vorteilhafte Weise möglich, die jeweils erforderliche Strahlendosis auf das zu bestrahlende Gut und im speziellen auf dessen Abmessungen abzustimmen.

Durch eine Bestrahlungsanordnung nach Anspruch 10 und/oder 11 wird mit Vorteil erreicht, daß die Bestrahlung der Güter keine negativen Auswirkungen auf Teile der Anlage zur Bestrahlung der Güter hat.

30 Nach einer Weiterbildung nach Anspruch 12 wird eine vorteilhafte Verkürzung des Bestrahlungsprozesses und somit ein höherer Gutumsatz erreicht.

Durch die Ausbildungen nach den Ansprüchen 13 und/oder 14 ist es auf vorteilhafte Weise möglich, bei einer hohen Produktionsrate die zu verabreichende Dosis auf die jeweiligen Eigenschaften der zu bestrahlenden Güter abzustimmen.

35 Durch eine Verfahrensvariante nach Anspruch 15 ist es möglich, die während der Bestrahlung verabreichte Dosis mittels radiochromen Filmmaterials für eine spätere Auswertung festzuhalten und diese Daten einer späteren Kontrolle zugänglich zu machen.

Durch vorteilhafte Weiterbildungen nach den Ansprüchen 16 und 17 wird ein hoher Automatisierungsgrad des Bestrahlungsprozesses erreicht.

40 Vorteilhaft ist aber auch eine Weiterbildung nach Anspruch 18, da damit eine zusätzliche Kontroll- und Überwachungsroutine geschaffen wird.

Durch die Ausbildung nach Anspruch 19 ist mit Vorteil eine universelle Anwendbarkeit des Verfahrens für Güter unterschiedlichster Art möglich.

45 Gemäß einer Ausbildung nach Anspruch 20 können die zu bestrahlenden Güter auf einfache Art individualisiert werden und ist so ein Nachvollzug des Bestrahlungsprozesses zu einem späteren Zeitpunkt auf einfache Weise möglich.

Dabei erweist sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 21 als vorteilhaft, da damit mit einem hohen Sicherheitsgrad ein zur Kontrolle der verabreichten Strahlendosis verwendetes Dosimeter eindeutig dem Gut, an dem dieses Dosimeter angebracht war, zugeordnet werden kann.

50 Nach den vorteilhaften Weiterbildungen gemäß Anspruch 22 und 23 wird eine Produktivitätssteigerung erreicht.

Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 24 ist eine vorteilhafte Steigerung des Auslastungsgrades der Beschleunigereinheit möglich.

55 Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 25 ist es auf vorteilhafte Weise möglich, Güter entsprechend ihrem Behandlungsgrad dem Beschleunigerraum zuzuführen.

Dabei erweist sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 26 als vorteilhaft, da damit eine weitere Steigerung des Automatisierungsgrades des Produktionsprozesses erfolgen kann.

Vorteilhaft sind weiters Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 27 und 28, wonach eine Mehrfachbestrahlung eines Gutes durchgeführt werden kann, sodaß die Betriebsparameter der Beschleunigereinheit auf einem Niveau gehalten werden können, die einen störungsfreien Lauf über einen langen Zeitraum gewährleisten.

Durch die Ausbildung nach Anspruch 29 kann der Zu- und Abtransport von Gütern auf einfache Art überwacht werden.

Durch die Weiterbildung nach Anspruch 30 ist es auf einfache Art und Weise möglich, das Bestrahlungsverfahren in die Produktionslinie eines Herstellungsprozesses für Güter zu integrieren.

Nach einer Ausführungsvariante gemäß Anspruch 31 können fertigbestrahlte Güter einer Verladezone zugeführt werden.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 32 stellt eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verfügung, mit der die im Gut deponierte Dosis definiert werden kann.

Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 33 ist von Vorteil, daß die zu verabreichende minimale Strahlendosis über signifikante Punkte im bzw. am Gut ermittelt wird, sodaß die im eigentlichen Produktionsprozeß verwendeten Parameter für die Bestrahlung die größtmögliche Gutschonung gewährleisten.

Vorteilhaft ist auch eine Ausbildung nach Anspruch 34, wonach die Verfahrensparameter in Abhängigkeit von der zu verabreichenden Strahlendosis eingestellt, geregelt und kontrolliert werden können.

Vorteilhaft ist auch eine Ausführungsform nach Anspruch 35, wonach ein Mittel zur Verfügung gestellt wird, welches eine wiederkehrende Kontrolle der Stabilität des Bestrahlungsprozesses ermöglicht.

Durch die Weiterbildung nach Anspruch 36 kann die Kontrolle der Stabilität des Bestrahlungsprozesses individuell und zufallsverteilt erfolgen.

Es ist aber auch eine Weiterbildung des Verfahrens, wie im Anspruch 37 beschrieben, möglich, bei der die Kontrolle des Bestrahlungsprozesses durch z.B. Visualisierung auf einem Bildschirm praktisch auf einen Blick erfolgen kann.

Schließlich ist bei einer Weiterbildung nach den Ansprüchen 38 und/oder 39 von Vorteil, daß damit eine automatische Optimierung und Anpassung der Verfahrensparameter an das jeweilige zu behandelnde Gut möglich ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die Merkmale im Anspruch 40 gelöst. Dabei erweist sich als vorteilhaft, daß im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen die Beschränkung auf eine maximale Gutgröße weitestgehend aufgehoben ist und zudem der Elektronenstrom aufgrund von Zwischenräumen zwischen einzelnen Gütern nicht ungenützt bleibt bzw. daß der Elektronenstrom nicht unterbrochen werden muß.

Durch eine Weiterbildung nach Anspruch 41 kann mit Vorteil auf spezielle Zuführ- und Abtransportvorkehrungen, wie beispielsweise Schleusen, verzichtet werden.

Gemäß einer Weiterbildung nach Anspruch 42 wird eine kostengünstige Variante einer erfindungsgemäßen Anlage zur Verfügung gestellt.

Durch die Weiterbildung nach Anspruch 43 kann eine derartige erfindungsgemäße Anlage auf einfache Weise in eine Gesamtanlage für einen Produktionsprozeß integriert werden. Zudem können mit dieser Ausführung auf einfache Weise Vorkehrungen geschaffen werden, die einen schnelleren und sicheren Abtransport der fertigen Güter, beispielsweise durch einen LKW, erlauben.

Vorteilhaft ist auch eine weitere Ausführungsform nach Anspruch 44, wonach die zu bestrahlenden Güter in einem bestimmten, vordefinierbaren Winkel an der Beschleunigereinheit vorbeitransportiert werden, sodaß in der Folge eine ungleiche Dosisverteilung in den Gütern nicht zu erwarten ist.

Vorteilhaft ist weiters eine Ausbildung nach den Ansprüchen 45 und 46, da damit eine Kontaminierung der fertig bestrahlten Güter weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

Durch die Ausbildungen nach den Ansprüchen 47 bis 49 kann ein hoher Grad an Sicherheit für das die Anlage bedienende Personal erreicht werden.

Vorteilhaft ist auch eine Weiterbildung nach Anspruch 50, wonach es möglich ist, die Abmessungen der erfindungsgemäßen Anlage im wesentlichen auf die Erfordernisse des Transportsystems auszurichten.

5 Nach einer anderen Ausführungsvariante gemäß Anspruch 51 können Elektronen auf einfache Art auf eine hohe Geschwindigkeit beschleunigt werden und steht somit immer ein ausreichendes Depot an Elektronen hoher Energie zur Verfügung.

Durch die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 52 und 53 wird erreicht, daß der Elektronen strahl einen großen Teil der Oberfläche der zu bestrahlenden Güter überstreichen kann.

10 Gemäß einer Ausbildung, wie in Anspruch 54 beschrieben, können die zu bestrahlenden Güter in nur einem Umlauf endgefertigt werden. Gleichzeitig ist es möglich, eine derartige Elektronenaustrittsvorrichtung zur Beschleunigung der Elektronen heranzuziehen.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung gemäß Anspruch 55 ist ein umständliches Hantieren der zu bestrahlenden Güter, insbesondere das Aus- und Wiederverpacken, nicht mehr erforderlich.

15 Von Vorteil ist auch eine Ausbildung nach Anspruch 56, da damit Güter mit großen Abmessungen bestrahlt werden können, ohne daß Qualitätseinbußen der Bestrahlung zu erwarten sind.

Die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 57 und 58 ermöglichen mit Vorteil, daß ein Elektronenstrahl zur Verfügung steht, dessen Energie und Leistung die sichere Erzielung des gewünschten Effektes im bestrahlten Gut bewirken kann.

20 Vorteilhaft ist die Ausbildung nach den Ansprüchen 59 und 60, da damit ein komplizierter Bewegungsablauf des zu bestrahlenden Gutes nicht erforderlich ist.

Von Vorteil sind aber auch Ausbildungen nach Anspruch 61, da damit eine homogene Verteilung der deponierten Strahlendosis erreicht werden kann.

25 Durch die Beschleunigung der Elektronen mit elektromagnetischen Wellen gemäß Anspruch 62 wird diesen mit Vorteil eine hohe Energie übertragen.

Dabei erweisen sich Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 63 und 64 als vorteilhaft, wonach zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen zur Beschleunigung der Elektronen ein Volumen zur Verfügung steht, in dem sich stehende Wellen ausbreiten können.

30 Von Vorteil sind aber auch Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 65 bis 66, wonach an die Elektronen eine so hohe Energie übertragen werden kann, daß eine Minderbestrahlung der Güter praktisch nicht zu erwarten ist.

Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 67 kann eine weitestgehende Schonung bewegter Anlagenteile erreicht werden.

35 Durch die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 68 bis 71 ist mit Vorteil ein hoher Produktumsatz und somit eine verkürzte Produktionsdauer möglich.

Vorteilhaft ist auch eine weitere Ausführungsform nach Anspruch 72, wonach es möglich wird, das zu bestrahlende Gut erneut so an der Elektronenaustrittsvorrichtung vorbeizutransportieren, daß eine Doppelbestrahlung von einzelnen Oberflächen des Gutes ausgeschlossen werden kann.

40 Nach den Ausführungsformen gemäß den Ansprüchen 73 und 74 wird erreicht, daß bei konstanten Betriebsparametern für die Beschleunigereinheit die Homogenität der verabreichten Dosis im Gut großteils gewährleistet werden kann.

Gemäß einer Ausbildung nach Anspruch 75 ist es möglich, das Fördersystem aus kostengünstigen und wartungsfreundlichen Einzelbauteilen zusammenzustellen.

45 Die Aufteilung des Gesamtfördersystems in einzelne Teile, wie in Anspruch 76 beschrieben, ermöglicht mit Vorteil, diese Teile auf die jeweilige Strahlenbelastung durch den Elektronenbeschleuniger abzustimmen.

Durch die Weiterbildungen nach den Ansprüchen 77 bis 79 ist mit Vorteil eine Individualisierung der Güter zu erreichen, sodaß damit ein wirkungsvolles Mittel für das Qualitätsmanagement zur Verfügung steht.

50 Dabei erweisen sich Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 80 und 81 als vorteilhaft, wonach die Individualität der Güter automatisch erfaßt werden kann.

Gemäß den Ausbildungen nach den Ansprüchen 82 und 83 wird ein Unterbrechen des Gutstromes durch Fluktuationen im Aufgabebereich weitestgehend aufgehoben.

55 Dabei erweist sich eine Ausführung nach Anspruch 84 als vorteilhaft, da mit einer derart ausgebildeten Betätigungseinrichtung für einen Gutstop eine nicht wartungsintensive und im

Dauerbetrieb stabile Variante zur Verfügung steht.

Durch die Ausbildung nach Anspruch 85 wird eine Möglichkeit geschaffen, einen reibungslosen Betrieb des Fördersystems zu gewährleisten und die jeweils benötigten Vortriebsgeschwindigkeiten fein auf die Eigenheiten des zu bestrahlenden Gutes abzustimmen.

5 Gemäß den Ausbildungen nach den Ansprüchen 86 und 87 ist es mit Vorteil und auf einfache Weise möglich, den Behandlungsgrad der Güter festzustellen und somit den Wirkungsgrad der Gesamtanlage zu verbessern.

10 Durch die Anbringung von zumindest einem Not-Aus-Schalter im Bereich des Fördersystems gemäß Anspruch 88 kann die Sicherheit der Anlage bei eventuell auftretenden Störfällen weiter gesteigert werden.

Vorteilhaft ist eine Ausbildung nach Anspruch 89, wonach ein sicherer Transport der zu bestrahlenden Güter mit dem Transportsystem ermöglicht wird.

Durch die Ausbildung des Prozeßförderers als Drahtgeflechtgurt gemäß Anspruch 90 kann eine hohe Betriebssicherheit des Prozeßförderers erreicht werden.

15 Es ist aber auch eine Ausbildung, wie im Anspruch 91 beschrieben, möglich, wonach mit Vorteil die Umwelt wegen der Schonung der Primärressourcen zur Erzeugung von Wärme geschont wird.

Schließlich bietet eine Ausbildung nach Anspruch 92 den Vorteil, daß im Inneren der Anlage ein für den Menschen verträgliches Klima geschaffen werden kann.

20 Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaltbild mit den Grundmodulen für eine Anlage der erfindungsgemäßen Art;
- 25 Fig. 2 eine erfindungsgemäße Anlage, in Draufsicht;
- Fig. 3 die Dosisverteilung in bestrahlten Gütern in Abhängigkeit von der Eindringtiefe
- Fig. 4 eine Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Anlage, in Draufsicht;
- Fig. 5 eine Ausführungsvariante einer Elektronenaustrittsvorrichtung;
- Fig. 6 eine vereinfacht dargestellte Ausführungsvariante eines Teils des Fördersystems,
- 30 in Seitenansicht;
- Fig. 7 eine weitere, vereinfacht dargestellte Ausführungsvariante des Prozeßförderers, in Draufsicht;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufes des Transportes von Gütern im Bereich des Querförderers zur Erzielung einer mehrseitigen Bestrahlung der
- 35 Güter.

Einführend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale aus den gezeigten unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

45 Fig. 1 zeigt die Grundmodule einer erfindungsgemäßen Anlage 1 schematisch als Blockschaltbild. In einem Linearbeschleuniger 2 werden von einer beheizten Glühkathode 3 Elektronen freigesetzt, die dann über die Länge des Linearbeschleunigers beschleunigt und mit Quadrupolmagneten 4 fokussiert werden. Anstelle des Linearbeschleunigers 2 können selbstverständlich alle anderen Arten von Beschleunigern, beispielsweise Ringbeschleuniger,

50 verwendet werden. Die erfindungsgemäße Anlage 1 stellt bevorzugt eine Beamleistung zwischen 5 kW und 30 kW, insbesondere 15 kW, zur Verfügung.

Die Energie der Elektronen, die zum Verändern der Eigenschaften von Gütern 5, beispielsweise dem Sterilisieren, benötigt wird, liegt vorzugsweise zwischen 5 MeV und 30 MeV, insbesondere 10 MeV. Da aufgrund dieser hohen Energien die Beschleunigung mit

elektrostatischen Feldern, wie sie beispielsweise in herkömmlichen Bildröhren mit einer Energie von ca. 30 kV verwendet werden, nicht möglich ist, werden zur Beschleunigung der Elektronen vorzugsweise elektromagnetische Wellen verwendet.

Zur Erzeugung dieser elektromagnetischen Wellen entlang der Beschleunigungsstrecke benutzt man bevorzugt Hohlraumresonatoren 6, sogenannte Wave Guides. In diesen Hohlraumresonatoren 6, die beispielsweise aus Metallen wie Kupfer, Legierungen daraus wie Bronze, Messing, Stahl, Keramik oder aus Kunststoffen gearbeitet sein können, bildet sich eine stehende Welle aus, deren Feldverteilung durch die Geometrie der Hohlraumresonatoren 6 und der Frequenz der eingespeisten Mikrowellenenergie bestimmt wird.

Die stehende Welle in der Beschleunigereinheit wird von bevorzugt gepulsten Mikrowellen angeregt, die von einem Oszillator 7, einem sog. RF-Driver, erzeugt und durch einen Mikrowellenverstärker 8, z.B. einem Klystron, verstärkt werden. Die dazu notwendige elektrische Energie liefert ein Hochspannungsmodulator 9, der von einer primären Energiequelle 10, beispielsweise dem öffentlichen Stromnetz, versorgt wird.

Die Frequenz der gepulsten Mikrowellen liegt üblicherweise im GHz-Bereich, wohingegen die Pulsfrequenz der aus dem Linearbeschleuniger 2 austretenden Elektronen vorzugsweise bei 300 Pulsen pro Sekunde liegen kann.

Die derart beschleunigten und fokussierten Elektronen beaufschlagen, sofern ein Shutter 11 geöffnet ist, mit Hilfe von Ablenkmagneten 12 in einem definierten, vorbestimmbaren Verlauf die Güter 5. Die Güter 5 werden dabei, wie nachstehend noch näher erläutert wird, mit Hilfe eines Fördersystems 13 an einer Elektronenaustrittsvorrichtung 14, beispielsweise einem Scan-Horn, aus dem der Elektronenstrahl beispielsweise über ein Fenster aus einer Metallfolie austritt, vorbeibewegt. Die Dimensionen der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 sind dabei vorzugsweise so gewählt, daß eine Scanhöhe bis zu 100 cm, bevorzugt 60 cm, erreicht werden kann. Somit ist es möglich, Güter 5 bis zur gewählten Scanhöhe mit dem Elektronenstrahl zu überstreichen. Für große, insbesondere sperrige Güter, deren Höhenabmessung außerhalb dieses Bereiches liegt, können die Dimensionen einer erfindungsgemäßen Anlage 1 durch Adaption an die entsprechenden Erfordernisse angepaßt werden. Um die erforderlichen Dimensionen zu erreichen, sind vor allem die Höhenabmessung der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 sowie die dieser Elektronenaustrittsvorrichtung 14 zugeordneten Ablenkeinrichtungen für den Elektronenstrahl, beispielsweise elektrische Spulen, entsprechend zu verändern. Zur Sicherheit ist hinter den Gütern 5 in der Flucht des Linearbeschleunigers 2 ein Beam-Stop 15, beispielsweise eine Aluminiumplatte, vorzugsweise an einer Begrenzung eines Bestrahlungsraumes 16, angebracht, sodaß eventuell durchschlagende Elektronen abgebremst werden, wobei bevorzugt weiche γ -Strahlung entstehen kann. Da der Bestrahlungsraum 16 für Wartungsarbeiten von Menschen betreten werden können muß, ist zur Aufrechterhaltung eines verträglichen Klimas im Bestrahlungsraum 16 eine Entlüftungseinrichtung 17, beispielsweise ein Ventilator, vorgesehen.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß selbstverständlich auch sämtliche anderen dem Stand der Technik entsprechenden Methoden zur Beschleunigung der Elektronen verwendet werden können. Vor allem ist die Ausbildung einer Anlage 1 nach der Erfindung nicht beschränkt auf die Verwendung von Mikrowellen als Beschleunigungsmedium, welche von einem Klystron verstärkt werden.

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Anlage schematisch vereinfacht in Draufsicht. Der Linearbeschleuniger 2 ist im Bestrahlungsraum 16 situiert, der von Wänden 18 bis 22 umgeben ist. Die Wände 18 bis 22 sind vorzugsweise so ausgeführt, daß sie ein Austreten der Elektronen bzw., da es sich hierbei um ionisierende Strahlung handelt, von Reaktionsprodukten der Atmosphäre im Bestrahlungsraum 16, beispielsweise Ozon, verhindern. Vorzugsweise bestehen die Wände 18 bis 22 ebenso wie eine Bodenplatte 23 und die in Fig. 2 nicht dargestellte Deckplatte, welche den unteren und oberen Abschluß des Bestrahlungsraumes 16 bilden, aus Stahlbeton. Denkbar sind jedoch auch andere Materialien, die voranstehend genannte Aufgaben erfüllen, z.B. Wände mit Verkleidungen aus Metallen mit hohem Elektroneneinfangquerschnitt. Die Dicke dieser Wände 18 bis 22 richtet sich nach den jeweiligen landesspezifischen Vorschriften bezüglich Strahlenschutz und sollte jedenfalls so ausgeführt sein, daß eine entsprechende Sicherheit der Anlage 1 gewährleistet werden kann. Vorzugsweise besitzt die Wand 20 eine Dicke von vier Metern und die Wände 19 und 21 eine Dicke von jeweils drei Metern. Die Wände 18 und 22 können dünner

ausgeführt sein, sollten jedoch in Summe ebenfalls drei Meter ergeben. Die im Verhältnis zu den übrigen Wänden 18, 19, 21, 22 größere Breite der Wand 20 ergibt sich aus dem Umstand, daß der aus dem Linearbeschleuniger 2 austretende Elektronenstrahl auf diese Wand 20 gerichtet ist.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, werden die zu behandelnden Güter 5 mit dem Fördersystem 13 über einen labyrinthartigen Zugang dem Bestrahlungsraum 16 zugeführt und aus diesem wieder abtransportiert. Eine derartige Ausbildung des Zuganges zum Bestrahlungsraum 16 bietet den Vorteil, daß keine zusätzlichen Einrichtungen für die Zufuhr und den Abtransport der Güter 5, beispielsweise spezielle Schleusen, vorgesehen werden müssen, da ein Austreten von ionisierender Strahlung bzw. Reaktionsprodukten obengenannter Art weitestgehend verhindert wird. Prinzipiell ist zwar eine bestimmte Restdosis meßbar, jedoch liegt diese aufgrund des gewählten Designs der Schirmung unterhalb der von Gesetzes wegen vorgegebenen Grenzwerte. Zusätzlich sorgt die Entlüftungseinrichtung 17 (in Fig. 2 nicht dargestellt), wie bereits erwähnt, für eine dem Menschen ungefährliche Atmosphäre.

In Fig. 2 ist auch die bevorzugte Ausführungsvariante für das Fördersystem 13 dargestellt. Dieses besteht im wesentlichen vorzugsweise aus Stetigförderern, z.B. einer Rollenbahn, einem Stangenförderer, einem Kettenförderer, einem Rutschförderer, einem Bandförderer, oder dgl., und dient zur Beförderung von Gütern 5 verschiedener Größe. Bevorzugt ist das Fördersystem 13 in eine Aufgabebahn, eine Zuführbahn, eine Prozeßbahn, eine Staurollenbahn, einen Steigförderer, zumindest einen Querförderer, zumindest einem Eckumsetzer, eine Abnahmebahn sowie dem zugehörigen Equipment unterteilt. Denkbar ist jedoch auch, daß zumindest Teile des Fördersystems 13 aus anderen Beförderungseinrichtungen, beispielsweise endlose Gummibänder, Schwingförderer oder dgl., besteht. Das Fördersystem 13 kann bevorzugt zwei getrennte Bereiche umfassen, wobei ein unreiner Aufgabenbereich 24 durch eine Sperrvorrichtung 25, beispielsweise einem Sperrgitter, einer Trennwand, etc., vom reinen Abnahmebereich 26 getrennt ist.

Die Güter 5 können beispielsweise händisch von Beförderungseinheiten 27, beispielsweise Paletten, auf eine Aufgabebahn 28 gelegt werden, an der ein Bedienpult 29 mit einem Not-Aus-Schalter 30 plaziert ist. Die Güter 5 können von der in Bereichen angetriebenen Aufgabebahn 28 an einer Markierungsvorrichtung 31, beispielsweise einem Etikettenspender, einer Vorrichtung zum Anbringen von Mikrochips, einem Tintenstrahldrucker oder dgl., vorbeigeführt und dabei gleichzeitig gekennzeichnet werden. Zur automatischen Erfassung der Güter 5 und zur bevorzugten Verarbeitung der erfaßten Daten in einer EDV-Anlage ist an der Aufgabebahn 28 ein Scanner 32, beispielsweise ein Lesegerät, vor einem Gutstop 33 angebracht.

Werden als Gutmarkierung Mikrochips verwendet, so ist es beispielsweise auch möglich, diese mit einem Sender, beispielsweise einem IR-Sender, auszustatten, von dem aus gutspezifische Daten einer Empfangseinheit, welche vorzugsweise im Bereich des Fördersystems 13 angebracht ist, übermittelt werden können.

Von der Rollenbahn der Aufgabebahn 28 bzw. dem Gutstopp 33 werden die Güter 5 an eine Zuführbahn 34 übergeben, welche bevorzugt ebenfalls als Rollenbahn ausgeführt ist. Die Zuführbahn 34 befördert die Güter 5 in den Bestrahlungsraum 16. An der Zuführbahn 34 kann vor jeder Richtungsänderung des Transportsystems ein Gut-stop 33 angebracht sein, um eine möglichst lange Pufferstrecke zu erhalten. Der Gutstop 33 besteht bevorzugt aus einer Ventilschleife, zwei Reedschaltern und einer Driverrolle. Denkbar sind natürlich auch andere Ausführungsvarianten, die beispielsweise Lichtschranken, mechanische Schalter, magnetische Impulsgeber, Videogeräte, oder dgl. umfassen.

Von der Rollenbahn der Zuführbahn 34 werden die Güter im Bestrahlungsraum 16 an einen Förderer 35 übergeben, der bevorzugt als Kettenförderer ausgebildet ist. Die Bevorzugung eines Kettenförderers trägt dem Umstand Rechnung, daß das Fördersystem 13 insgesamt über einen langen Zeitraum wartungsfrei sein soll, vor allem in Hinblick auf die Belastung durch ionisierende Strahlung.

In den Ecken des Bestrahlungsraumes 16 werden die Güter mit Eckumsetzern transportiert, welche ebenfalls wieder bevorzugt als Kettenförderer ausgebildet sind. Sobald der Schwerpunkt der Güter 5 über den Rollenmittelpunkt geschoben wird, wird das Gut 5 an einen etwas tiefer liegenden Querförderer 36 übergeben, beispielsweise einem Querförderkettenband, dessen Geschwindigkeit bevorzugt größer ist als die des Förderers 35. Bei diesem Vorgang dreht sich das Objekt um annähernd 90° um einen Eckanschlag (in Fig. 2 nicht dargestellt) und wird zugleich an

der inneren Seitenbegrenzung der Kettenzuführung, beispielsweise einem Anschlag aus Metall, Kunststoff, oder dgl., ausgerichtet. Die Ausrichtung erfolgt dabei derart, daß die Güter 5, d.h. die zu bestrahlenden Oberflächen, in einem definierten Winkel zur Elektronenaustrittsvorrichtung 14, bevorzugt 90°, an dem Elektronenstrahl vorbeibewegt werden können. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die Güter 5 in jeder beliebigen relativen Lage zur Elektronenaustrittsvorrichtung 14 an dieser vorbeizubewegen, z.B. schief, quer, aufgestellt, etc.

Da alle Eckfördertechniken einen großen Abstand zwischen dem Transportgut erfordern und deshalb eine Optimierung des Wirkungsgrades der Anlage 1 verhindern, werden die Güter 5 vom Querförderer 36 auf einen Stauförderer 37, bevorzugt eine Staurollenbahn, übergeben, um so den Abstand zwischen den Gütern 5 soweit wie möglich zu verringern und damit eine wirtschaftliche Betreibung des Elektronenbeschleunigers zu ermöglichen. Der Stauförderer 37 besteht bevorzugt aus freidrehenden Rollen, die beidseitig an einer Kette montiert sind. Die Güter 5 werden dann bevorzugt lückenlos an einen Prozeßförderer 38 weitergegeben, der bevorzugt als Drahtgeflechtgurt ausgebildet ist und auf dem die Güter 5 an der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 des Linearbeschleunigers 2 vorbeitransportiert werden. Die Geschwindigkeit der Übergabe der Güter 5 kann mit regelbaren Antriebseinrichtungen, z.B. Motoren, von der Steuerung so vorgegeben werden, daß beim Schließen der Lücken zwischen den Gütern 5 bereits auf dem Prozeßförderer 38 befindliche Güter 5 nicht verschoben werden.

Nach der Bestrahlung der Güter 5 werden diese mit einem Förderer 39, z.B. einem Kettenförderer, an einen Steigförderer 40, der beispielsweise ebenfalls als Kettenförderer ausgebildet sein kann, übergeben, von wo sie vorzugsweise über eine angetriebene Rollenbahn 41, welche bevorzugt über der Zuführbahn 34 angeordnet ist, aus dem Bestrahlungsraum 16 transportiert werden.

Im Bereich der Zuführung werden die Güter 5 bevorzugt auf zwei Etagen geführt, wobei die Zu- und die Abfuhr der Güter 5 sowohl in der oberen als auch in der unteren Etage wahlweise erfolgen kann. Nötigenfalls können diese beiden Teile des Fördersystems 13 aber auch nebeneinander geführt sein, um Güter 5 mit größeren Abmessungen zu transportieren. Die Führung in zwei Etagen bringt jedoch den Vorteil mit sich, daß die Dimension des labyrinthartigen Zuganges zum Bestrahlungsraum 16 relativ klein gehalten werden kann, womit eine erhöhte Sicherheit der Anlage 1 erreicht wird.

Im Bereich der Rollenbahn 41 kann eine Zählstation, beispielsweise ein Scanner 32 plaziert sein, mit dem der Bestrahlungsgrad der Güter 5 erkannt werden kann. Der Zählstation sind vorzugsweise drei Sensoren zugeordnet. Hinter dem Scanner 32 befindet sich wiederum ein Gutstop 33 vor einem Querförderer 42. Mit Hilfe dieses Querförderers 42 ist es möglich, die Güter 5 wieder auf die Aufgabelbahn 28 zu überführen, sodaß diese um vorzugsweise 180° gedreht, dem Bestrahlungsprozeß erneut durchlaufen können.

Um jederzeit genau feststellen zu können, wie viele unbehandelte bzw. einseitig behandelte Güter 5 sich auf dem Fördersystem 13 befinden, können neben der Zählstation vor dem Querförderer 42 vorzugsweise zwei weitere Zählstationen mit bevorzugt je drei Sensoren zur gegenseitigen Kontrolle installiert sein. Bevorzugt befindet sich eine zusätzliche Zählstation in der Nähe der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 sowie eine weitere Zählstation an der Aufgabelbahn 28 im Bereich des Bedienpultes 29.

Den Abschluß des Fördersystems 13 bildet eine Abnahmebahn 43, mit der die Güter 5 aus dem Prozeß entfernt werden. Im Bereich der Abnahmebahn 43 kann ebenfalls aus Sicherheitsgründen ein Not-Aus-Schalter 30 angebracht sein.

Die Güter 5 können im Abnahmebereich 26 händisch von der Abnahmebahn 43 genommen und auf eine Beförderungseinheit 27, beispielsweise eine Palette, gegeben werden. Falls erforderlich, können die fertigbeladenen Beförderungseinheiten 27 für den Transport in einem Wickler mit einer Schrumpffolie versehen werden.

Der Antrieb einzelner Teile des Fördersystems 13 erfolgt vorzugsweise über Servomotoren. Denkbar sind jedoch auch alle anderen dem Stand der Technik entsprechenden Antriebsvorrichtungen. Eine Antriebsvorrichtung 44 des Transportsystems 13 sollte jedenfalls die Eigenschaft besitzen, daß das Gut 5 mit definierter, präziser Geschwindigkeit durch den Elektronenstrahl bewegt werden kann. Vorzugsweise werden Vortriebsgeschwindigkeiten im Bereich von 1 mm/s bis 400 mm/s, bevorzugt 5 mm/s bis 200 mm/s, verwendet, wobei die

Vortriebsgeschwindigkeit auf die jeweils benötigte, zu verabreichende Dosis an Strahlung abzustimmen ist. Die Anzahl der zu verwendenden Antriebsvorrichtungen 44 sollte bevorzugt auf die Länge und die Anzahl an Einzelförderern abgestimmt werden.

Die Bestrahlung des Gutes 5 erfolgt vorzugsweise (wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist) horizontal, senkrecht auf die Transportrichtung des Gutes 5. Möglich ist jedoch auch, daß das Gut 5 von allen anderen Richtungen, wie beispielsweise von oben, von unten, etc., bestrahlt wird. Es können jedoch auch mehrere Beschleunigereinheiten verwendet werden, sodaß das Gut 5 gleichzeitig bzw. alternierend von mehreren Seiten bestrahlt werden kann. Denkbar ist auch, daß bei Verwendung von nur einer Beschleunigereinheit der Elektronenstrahl vor dem Austritt aus der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 in zumindest zwei Teile gesplittet wird, beispielsweise durch Ablenkmagneten, und daß ein Teilstrahl alternierend zur Hauptstrahlrichtung, beispielsweise von oben, auf das Gut 5 trifft. Hierbei erweist sich der Einsatz eines Drahtgeflechtgurtes als Prozeßförderer 38 als besonders vorteilhaft, da auch bei erhöhter Strahlenbelastung durch Bestrahlung von oben dieser in der Regel über lange Zeitintervalle ohne Probleme eingesetzt werden kann.

Aufgrund der gewählten Beschleunigungsmethode kann zur Überstreichung der Oberfläche des Gutes 5 ein gepulster Elektronenstrahl verwendet werden. Dabei erweist es sich als vorteilhaft, mit mindestens 50%-iger Überlappung der Pulse zu arbeiten, wodurch eine homogene Dosisverteilung im Gut 5 erreicht wird. Dazu sollte natürlich die Vortriebsgeschwindigkeit des Fördersystems 7, im besonderen des Prozeßförderers 38, im Hinblick auf die zu verabreichende Dosis auch auf die Taktfrequenz des Elektronenstrahls abgestimmt werden.

Die maximal mögliche Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers 38 wird insbesondere durch die Pulsrate, die Pulsdauer, die Scanfrequenz sowie die Anzahl der Pulse bestimmt.

Als besonders vorteilhaft erweist sich bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Anlage 1 zur Bestrahlung von Gütern 5 im Vergleich zu den dem Stand der Technik entsprechenden Anlagen, daß die Güter 5 ohne Zwischenraum an der Elektronenaustrittsvorrichtung 14, beispielsweise dem Scan-Horn, vorbeitransportiert werden. Somit wird eine wesentliche Steigerung der Effizienz der Anlage 1 erreicht, da im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen der Elektronenstrahl ständig auf die Oberfläche eines zu behandelnden Gutes 5 gerichtet ist. Zur weiteren Steigerung des Wirkungsgrades der Anlage 1 kann im Bereich des Prozeßförderers 38 ein Sensor, beispielsweise ein optischer Sensor, vorgesehen werden, der das Ende bzw. das Abreißen eines Gutstromes erkennt und diese Information an eine Steuereinrichtung für den Elektronenstrahlbeschleuniger übergibt, sodaß dieser beispielsweise in der Folge die Betriebsparameter der Beschleunigereinheit derart verändert, daß die Beschleunigereinheit im wesentlichen nur im stand-by-Betrieb geführt wird.

Der Shutter 11 erfüllt überwiegend die Aufgabe einer Schutzeinrichtung für die inneren, empfindlichen Teile des Elektronenbeschleunigers, um bei einem eventuellen Bruch bzw. einer Beschädigung des Elektronenaustrittsfensters im Bereich der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 die genannten Teile des Elektronenbeschleunigers vor einer möglichen Beschädigung zu schützen.

Zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit der erfindungsgemäßen Anlage 1 kann im Bereich des Eintritts des Fördersystems 13 in den labyrinthartigen Zugang zum Beschleunigungsraum 16 eine weitere Schutzeinrichtung 45 vorgesehen sein, welche beispielsweise aus einer Trennwand mit einer darin angebrachten Tür 46, einer entsprechenden Gitteranordnung oder dgl., bestehen kann. Somit ist ein unkontrollierter Zugang zum Bestrahlungsraum 16 in einem hohen Grad verwehrt. Zusätzlich können weitere Maßnahmen gesetzt werden, die einen derartigen unkontrollierten Zugang verhindern, beispielsweise können elektronische Verriegelungen der Schutzeinrichtung bzw. einer darin angebrachten Tür 46 den Zugang zum Bestrahlungsraum 16 verhindern, sofern zu diesem Zeitpunkt Elektronen aus der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 austreten. An der Tür 46 kann bevorzugt ebenfalls ein Not-Aus-Schalter 30 angebracht sein.

Es ist jedoch auch möglich, die Steuerung der Beschleunigereinheit so auszubilden, daß über einen geeigneten Sensor, beispielsweise einen elektrischen Kontakt, einen optischen Sensor, oder dgl., im Rahmen der Tür 46 der Linearbeschleuniger 42 bei Öffnen der Tür 46 automatisch in den stand-by-Betrieb versetzt wird und somit eine potentielle Gefährdung von Personen durch austretende Elektronen beinahe zu 100 % auszuschließen ist. Als zusätzliche

Sicherheitsmaßnahme kann entlang des Fördersystems 13 beispielsweise ein Seilzugschalter 47 vorgesehen werden. Dadurch kann es Personen ermöglicht werden, welche sich unbeabsichtigt bei Aktivierung der Beschleunigereinheit im Bestrahlungsraum 16 befinden, den Bestrahlungsprozeß zu unterbrechen bzw. bei entsprechender Auslegung einer Steuer- und Regeleinrichtung für die Beschleunigereinheit bei Ertönen eines optionalen akustischen Warnsignals der Steuer- und Regeleinrichtung über den Seilzugschalter 47 mitzuteilen, daß der Elektronenbeschleuniger nicht in den Bestrahlungsbetrieb genommen werden darf. Weiters ist es möglich, elektrische Kontakte, beispielsweise in einer Trittmatte hinter der Tür 46, bzw. im labyrinthartigen Zugang, anzubringen, um auf diese Weise feststellen zu können, ob Personen den Bestrahlungsraum 16 betreten, während die Beschleunigereinheit im Betrieb ist. Dies setzt natürlich voraus, daß die Abmessungen der Trittmatte so gewählt werden, daß ein Übersteigen letzterer nicht möglich ist.

Selbstverständlich können aber auch an bestimmten Stellen in der Anlage 1, beispielsweise in der Nähe der Tür 46 Lichtschrankenanlagen angebracht sein, die den Zugang zum Bestrahlungsraum 16 überwachen.

Weitere übliche Sensoren und Warneinrichtungen, wie beispielsweise Bewegungssensoren, Drehspiegelleuchten, Hupen etc. können selbstverständlich ebenfalls an jedem beliebigen Punkt der Anlage 1 angebracht sein.

Als besonders vorteilhaft erweist sich auch, wenn an neuralgischen Punkten der Anlage 1 Überwachungskameras 48 angebracht sind, mit welchen beispielsweise der Bestrahlungsraum 16 sowie die einzelnen Teile des labyrinthartigen Zuganges sowie des Fördersystems 13 überwacht werden können.

Die Übertragung sämtlicher, während des Betriebes des Elektronenbeschleunigers gewonnenen Daten, insbesondere der von optischen Sensoren stammenden Daten, kann beispielsweise über Lichtleiter erfolgen, wodurch eventuell auftretende Störungen aufgrund einer Beeinflussung durch den Betrieb des Elektronenbeschleunigers verringert werden können.

Als zusätzliche Schutzmaßnahme kann im Bereich des Strahlenganges des Linearbeschleunigers 2 ein Strahlunterbrecher angeordnet sein, der bei eventuell auftretenden Störfällen beim Betrieb der Anlage 1 den Strahlengang automatisch unterbricht und somit ein Austreten von Elektronen aus dem Linearbeschleuniger 2, insbesondere der Elektronenaustrittsvorrichtung 14, nicht möglich ist.

Vorzugsweise wird die im Prozeß entwickelte Abwärme über dem Stand der Technik entsprechende Wärmetauscher zurückgewonnen und dem Prozeß wieder zugeführt.

In Fig. 3 ist eine experimentell aufgenommene Reichweiteverteilung dargestellt, wobei auf der x-Achse die Eindringtiefe in das zu bestrahlende Gut 5 in Zentimetern und auf der y-Achse die übertragene Dosis in KGy aufgetragen ist. Zur Erstellung dieser Kurve wurde ein Testprodukt mit einer Dichte von 0,1 g/cm³ verwendet. Dieses wurde mit Elektronen mit einer Energie von 10 MeV und einer Strahlleistung von 15 kW bestrahlt.

Die Elektronen durchdringen die zu bestrahlenden, unter Umständen verpackten, Güter 5 und beginnen schon nach wenigen Zentimetern mit der zu bestrahlenden Materie wechselzuwirken. Dies wird nicht zuletzt bedingt durch den hohen Wirkungsquerschnitt der Elektronen und einer Dichte der zu bestrahlenden Güter 5 von ca. 1 g/cm³. Aus diesem Grund ist es meist notwendig, die Güter 5 doppelseitig der Bestrahlung auszusetzen. Darum ist das Fördersystem 13 auch vorzugsweise so ausgestaltet, daß bereits behandelte Güter 5 um bevorzugt 180° gedreht den Bestrahlungsprozeß erneut durchlaufen. Typische Medikalprodukte haben üblicherweise eine Dichte von 0,05 g/cm³ bis 0,3 g/cm³ und können daher in ihrer Originalverpackung behandelt werden.

Aus Fig. 3 ist nun ersichtlich, daß in dem bestrahlten Testprodukt mit genannter Dichte bis zu einer Distanz von in etwa 30 cm die deponierte Dosis nahezu unabhängig von der Wegstrecke im Produkt ist. Somit ist es möglich, mit den gewählten Parametern Güter 5 bis zu einer Dicke von 60 cm beidseitig ohne Qualitätsverlust zu bestrahlen. Die Dicke des Produkts ist dabei auf die Fluchtlinie des Linearbeschleunigers 2 bezogen. Zur Bestrahlung von Gütern 5 mit größeren Abmessungen können die zu verwendenden Parameter entsprechend abgeändert werden.

Fig. 4 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Anlage 1 in Draufsicht. Im wesentlichen sind bei dieser Ausführungsvariante die einzelnen Komponenten die

gleichen wie bei voranstehend beschriebener Ausführung. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß für die Zufuhr und die Abfuhr der Güter 5 jeweils eigene, separate Labyrinth verwendet werden. Dadurch wird es möglich, den unreinen Aufgabebereich 24 vom reinen Abnahmebereich 26 über den Bestrahlungsraum 16 zu trennen. In der Folge ist es damit auch möglich, speziell durch die Führung des Fördersystems 13 diese Anlage 1 auf einfache Art und Weise in einen Herstellungsprozeß für Güter 5 zu integrieren, wobei die halbfertigen Güter 5 vollautomatisch dem Aufgabebereich 24 (in Fig. 4 nicht dargestellt) zugeführt werden können, den Bestrahlungsprozeß durchlaufen und auf der gegenüberliegenden Seite im Abnahmebereich 26 abgenommen werden können. Natürlich ist dies bei der dargestellten Ausführungsvorrichtung nur möglich bei Gütern 5, deren Abmessungen und Dicke so gestaltet sind, daß eine einmalige Bestrahlung zur Erreichung der gewünschten Effekte ausreicht.

Ist dies jedoch nicht der Fall, so besteht auch hier wiederum die Möglichkeit, wie dies im oberen Teil der Fig. 4 gezeigt ist, über einen Querförderer 42 die Güter 5 nach dem erstmaligen Durchlaufen des Bestrahlungsprozesses an einen Rückförderer 49 zu übergeben. Der Rückförderer 49 kann, da seine Bestandteile zu keinem Zeitpunkt einer Bestrahlung ausgesetzt sind, aus einfachen und kostengünstigen Materialien, beispielsweise einem Endlosgummiband, aufgebaut sein. Sind im Rückförderer 49 mehrere Richtungsänderungen vorgesehen, wie dies in der Abbildung in Fig. 4 gezeigt ist, so kann dieser entsprechend unterteilt und aus dem Stand der Technik bekannten Elementen, beispielsweise Eckumsetzern, Rollenförderern mit 90°-Wendung, oder dgl. aufgebaut werden.

Wie dem rechten Teil der Fig. 4 zu entnehmen ist, werden die rückgeführten Güter 5 wiederum über einen Querförderer 42 der Zufuhrbahn 34 des Transportsystems 13 übergeben, um so den Bestrahlungsprozeß erneut zu durchlaufen.

Selbstverständlich besteht aber auch hier wiederum die Möglichkeit, anstelle eines zusätzlichen Querförderers 42 im linken Teil der Fig. 4 die Rückführung der Güter 5 über einen zusätzlichen Eckumsetzer 50 (in Fig. 4 strichliert dargestellt) dem Rückförderer 49 zuzuführen. In diesem Fall befindet sich der reine Abnahmebereich 26 auf der Seite des Bestrahlungsraumes 16, auf der auch der unreine Aufgabebereich 24 angeordnet ist. Die Trennung von unrein und rein kann dabei wieder über die bereits genannte Sperrvorrichtung 25 erfolgen.

In Fig. 5 ist eine Variante für eine Elektronenaustrittsvorrichtung 14 schematisch dargestellt. Diese wird anstelle des Scan-Horns am vorderen Ende des Linearbeschleunigers 2 angebracht und besteht im wesentlichen aus einem Ring 51, auf dessen Umfang mehrere Ablenkvorrichtungen 52, beispielsweise Spulen, Magnete, oder dgl., angebracht sind. Dadurch wird erreicht, daß die Elektronen, welche sich auf einer Umlaufbahn innerhalb des Ringes 51 befinden, über Fenster 53, beispielsweise einer Metallfolie, die gegenüber den Ablenkvorrichtungen 52 plaziert sind, austreten und so in das zu bestrahlende Gut 5 eindringen können. Das zu bestrahlende Gut 5 wird dabei auf dem Fördersystem 13 durch den Ring 51 transportiert. Außerhalb des Ringes 51 sind oberhalb der Ablenkvorrichtungen 52 Beam-Stops 15 derart angebracht, daß eventuell durchschlagende Elektronen aus den gegenüberliegenden Fenstern abgefangen werden können.

Selbstverständlich ist es bei dieser Variante einer Elektronenaustrittsvorrichtung 14 möglich, beliebig viele Ablenkvorrichtungen 52, Fenster 53 und Beam-Stops 15 über den Umfang des Ringes 51 anzuordnen. Es ist dabei jedoch darauf zu achten, daß der Linearbeschleuniger nicht selbst durch eine unüberlegte Platzierung der Fenster 53 einer Bestrahlung unterliegt.

Mit einer erfindungsgemäßen Anlage 1 ist es vorteilhafterweise möglich, Güter 5 unterschiedlicher Art zu behandeln bzw. deren Eigenschaften in Teilbereichen zu verändern. So können beispielsweise Produkte unterschiedlichster Art sterilisiert werden. Dazu gehören unter anderem OP-Equipment, OP-Kleidung, Verbandstoffe, OP-Abfall, Pharmarohstoffe, Pharmaverpackungen, Behältnisse aus Kunststoff und/oder Glas, Versuchsbehältnisse bzw. Versuchsequipment für den Biotechnologiebereich, die Sterilisation von Flüssigkeiten, Recyclingmaterialien und Müll im Bereich der Umwelttechnologie, die Entkeimung von Kunststoffen, die Sterilisation und Keimreduktion in Gewürzen, Rohstoffen, Produkten, Getränken, Verschlüssen sowie die Sterilisation von Verpackungen, Behältern oder Gefäßen für die Verpackungstechnologie.

Neben der Sterilisation gibt es aber eine Fülle von Einsatzmöglichkeiten für eine Anlage 1 der erfindungsgemäßen Art. Dazu gehört unter anderem die Veredelung von Oberflächen,

beispielsweise durch Härten, die Härtung bzw. Vernetzung von Kunststoffen, die Aushärtung bzw. Vernetzung von Lacken. Bei Auswahl eines geeigneten Transportsystems, beispielsweise in Form von Rohrleitungen, können selbst Flüssigkeiten, z.B. Bier, Wasser oder dgl., und Gase ohne Zwischenverpackung auf diese Weise bestrahlt werden. Weiters können Schutt- und Stückgüter unterschiedlichster Art mit der erfindungsgemäßen Anlage 1 bestrahlt werden.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsvariante für ein Fördersystem 13 gezeigt, mit welchem die Möglichkeit geschaffen wird, auch Langgüter in der erfindungsgemäßen Anlage 1 zu bestrahlen. Da es speziell bei Langgütern problematisch ist, diese in Bereichen mit 90°-Wendungen auf engstem Raum zu transportieren, wird mit einer Ausbildung gemäß der Fig. 6 eine Variante geschaffen, bei der die Langgüter bevorzugt stehend transportiert werden. Somit bestehen hinsichtlich der Länge der Güter 5 einzig die Beschränkungen, welche durch die Höhe des Labyrinths bzw. Bestrahlungsraumes entstehen. Da mit dieser Ausführungsvariante im wesentlichen die Teile des Fördersystems 13 identisch sind mit voranbeschriebenen Ausführungsvarianten, wird im folgenden nur jener Teil beschrieben, der die Unterschiede aufzeigt.

Aufgrund der Beschränkung der Bestrahlungshöhe (Scan-Höhe) durch die Elektronenaustrittsvorrichtung 14 (in Fig. 6 nicht gezeigt), beispielsweise dem Scan-Horn, ist es erforderlich, Güter 5, beispielsweise Langgüter, welche stehend durch den Bestrahlungsraum transportiert werden, vor der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 in eine Position zu bringen, bei der die gesamte Oberfläche des Gutes 5 überstrichen werden kann. Es kann deshalb, wie im linken Teil der Fig. 6 gezeigt ist, auf der Zuführungsseite des Fördersystems 13 ein Kontakt 54 am Prozeßförderer 38 vorgesehen sein, beispielsweise ein elektrischer Kontakt, der auf Druck reagiert und der über eine Leitung 55 mit einer Betätigungseinrichtung 56, beispielsweise einem Hebel aus Metall, Kunststoff oder dgl. verbunden ist. Der Kontakt 54 kann zur Schonung des Gutes 5 beispielsweise mit einer Schaumstoffummantelung ausgerüstet sein.

Wird nun das Gut 5 mit dem Förderer 39 bis zum Kontakt 54 transportiert und übt auf diesen einen Druck aus, so wird über die Leitung 55 ein elektrisches Signal auf die Betätigungseinrichtung 56 übertragen, sodaß die Betätigungseinrichtung 56, die in einem Punkt 57 drehbar gelagert sein kann, in Richtung eines Pfeiles 58 nach oben bewegt wird, sodaß das Gut 5 gemäß Pfeil 59 eine Drehbewegung ausführt. Dadurch wird erreicht, daß das Gut 5 von seiner stehenden Position auf dem Förderer 39 in eine liegende Position auf dem Prozeßförderer 38 gebracht wird. In dieser liegenden Position wird das Gut 5 anschließend an der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 (in Fig. 6 nicht dargestellt) vorbeibewegt und dabei gleichzeitig dessen auf die Elektronenaustrittsvorrichtung 14 weisende Oberfläche vom Elektronenstrahl überstrichen. Anschließend wird das Gut 5 über einen Kippunkt 60 von dem vorzugsweise höhergelegenen Prozeßförderer 38 auf den Förderer 39 gekippt, sobald sich der Schwerpunkt des Gutes 5 über den Kippunkt 60 hinausbewegt hat. Trifft nun eine Stirnfläche 61 des Gutes 5 auf einen Anschlag 62 einer Betätigungseinrichtung 63, welche in einem Punkt 64 drehbar gelagert sein kann, so wird das Gut 5 durch den Vorschub des Prozeßförderers 38 aufgerichtet und wieder in eine stehende Position gebracht, sodaß das Gut 5 wieder stehend aus dem Bestrahlungsraum transportiert werden kann. Die Betätigungseinrichtung 63 fällt automatisch in seine Ausgangsposition zurück, sobald der Anschlag 62 durch das Gut 5 freigegeben worden ist. Vorzugsweise wird diese dabei federnd abgefangen.

Um die seitliche Stabilität der Güter 5 zu gewährleisten, kann über die gesamte Länge des Fördersystems 13 eine Führungsvorrichtung 65 angebracht sein. Diese besteht vorzugsweise aus zwei höhen- und/oder breitenverstellbaren Schienen, womit erreicht werden kann, daß Güter 5 unterschiedlicher Breite und Höhe durch den Bestrahlungsraum transportiert werden können.

Um bei einer zu geringen Aufstandsfläche der Langgüter ein Kippen in zum Förderer 39 paralleler Richtung zu verhindern, können sämtliche dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen getroffen werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, den Prozeßförderer 38 gegenüber dem Förderer 39 tieferliegend anzuordnen, wobei damit aber der Nachteil einer zusätzlichen Höheneinschränkung verbunden ist. Für diesen Fall müssen die Betätigungseinrichtungen 56, 63 entsprechend adaptiert werden. Insbesondere sollte die Betätigungseinrichtung 63 am Anfang des Prozeßförderers 38 (im linken Teil der Fig. 6) plaziert werden, um die nunmehr herabgleitenden Langgüter aufrichten zu können. Die Betätigungseinrichtung 56, in der Folge am Ende des Prozeßförderers 38 situiert, kann anschließend an die Bestrahlung die Übergabe der Langgüter an den folgenden Förderer 39

übernehmen.

Die Förderer 39 und der Prozeßförderer 38 können - wie bereits erwähnt - als Stetigförderer ausgeführt sein.

Fig. 7 zeigt ein Fördersystem 13 in schematischer Darstellung und Draufsicht, mit dem es möglich ist, Güter 5 während eines Umlaufes mehrseitig zu bestrahlen. Dazu wird der Prozeßförderer 38, dem die Güter 5 durch den Förderer 39 zutransportiert werden, von einer Dreheinrichtung 66 unterbrochen. Diese Dreheinrichtung 66 ist vorzugsweise vor der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 der Beschleunigereinheit plaziert. Werden nun Güter 5 vom Prozeßförderer 38 auf die Dreheinrichtung 66, die beispielsweise als Drehteller ausgebildet sein kann, befördert, so kann dies beispielsweise von einer Beobachtungseinrichtung 67, die z.B. als Sensor ausgebildet sein kann, erkannt werden. Dadurch wird der Förderprozeß unterbrochen und gleichzeitig eine Drehbewegung der Dreheinrichtung 66, bevorzugt um 180° bis 360° veranlaßt. Nach vollendeter Drehung, die beispielsweise über einen in Fig. 7 nicht dargestellten Sensor delektiert werden kann, werden die Antriebsvorrichtung 44 des Prozeßförderers 38 und in der Folge sämtliche anderen Antriebsvorrichtungen 44 des Fördersystems 13 mit Ausnahme der Dreheinrichtung 66 wieder aktiviert, sodaß ein nachfolgendes Gut 5 das auf der Dreheinrichtung 66 befindende Gut 5 in Richtung des zweiten Teils des Prozeßförderers 38 schiebt und letzteres dadurch über die weiteren Teile des Fördersystems 13 aus dem Bestrahlungsraum gebracht wird.

Um eine gegenseitige Behinderung der Güter 5 auf dem Prozeßförderer 38 und der Dreheinrichtung 66 zu verhindern, ist es beispielsweise möglich, die Dreheinrichtung 66 nach deren Beschickung mit einem Gut 5 aus der Ebene des Prozeßförderers 38 zu bewegen, z.B. anzuheben bzw. abzusenken. Außerdem können zum leichteren Transport von Gütern 5 auf der Dreheinrichtung 66 weitere Fördereinrichtungen, z.B. Rollenförderer mit oder ohne Antrieb oder dgl., vorhanden sein, sodaß ein Gut 5 automatisch auf der Dreheinrichtung 66 zentriert werden kann, sobald ein vorzugsweise installierter Sensor erkennt, daß ein Gut 5 auf die Dreheinrichtung 66 bewegt wird.

In Fig. 8 ist im Detail der Querförderer 42 des Fördersystems 13 der Anlage 1 schematisch dargestellt, um den Ablauf des Transportes von Gütern 5 in diesem Bereich bzw. den zeitlichen Ablauf des Transportes von Gütern 5 für eine mögliche zweiseitige Bestrahlung zu verdeutlichen.

Fig. 8 (a) zeigt Güter 5 auf der Aufgabelbahn 28, wobei die Güter 5 unverpackt bzw. in geeigneten Verpackungen, z.B. Kartons, transportiert werden. In einem Bereich 68 liegen die Güter 5 dabei dicht aufgeschlossen, d.h. ohne Zwischenraum vor und werden gemäß Pfeil 69 in Richtung des nicht dargestellten Bestrahlungsraums 16 dem ebenfalls nicht dargestellten Linearbeschleuniger 2 zugeführt. Ein Sensor 70, der beispielsweise als optischer Sensor, beispielsweise als Lichtschranke, als magnetischer Sensor oder dgl., ausgeführt sein kann, erkennt das Vorhandensein von Gütern 5 in seinem Bereich und aktiviert aufgrund der gewonnenen Daten den Gutstop 33. Dieser Gutstop 33 kann beispielsweise als Schiene aus verschiedensten Werkstoffen, wie Metall, Kunststoff oder dgl., ausgeführt sein und hat eine Ruheposition unterhalb der Aufgabelbahn 28 bzw. überragt nach Betätigung mit einem Teil seiner Oberfläche die Aufgabelbahn 28, sodaß Güter 5 von einem Weitertransport abgehalten werden können. Der Gutstop 33 kann mit sämtlichen, dem Stand der Technik entsprechenden Betätigungseinrichtungen, wie beispielsweise pneumatische, elektrische, hydraulische, etc., betätigt werden. Vor der Betätigung des Gutstops 33 ist jedoch darauf zu achten, daß über eine Länge 71 auf der Aufgabelbahn 28 keine Güter 5 vorhanden sind, um ein unbeabsichtigtes Abheben der Güter 5 von der Aufgabelbahn 28 zu vermeiden. Um diese freie Länge 71 zu erreichen, werden die über den Bereich 68 zugeführten Güter 5 kurzzeitig gestoppt und in einem Bereich 72 vorhandene Güter 5 kontinuierlich weitertransportiert. Dies bringt zudem den Vorteil mit sich, daß zwischen den einzelnen Gütern 5 nunmehr der erforderliche Zwischenraum besteht und eine Eckförderung der Güter 5 möglich wird. Wie bereits beschrieben, wird dieser Zwischenraum in der Folge von dem in Fig. 8 nicht dargestellten Stauförderer 37 wieder so weit wie möglich reduziert, um eine optimale Ausnutzung des Linearbeschleunigers 2 zu erreichen.

Fig. 8 (b) stellt nun den zeitlichen Ablauf des Transportes von doppelt zu bestrahlenden Gütern 5 zu einem Zeitpunkt dar, bei dem unbehandelte Güter 5 gemäß dem Pfeil 69 dem Bestrahlungsraum 16 zugeführt werden und bei dem bereits einfach, d.h. über eine Oberfläche bestrahlte Güter 5 den Bestrahlungsraum 16 über die Abnahmebahn 42 gemäß Pfeil 73 verlassen.

Durch einen weiteren Sensor 70 im Bereich der Abnahmebahn 43 kann über eine nicht dargestellte Regel- und Steuereinrichtung, beispielsweise eine EDV-Anlage, das Vorhandensein von Gütern 5 auf der Abnahmebahn 43 im Bereich des Querrörderers 36 erkannt werden.

In der Folge werden, wie in Fig. 8 (c) dargestellt, Güter 5 im Bereich 68 der Aufgabebahn 28 vor dem Gutstop 33 gepuffert (in Fig. 8 (c) durch Kreise 74 angedeutet) und wird das Gut 5, welches sich auf dem Querrörderer 42 im Bereich der Abnahmebahn 43 befindet, gemäß Pfeil 75 in Richtung Aufgabebahn 28 bewegt. Diese Bewegung wird aufgrund der Daten vom im Bereich der Abnahmebahn 43 sich befindenden Sensor 70 initiiert und kann mit den unterschiedlichsten, dem Stand der Technik entsprechenden Bewegungstechniken erfolgen. Beispielsweise ist es möglich, das Gut 5 mit Hilfe einer Bewegungseinrichtung 76, die z.B. aus einem Schieber 77 und einem Gestänge 78 aufgebaut sein kann, auf den Bereich des Querrörderers 42 der Aufgabebahn 28 zu verschieben. Diese Bewegungseinrichtung 76 kann aber auch pneumatisch ausgeführt sein, beispielsweise ist es möglich, das Gut 5 mit einem entsprechenden Luftstoß in besagte Richtung zu bewegen. Andererseits ist es aber natürlich auch möglich, den Querrörderer 42 zumindest zum Teil als Rollenbahn auszuführen und genügt somit ein kurzer Impuls mit Hilfe einer entsprechenden Bewegungseinrichtung 76 auf das Gut 5, um die gewünschte Bewegung, vor allem die gewünschte Richtung, zu erzielen.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, daß zumindest Teile des Querrörderers 42 mit Antriebsvorrichtungen 44, beispielsweise einem Servomotor, versehen sind, wie dies in Fig. 8 (c) angedeutet ist.

Wie nun weiters in Fig. 8 (d) dargestellt, werden die aus dem Bestrahlungsraum 16 kommenden Güter 5 erneut der Aufgabebahn 28 im Bereich 72 übergeben. Da die Aufgabebahn 28 im Bereich 72 vorzugsweise über eine Antriebsvorrichtung 44, beispielsweise einen Servomotor, angetrieben ist, werden die einfach bestrahlten Güter 5 gemäß Pfeil 69 erneut dem Bestrahlungsprozeß zugeführt, während dessen Güter 5 im Bereich 68 weiterhin gepuffert werden. Diese Pufferung der Güter 5 erfolgt dabei vorzugsweise so lange, bis das erste doppelt bestrahlte, d.h. über zwei gegenüberliegenden Oberflächen bestrahlte Gut 5 auf der Abnahmebahn 43 den entsprechenden, in diesem Bereich angeordneten Sensor 70 erreicht.

Als Folge davon wird über eine nicht dargestellte Steuer- und Regeleinrichtung, welche über den Sensor 70 aufgrund der an den Gütern 5 angebrachten Markierung, wie sie bereits voran stehend beschrieben worden ist, den Behandlungsgrad der Güter 5, also insbesondere auch doppelt bestrahlte Güter 5, erkennt, der Gutstop 33 in seine Ruheposition verbracht, sodaß kein Teil des Gutstops 33 über die Oberfläche der Aufgabebahn 28 hinausragt. Damit können nun, wie in Fig. 8 (e) dargestellt, die gepufferten Güter 5 gemäß Pfeil 69 der Bestrahlung unterzogen werden, wohingegen fertig bestrahlte Güter 5 gemäß Pfeil 73 dem Bestrahlungsprozeß über die Abnahmebahn 43 entzogen werden.

Mit dem derart ausgebildeten Förderprozeß werden die Güter 5, da sie auf dem Querrörderer 42 nicht gedreht werden sondern einzig eine Horizontalbewegung erfahren, auf der Aufgabebahn 28 so plaziert, daß sie den Bestrahlungsprozeß aufgrund des Rundumlaufes im Bestrahlungsraum 16 um annähernd 180° um ihre Vertikalachse gedreht erneut durchlaufen können.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß in Fig. 8 das Fördersystem 13 im Bereich des Querrörderers 42 schematisch dargestellt ist und daß insbesondere an allen erforderlichen Positionen Antriebsvorrichtungen 44 bzw. Sensoren 70 angebracht sein können, um einen reibungslosen Ablauf der Beförderung der Güter 5 auf dem Fördersystem 13 zu ermöglichen.

Als Verfahren zur Bestrahlung von Gütern 5 hat sich die im folgenden beschriebene Vorgangsweise, die jedoch nicht zwingend ist und gegebenenfalls adaptiert werden muß, als vorteilhaft erwiesen.

Das zu bestrahlende Gut 5 wird im unreinen Aufgabebereich 24 dem Transportsystem 13 zugeführt. Dies kann beispielsweise händisch durch Herabnehmen der Güter 5 von Beförderungseinheiten 27, beispielsweise Paletten erfolgen.

Zur individuellen Kennzeichnung der Güter 5 werden diese an einer Markierungsvorrichtung 31, beispielsweise einem Etikettenspender, vorbeigeführt. Die derart angebrachte Markierung, welche z.B. aus einem Strich-Code bestehen kann, wird von einem nachfolgenden Scanner 32 erfaßt und diese Daten einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung, beispielsweise einer EDV-Anlage zugeführt. Dem Scanner 32 ist ein erster Gutstop 33 zugeordnet, vor dem Güter 5 aus dem

Aufgabebereich 24 gepuffert werden. Der Gutstop 33 gibt die Güter in aus dem Sterilisationsgrad genau errechneten Intervallen an die Zuführbahn 34 weiter.

Daraufhin wird das Gut 5 über die einzelnen Teile des Fördersystems 13 in den Bestrahlungsraum 16 verbracht. Für die im Gut 5 zu deponierende Dosis an Strahlenenergie ist es unter anderem wichtig, daß die Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers 38 auf die Taktfrequenz des Linearbeschleunigers 2 abgestimmt wird. Da für die Beschleunigung der Elektronen gepulste elektromagnetische Wellen mit vordefinierter Frequenz, welche als stehende Wellen in Hohlraumresonatoren 6 vorliegen, die von einer gepulsten Mikrowelle, erzeugt von einem Oszillator 7, angeregt und von einem Klystron verstärkt werden, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die Pulse der Elektronenstrahlung um mindestens 30 %, vorzugsweise 50 % überlappen. Auf diese Weise ist es möglich, im Gut 5 eine homogene Dosisverteilung zu erreichen.

Vorteilhaft ist eine Beschleunigeranlage, die eine Strahlenenergie im Bereich von 5 MeV bis 30 MeV, bevorzugt 10 MeV, und eine mittlere Beamleistung im Bereich von 5 kW bis 30 kW, vorzugsweise 15 kW, zur Verfügung stellt.

Die Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers 38 sollte zwischen 1 mm/s und 400 mm/s, bevorzugt 5 mm/s und 200 mm/s betragen und allenfalls an die zu verabreichende Dosis angepaßt sein.

Die Bestrahlung des Gutes 5 erfolgt vorzugsweise horizontal und senkrecht zur Bewegungsrichtung des Gutes 5, kann aber auch von mehreren Seiten durchgeführt werden, vor allem dann, wenn mehrere Elektronenbeschleuniger eingesetzt werden. Im letzten Fall kann das Gut 5 alternierend oder simultan von mehreren Seiten bestrahlt werden, vorzugsweise in auf das Fördersystem 13 bezogener vertikaler bzw. horizontaler Richtung. Nach erfolgter Bestrahlung wird das Gut 5 über den labyrinthartigen Zugang wieder aus dem Bestrahlungsraum 16 transportiert und an einem Erkennungssystem, beispielsweise einem Scanner 32, insbesondere einem Lesegerät, vorbeigeführt. Die damit erfaßten Daten können ebenfalls einer EDV-Anlage zur Verfügung gestellt werden, welche auf diese Weise den Bestrahlungsgrad des Gutes 5 feststellen kann. Ist es erforderlich, daß das Gut 5 beidseitig bestrahlt wird, werden diese Daten einem Gutstop 33 zur Verfügung gestellt, der in Abhängigkeit vom Querförderer 42, Güter 5, welche sich auf der Zuführbahn 34 befinden, beispielsweise durch Ausfahren einer Metall- und/oder Kunststoffleiste vom Weitertransport in den Bestrahlungsraum 16 abhält. Dadurch wird es möglich, über den Querförderer 42 bereits bestrahlte Güter 5 erneut der Zuführbahn 34 und somit dem Bestrahlungsprozeß zuzuführen. Die Güter 5, die sich auf der Aufgabebahn 28 befinden, können von dem ersten Gutstop 33 solange aufgehalten und gepuffert werden, bis das erste doppeltbestrahlte Gut 5 wieder beim Querförderer 42 angelangt ist. Die Doppelbestrahlung wird wiederum über den Scanner 32 erfaßt.

Mit einer derartigen Steuerung wird auf vorteilhafte Weise eine sehr gute Auslastung der zur Verfügung stehenden Ressourcen erreicht. Fakultativ zu diesem ersten Gutstop 33 können über die Länge des Fördersystems 13 weitere Gutstops 33 angebracht sein. Vorzugsweise sind diese vor jeder Richtungsänderung des Transportsystems plaziert. Dadurch wird ein Puffer an Gütern 5 aufgebaut, sodaß in der Folge ein Abreißen des Gutstromes vor der Elektronenaustrittsvorrichtung 14 weitestgehend verhindert wird. Die Güter 5 werden von den jeweiligen Gutstops 33 in definierten Intervallen freigegeben, deren Zeitspanne sich nach der einzubringenden Strahlendosis richtet. In besonderen Fällen kann durch wiederholte Änderung der Bewegungsrichtung der Güter 5, d.h. von Teilen des Fördersystems 13, insbesondere des Prozeßförderers 38, diese zur Erreichung der notwendigen Strahlendosis im Gut 5 mehrmals am Elektronen strahl vorbeigeführt werden.

Üblicherweise erfolgt der Zu- und Abtransport der Güter 5 zu und aus dem Bestrahlungsraum 16 auf einer Seite des Bestrahlungsraumes 16. Es ist jedoch auch möglich, die Zufuhr und den Abtransport der Güter 5 zu und aus dem Bestrahlungsraum 16 auf unterschiedlichen Seiten des Bestrahlungsraumes 16 vorzunehmen.

Zur Ermittlung der erforderlichen Dosis können vorab an einzelnen Gütern 5 Dosimeter, beispielsweise radiochrome Filmdosimeter, an signifikanten Stellen angebracht werden und diese Güter 5 dem Bestrahlungsprozeß ausgesetzt werden. Derartige signifikante Stellen sind beispielsweise jene Stellen, die sich durch erhöhte bzw. zu geringe Dosisübertragung auszeichnen. Dies ist vor allem im Inneren, aber auch an den Eckpunkten der Güter 5 zu erwarten,

besonders dann, wenn die Güter 5 in einer Verpackung, beispielsweise ihrer Originalverpackung, bestrahlt werden, sodaß die zu verwendenden Dosimeter bevorzugt an diesen Stellen einzusetzen sind.

Radiochrome Filmdosimeter zeichnen sich dadurch aus, daß sie ihre Farbe in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdauer bzw. der verabreichten Dosis ändern. Diese Farbänderung kann in der Folge über ein Spektralphotometer durch Messung der Abschwächung der Intensität eines hindurch tretenden Lichtstrahles bzw. in Reflexion gemessen werden. Aus den dabei ermittelten Werten läßt sich die exakte Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers 38 bei konstanter Beam-Leistung errechnen. Für die Erstellung der Kalibrierungskurve zur Auswertung der Filme haben sich Alanin Transferdosimeter als vorteilhaft erwiesen. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, sämtliche andere Methoden zur Kalibrierung zu verwenden.

Zusätzlich zu radiochromen Filmdosimetern können auch zur Erhöhung der Sicherheit weitere Dosimeter, vorzugsweise kalorimetrische Dosimeter eingesetzt werden.

Zur weiteren Sicherheitssteigerung können während des Produktionsprozesses in definierten Abständen weitere Filmdosimeter an den Gütern 5 angebracht werden, vorzugsweise Dosimeter mit derselben Markierung oder Kennung, wie sie für die Güter 5 verwendet werden. Auf diese Weise ist eine spätere unbeabsichtigte Verwechslung der einzelnen Filmdosimeter zu vermeiden. Diese mit den zusätzlichen Dosimetern versehenen Güter 5 können von einer Regel- und/oder Steuereinheit über beispielsweise den Scanner 32 erkannt werden.

Zur weiteren Nachbehandlung sowie zur Kontrolle der Stabilität des Prozesses können die aus den Dosimetern gewonnen Daten einer Datenverarbeitungsanlage zugeführt und von dieser archiviert werden.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, anhand der aus den Dosimetern gewonnen Daten in Art eines SOLL/IST-Vergleiches die Parametereinstellung der Beschleunigeranlage bzw. die Vortriebsgeschwindigkeiten der einzelnen Fördersystemteile zu regeln. Dazu können in der genannten Datenverarbeitungsanlage die SOLL-Werte hinterlegt sein.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen einzelne Teile unproportional vergrößert dargestellt wurden, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Lösung zu verbessern. Des weiteren können auch einzelne Teile der zuvor beschriebenen Merkmalskombination der einzelnen Ausführungsbeispiele in Verbindung mit anderen Einzelmerkmalen aus anderen Ausführungsbeispielen eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen bilden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1, 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

1	Anlage	41	Rollenbahn
2	Linearbeschleuniger	42	Querförderer
3	Glühkathode	43	Abnahmebahn
40	4 Quadrupolmagnet	44	Antriebsvorrichtung
	5 Gut	45	Schutzeinrichtung
	6 Hohlraumresonator	46	Tür
	7 Oszillator	47	Seilzugschalter
	8 Mikrowellenverstärker	48	Überwachungskamera
45	9 Hochspannungsmodulator	49	Rückförderer
	10 Energiequelle	50	Eckumsetzer
	11 Shutter	51	Ring
	12 Ablenkmagnet	52	Ablenkvorrichtung
	13 Fördersystem	53	Fenster
50	14 Elektronenausstrittsvorrichtung	54	Kontakt
	15 Beam-Stop	55	Leitung
	16 Bestrahlungsraum	56	Betätigungseinrichtung
	17 Enddüftungseinrichtung	57	Punkt
	18 Wand	58	Pfeil
55	19 Wand	59	Pfeil

	20	Wand	60	Kippunkt
	21	Wand	61	Stirnfläche
	22	Wand	62	Anschlag
	23	Bodenplatte	63	Betätigungseinrichtung
5	24	Aufgabebereich	64	Punkt
	25	Sperrvorrichtung	65	Führungsvorrichtung
	26	Abnahmebereich	66	Dreheinrichtung
	27	Beförderungseinheit	67	Beobachtungseinrichtung
	28	Aufgabebahn	68	Bereich
10	29	Bedienpult	69	Pfeil
	30	Not-Aus-Schalter	70	Sensor
	31	Markierungsvorrichtung	71	Länge
	32	Scanner	72	Bereich
	33	Gutstop	73	Pfeil
15	34	Zuführbahn	74	Kreis
	35	Förderer	75	Pfeil
	36	Querförderer	76	Bewegungseinrichtung
	37	Stauförderer	77	Schieber
	38	Prozeßförderer	78	Gestänge
20	39	Förderer		
	40	Steigförderer		

PATENTANSPRÜCHE:

- 25 1. Verfahren zum Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes, insbesondere eines Materials, eines Abfalls, eines Bauteils, eines Lebensmittels, einer Flüssigkeit, eines Gases, oder dgl., bei dem das Gut mit einem Fördersystem an zumindest einer Elektronenbestrahlungseinrichtung, insbesondere einem
30 Elektronenbeschleuniger, in einer Bestrahlungskammer vorbeitransportiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Bestrahlung benötigten, aus einer Glühkathode austretenden Elektronen fokussiert und in einer Beschleunigereinheit mit Wellen einer bestimmten, vordefinierbaren Frequenz gepulst werden, mit einer bestimmten Frequenz aus der Bestrahlungseinrichtung austreten und auf das zu bestrahlende Gut gelenkt werden.
- 35 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beschleunigung der Elektronen elektromagnetische Wellen eingesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen Hohlraumresonatoren eingesetzt werden.
- 40 4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die stehende Welle in der Beschleunigereinheit von einer gepulsten Mikrowelle angeregt wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gepulsten Mikrowellen von einem Oszillator erzeugt und vorzugsweise von einem Klystron verstärkt werden.
- 45 6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers, die Scanhöhe und die Anzahl der Pulse sowie die Pulsdauer so aufeinander abgestimmt werden, daß sich die Pulse der Elektronenstrahlung um mindestens 30 %, vorzugsweise 50 % überlappen.
- 50 7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestrahlung Elektronen mit einer Energie von 5 MeV bis 30 MeV, bevorzugt 10 MeV verwendet werden.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vortriebsgeschwindigkeit des Prozeßförderers zwischen 1 mm/s und 400 mm/s, bevorzugt zwischen 5 mm/s und 200 mm/s beträgt.
- 55 9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, daß eine mittlere Beamleistung im Bereich von 5 kW bis 30 kW, vorzugsweise 15 kW, verwendet wird.

- 5 10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Gutes annähernd horizontal zur Bewegungsrichtung des Gutes erfolgt.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Gutes annähernd senkrecht zur Bewegungsrichtung des Gutes erfolgt.
- 10 12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestrahlung des Gutes mehrere Elektronenbeschleuniger eingesetzt werden.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut alternierend von mehreren Seiten bestrahlt wird, vorzugsweise in auf das Fördersystem bezogener vertikaler bzw. horizontaler Richtung.
- 15 14. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut simultan von mehreren Seiten bestrahlt wird, vorzugsweise in auf das Fördersystem bezogener vertikaler bzw. horizontaler Richtung.
- 20 15. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der in das Gut eingebrachten Dosis Dosimeter, vorzugsweise radiochrome Filmdosimeter verwendet werden.
- 25 16. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Erstellung der Kalibrierungskurve zur Auswertung der Filme Alanin Transferdosimeter verwendet werden.
- 30 17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Auswertung der Filmdosimeter durch Messung der Intensität eines das Filmdosimeter durchdringenden Lichtstrahls in Transmission die erfaßten Kennwerte einer EDV-Anlage zur Nachbearbeitung, Speicherung und Kontrolle übergeben werden.
- 35 18. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die auf das Gut einwirkende Strahlungs-dosis über zusätzliche Dosimeter, vorzugsweise kalorimetrische Dosimeter, erfaßt wird.
- 40 19. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut mit einem Fördersystem mit einer Geschwindigkeit an der Elektronenaustrittsstelle aus der Beschleunigereinheit, insbesondere dem Scan-Horn, vorbeitransportiert wird, die sich nach der zu verabreichenden Dosis richtet.
- 45 20. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gut und/oder der Verpackung des Gutes zumindest eine Markierung, beispielsweise ein Strich-Code, angebracht wird, die von einem Erkennungssystem, beispielsweise einem Scanner, insbesondere einem Lesegerät, erkannt wird.
- 50 21. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem bevorzugt verwendeten Dosimeter, insbesondere dem Filmdosimeter zumindest eine Markierung zur nachträglichen Auswertung, Erkennung und Überprüfung des Dosimeters, insbesondere ein Strich-Code, angebracht wird, die von einem Erkennungssystem, beispielsweise einem Scanner, insbesondere einem Lesegerät, erkannt wird.
- 55 22. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut nach dem Erkennungssystem an einem ersten Gutstopp gepuffert wird.
23. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut bzw. die Güter an zumindest zwei vorbestimmten Stellen des Fördersystems, insbesondere an den Stellen, an denen eine Änderung der Bewegungsrichtung stattfindet, gepuffert wird bzw. werden.
24. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Güter bzw. mehrere mit Gütern versehene

Transportbehälter, beispielsweise Karton-, Kunststoff Verpackungen, oder dgl., ohne Zwischenraum an der Austrittsstelle des Elektronenstrahls aus der Beschleunigereinheit vorbeitransportiert werden.

- 5 25. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut in aus dem Behandlungsgrad errechneten Intervallen einer Zuführfördereinrichtung zum Bestrahlungsraum zugeführt werden.
26. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsgrad des Gutes von einem Scanner, beispielsweise einem Strich-Code-Leser, oder dgl., erfaßt wird.
- 10 27. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut von der Abtransporteinrichtung in einer in Abhängigkeit vom Behandlungsgrad erneut der Zuführfördereinrichtung zugeführt wird, vorzugsweise mit einem Querförderer, sodaß das Gut um einen bestimmbaren Winkel, vorzugsweise 180°, gedreht den Bestrahlungsvorgang erneut durchläuft.
- 15 28. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut mehrmals am Elektronenstrahl vorbeigeführt wird, beispielsweise durch wiederholte Änderung der Bewegungsrichtung.
29. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zu- und Abtransport der Güter zu und aus dem Bestrahlungsraum auf einer Seite des Bestrahlungsraumes erfolgt.
- 20 30. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zu- und Abtransport der Güter zu und aus dem Bestrahlungsraum auf unterschiedlichen Seiten des Bestrahlungsraumes erfolgt.
- 25 31. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut über eine Abnahmefördereinrichtung dem Prozeß entzogen wird.
32. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenstrahl die Oberfläche des Gutes in Form einer geometrischen Kurve überstreicht, die durch die Kombination der Vortriebsgeschwindigkeit mit der Bewegung des Elektronenstrahls festzulegen ist, insbesondere in Form einer Sägezahnkurve.
- 30 33. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an zumindest einem Gut in einem Vorversuch die benötigte Strahlendosis mittels an markanten Stellen des Gutes, insbesondere an jenen Stellen, an denen die Strahlenbelastung wegen des Scan-Modus gering und/oder hoch ausfällt, beispielsweise in der Mitte der Oberfläche und/oder im Inneren des Gutes, in den Ecken des Gutes, angebrachten Dosimetern ermittelt wird.
- 35 34. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte benötigte Strahlendosis einer Steuereinheit, beispielsweise einer EDV-Anlage, zugeführt wird, welche mit diesen Werten die erforderlichen Geschwindigkeiten der einzelnen Fördereinrichtungen bestimmt und überwacht.
- 40 35. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kontrolle während des Produktionsprozesses in definierten Intervallen an einzelnen Gütern, vorzugsweise an der äußeren Oberfläche, Dosimeter angebracht werden, mit deren Hilfe der Bestrahlungsprozeß kontrolliert werden kann.
- 45 36. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein der Steuereinheit zugeordnetes Erkennungssystem die mit Dosimetern versehenen Güter erkennt.
- 50 37. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Bestrahlungsprozeß einzelner Güter gewonnenen Daten einer Datenverarbeitung zugeführt werden.
- 55 38. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Basis eines SOLL/IST-Vergleiches der eingebrachten Dosis die Geschwindigkeit einzelner Anlagenteile, insbesondere des Prozeßförderers, geregelt

wird.

39. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Basis eines SOLL/IST-Vergleiches der eingebrachten Dosis die Parametereinstellungen des Elektronenbeschleunigersystems geregelt wird.
- 5 40. Anlage zum Verändern der Eigenschaften zumindest in einem Teilbereich und/oder zum Behandeln eines Gutes durch Strahlung, insbesondere eines Materials, eines Abfalls, eines Bauteils, eines Lebensmittels, einer Flüssigkeit, eines Gases, oder dgl., mit einem Fördersystem für die zu behandelnden Güter, mit einer Quelle zur Erzeugung freier Elektronen, mit einem Beschleunigersystem für die freien Elektronen, mit einem
10 Bestrahlungsraum, in dem die Güter bestrahlt werden und der von Strahlenschutzwänden umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) derart ausgestaltet ist, daß die zu bestrahlenden Güter (5) zur Effizienzsteigerung der Anlage (1) ohne Zwischenraum zueinander bzw. zwischen den die Güter (5) umgebenden
15 Verpackungsbehältnisse an der Elektronenaustrittsvorrichtung (14) der Beschleunigereinheit vorbeitransportiert werden können und daß das Beschleunigersystem weiterhin so ausgebildet ist, daß der die Elektronenaustrittsvorrichtung (14) verlassende Elektronenstrahl gepulst ist.
41. Anlage nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr und/oder Abfuhr der zu bestrahlenden Güter (5) über zumindest einen labyrinthartig angeordneten Zugang zum
20 Bestrahlungsraum (16) erfolgt.
42. Anlage nach Anspruch 40 und/oder 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Zu- und Abfuhr der Güter (5) in und aus dem Bestrahlungsraum (16) auf einer Seite der Strahlenschutzwände durch einen labyrinthartigen Zugang erfolgt.
- 25 43. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Zu- und Abfuhr der Güter (5) in und aus dem Bestrahlungsraum (16) an verschiedenen Seiten der Strahlenschutzwände durch jeweils eigene labyrinthartige Zugänge für die Zu- und Abfuhr der Güter (5) erfolgt.
44. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß
30 zumindest an einer Stelle des Fördersystems (13) eine Einrichtung vorhanden ist, beispielsweise ein Anschlag aus einem Metall und/oder Kunststoff, oder dgl., sodaß eine automatische Ausrichtung der Güter (5) so erfolgt, daß diese in einem definierten Winkel zur Elektronenaustrittsvorrichtung (14), bevorzugt 90°, an dem Elektronenstrahl vorbeitransportiert werden können.
45. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß
35 das Fördersystem (13) außerhalb des Gefahrenbereiches des Elektronenbeschleunigers aus zwei getrennten Bereichen besteht, wobei der unreine Aufgabebereich (24) durch eine Sperrvorrichtung (25) vom reinen Abnahmebereich (26) getrennt ist.
46. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperrvorrichtung (25) aus einem Sperrgitter, einer Sperrwand, oder dgl. gebildet ist.
- 40 47. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Zugang für Personen zum Bestrahlungsraum (16) nur über eine Schutzeinrichtung (45), beispielsweise eine Tür (46) in einer Trennwand, welche bevorzugt aus einem Gitter bestehen kann, möglich ist.
48. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß
45 ein unkontrollierter Zugang zum Bestrahlungsraum (16) durch zusätzliche Maßnahmen, beispielsweise einer elektronischen Verriegelung der Schutzeinrichtung (45), bei aus dem Linearbeschleuniger (2) austretenden Elektronen nicht möglich ist.
49. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß
50 ein Strahlunterbrecher bei Betreten des Bestrahlungsraumes (16) den Elektronenstrahl automatisch unterbricht.
50. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 49, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleuniger ein Linearbeschleuniger (2) ist.
51. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 50, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleuniger ein Ringbeschleuniger ist.
- 55 52. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 51, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Elektronenaustrittsvorrichtung (14) ein Scan-Horn ist.
53. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 52, dadurch gekennzeichnet, daß das Scan-Horn derart ausgebildet ist, daß die Scanhöhe bis zu 100 cm, bevorzugt 60 cm, beträgt.
 - 5 54. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenaustrittsvorrichtung (14) in Form eines Kreises um das Fördersystem (13) geführt ist.
 55. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 54, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) derart ausgebildet ist, daß das zu bestrahlende Gut (5) in einer Verpackung, insbesondere seiner Originalverpackung, an der
 - 10 Elektronenaustrittsvorrichtung (14) vorbeitransportiert wird.
 56. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 55, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenbeschleuniger so ausgebildet ist, daß die im Gut (5) deponierte Dosis bis zu einer Eindringtiefe des Elektronenstrahls von 50 cm, bevorzugt 30 cm, weitgehend
 - 15 unabhängig von der Wegstrecke im Gut (5) ist.
 57. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 56, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie der Elektronen zwischen 5 MeV und 30 MeV, bevorzugt 10 MeV, beträgt.
 58. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 57, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenbeschleuniger derart dimensioniert ist, daß er eine mittlere Beamleistung
 - 20 von 5 kW bis 30 kW, bevorzugt 15 kW, zur Verfügung stellt.
 59. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 58, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenstrahl mit Hilfe einer Ablenkvorrichtung (52), z.B. Ablenkmagnete (12), auf das zu bestrahlende Gut (5) gelenkt wird.
 60. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 59, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 25 durch die Anbringung von Ablenkvorrichtungen (52), z.B. Ablenkmagneten (12), bevorzugt an der Elektronenaustrittsvorrichtung (14), insbesondere am Scan-Horn, der Elektronenstrahl zumindest einen Teilbereich der Oberfläche des Gutes (5) überstreicht.
 61. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 60, dadurch gekennzeichnet, daß am Fördersystem (13) zur Erreichung einer homogenen Dosisverteilung im Gut (5) eine
 - 30 Vortriebsgeschwindigkeit mit mindestens 30 %, vorzugsweise 50 %, Überlappung der Pulse einstellbar ist.
 62. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 61, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronen mit elektromagnetischen Wellen beschleunigt werden.
 63. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 62, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 35 zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen entlang der Beschleunigerstrecke Hohlraumresonatoren (6) benutzt werden.
 64. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 63, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlraumresonatoren (6) aus Metall, beispielsweise Kupfer, Kupfer-Legierungen wie Bronzen, Messing, etc., Stahl, Keramik, Kunststoffen, oder dgl., bestehen.
 - 40 65. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 64, dadurch gekennzeichnet, daß die Anregung der stehenden Welle in der Beschleunigereinheit durch eine gepulste Mikrowelle erfolgt.
 66. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 65, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 45 die Mikrowellen von einem Oszillator erzeugt und von einem Mikrowellenverstärker (8), bevorzugt einem Klystron, verstärkt werden.
 67. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 66, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgung des Mikrowellenverstärkers (8) über einen Hochspannungsmodulator (9) erfolgt.
 68. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 67, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 50 die Beschleunigereinheit so angeordnet ist, daß die Bestrahlung des Gutes (5) horizontal auf die Transportrichtung des Gutes (5) erfolgt.
 69. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 68, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigereinheit so angeordnet ist, daß die Bestrahlung des Gutes (5) senkrecht auf die Transportrichtung des Gutes (5) erfolgt.

70. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 69, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigereinheit so angeordnet ist, daß die Bestrahlung von oben und/oder unten erfolgt.
- 5 71. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 70, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) derart ausgebildet ist, daß eine gleichzeitige Bestrahlung des Gutes (5) von mehreren Seiten möglich ist.
72. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 71, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut (5) um einen definierten Winkel, vorzugsweise 180°, gedreht werden kann.
- 10 73. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 72, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) derart ausgestaltet ist, daß das Gut (5) mit definierter Geschwindigkeit durch den Elektronenstrahl bewegt wird.
74. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 73, dadurch gekennzeichnet, daß am Fördersystem (13) eine Vortriebsgeschwindigkeit von 1 mm/s bis 400 mm/s, bevorzugt 5 mm/s bis 200 mm/s, eingestellt werden kann.
- 15 75. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 74, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) aus Stetigförderern, beispielsweise einer Rollenbahn und/oder einem Kettenförderer, besteht.
- 20 76. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 75, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) aus einer Aufgabebahn (28), einer Zuführbahn (34), einem Prozeßförderer (38), einem Stauförderer (37), einem Steigförderer (40), einem Querförderer (36, 42), zumindest einem Eckumsetzer und einer Abnahmebahn (43) besteht.
- 25 77. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 76, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise am Fördersystem (13) zumindest eine Markierungsvorrichtung (31) für das Gut (5), beispielsweise ein Etikettenspender, eine Vorrichtung zum Anbringen von Mikrochips, oder dgl., angeordnet ist.
78. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 77, dadurch gekennzeichnet, daß die Etiketten mit einem Strich-Code versehen sind.
- 30 79. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 78, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Mikrochips mit Sendeanlagen, beispielsweise einem IR-Sender, ausgerüstet sind.
80. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 79, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Fördersystems (13) eine Empfangsstation für IR-Strahlen angeordnet ist.
- 35 81. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 80, dadurch gekennzeichnet, daß am Fördersystem (13) zumindest ein Scanner (32), beispielsweise ein Lesegerät, oder dgl., zur Guterfassung angebracht ist.
82. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 81, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) zumindest einen Gutstop (33) umfaßt.
- 40 83. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 82, dadurch gekennzeichnet, daß vor jeder Richtungsänderung des Fördersystems (13) ein Gutstop (33) angebracht ist.
84. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 83, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinrichtung für einen Gutstop (33) vorzugsweise aus einer Ventilschleife, zwei Reedschaltern und einer Driverrolle besteht.
- 45 85. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 84, dadurch gekennzeichnet, daß zum Antrieb einzelner Teile des Fördersystems (13) vorzugsweise ein Servomotor verwendet wird.
86. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 85, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördersystem (13) eine Zählstation zur Ermittlung der einseitig bestrahlten Güter (5) umfaßt.
- 50 87. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 86, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählstation vorzugsweise drei Sensoren umfaßt.
88. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 87, dadurch gekennzeichnet, daß im Aufgabebereich (24) ein Bedienpult (29) mit zumindest einem Not-Aus-Schalter (30) angebracht ist.
- 55 89. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 88, dadurch gekennzeichnet, daß

Teile der Aufgabebahn (28) angetrieben sind.

90. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 89, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßförderer (38) vorzugsweise als Drahtgeflechtgurt ausgebildet ist.
91. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 90, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage (1) zumindest einen Wärmetauscher umfaßt.
92. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 40 bis 91, dadurch gekennzeichnet, daß im Bestrahlungsraum (16) zumindest eine Entlüftungseinrichtung (17), beispielsweise ein Ventilator, angeordnet ist.

HIEZU 7 BLATT ZEICHNUNGEN

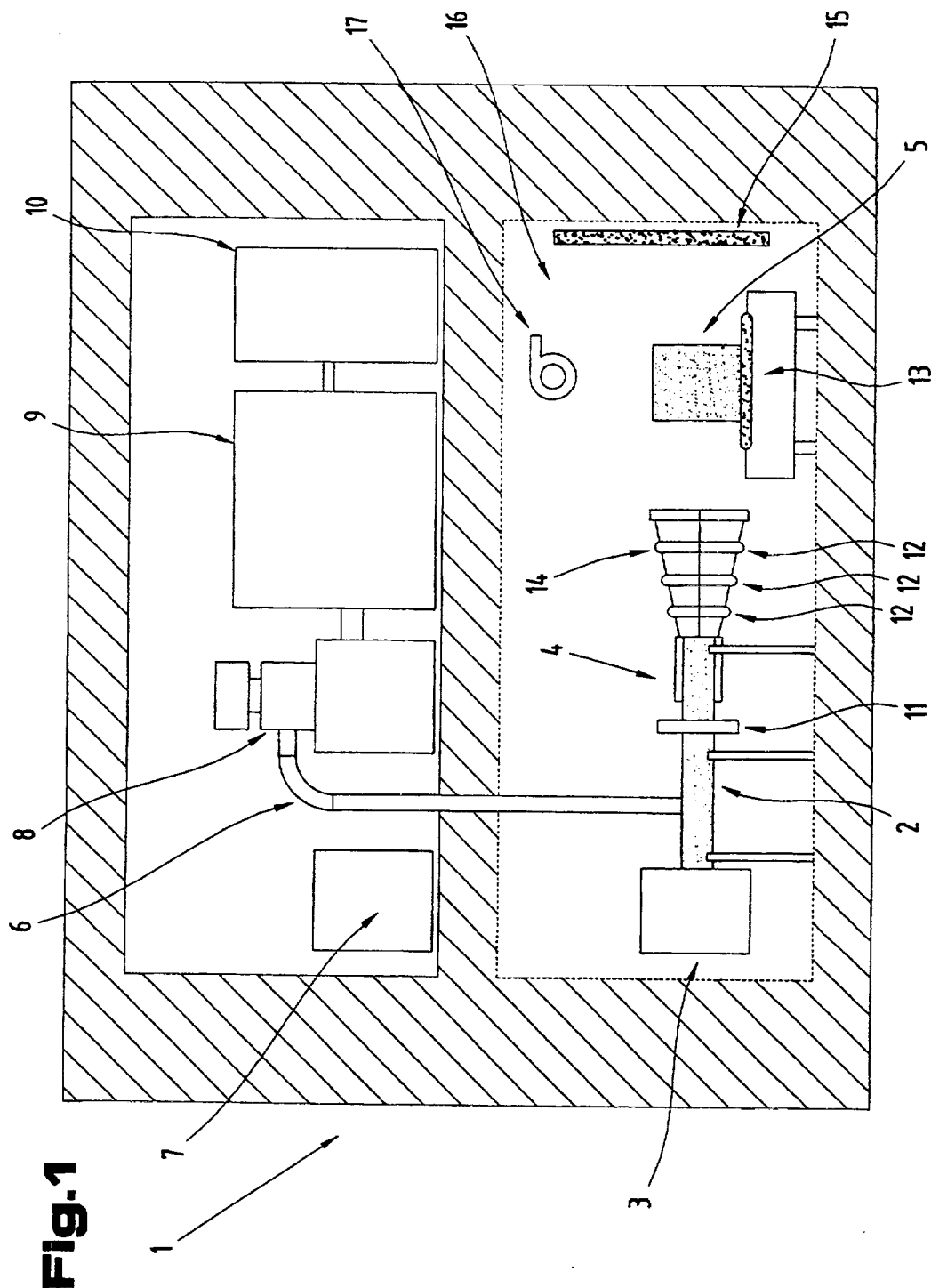
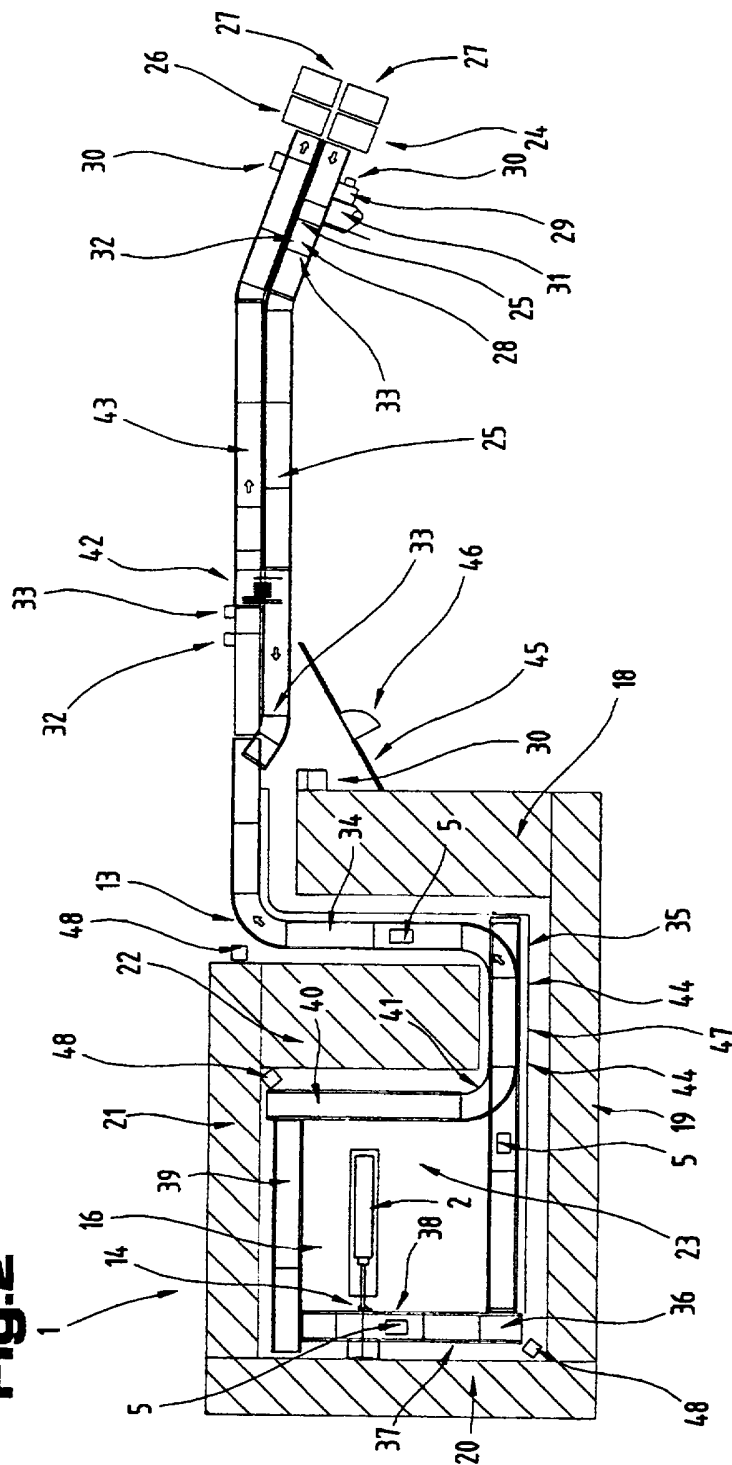


Fig. 2



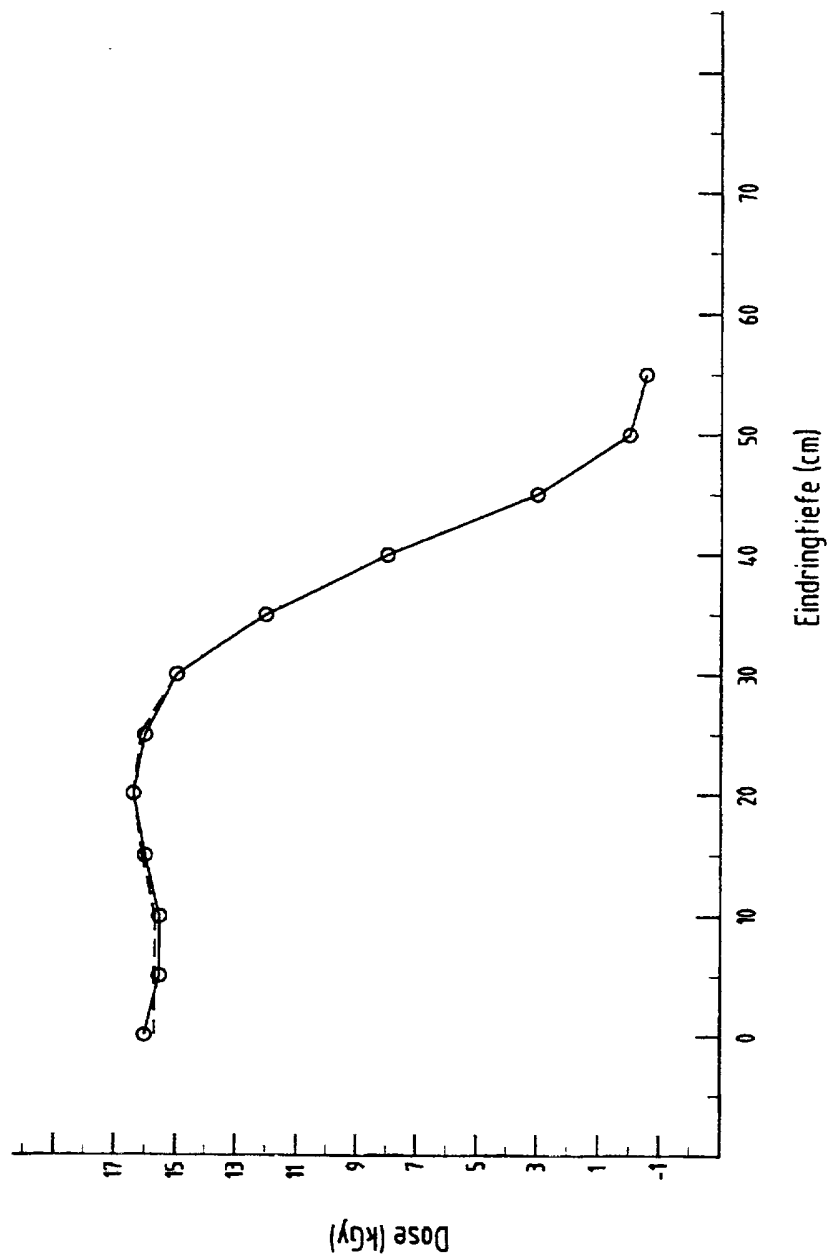


Fig.3

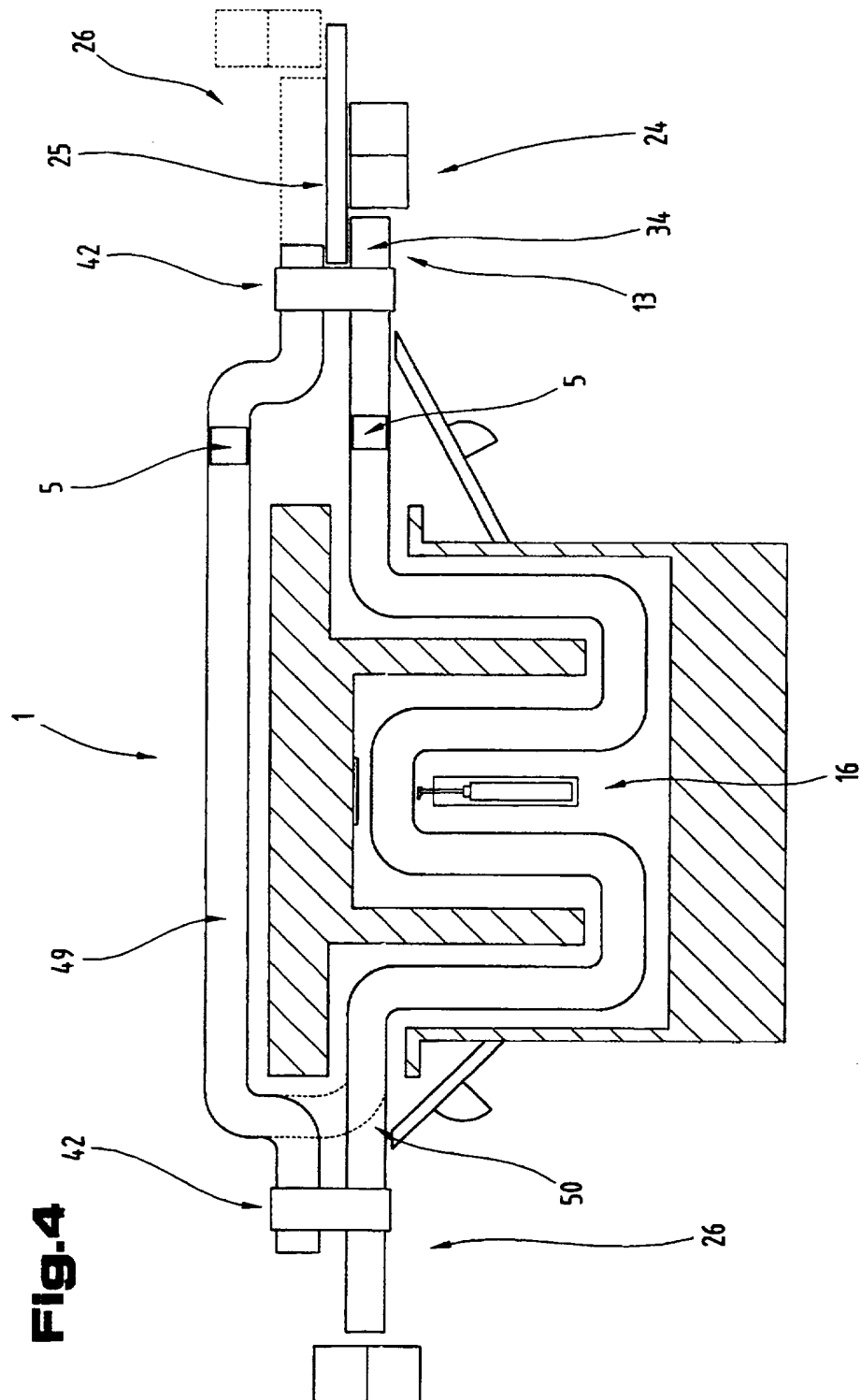


Fig.5

