(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2007 (25.10.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/118461 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01V 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000651

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2007 (13.04.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 017 967.6 13. April 2006 (13.04.2006) DE
60/794,466 24. April 2006 (24.04.2006) US
10 2006 051 087.9 25. Oktober 2006 (25.10.2006) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **DRAGON, Dirk** [DE/DE]; Kentenichstrasse 13, 50321 Brühl (DE). **GROHMANN, Christoph, Clemens** [DE/DE]; Mülheimer Heide 4a, 53945 Blankenheim (DE).

(74) Anwalt: **REUTHER, Martin**; Zehnthofstrasse 9, 52349 Düren (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** RADIOGRAPHIC SCANNER

(54) **Bezeichnung:** DURCHSTRAHLUNGSSCANNER

(57) **Abstract:** The invention relates to a significantly improved radiographic scanner for large objects. The improvements include safety aspects for the staff operating the system, safety aspects for the staff operating the large object that is to be scanned, and aspects resulting in improved image generation.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung stellt einen erheblich verbesserten Durchstrahlungsscanner für Großobjekte vor. Diese betreffen sowohl Sicherheitsaspekte für das Servicepersonal der Anlage als auch Sicherheitsaspekte für das Bedienpersonal des zu scannenden Großobjekts als auch Aspekte, welche eine verbesserte Bildgewinnung ermöglichen.

WO 2007/118461 A2

Durchstrahlungsscanner

[01] Die Erfindung betrifft einen Durchstrahlungsscanner. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen.

[02] Insbesondere im Zuge gestiegener Bemühungen zum Schutz vor Verbrechen stellt sich regelmäßig die Aufgabe, große Objekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen auf unzulässigen Inhalt zu untersuchen. So kann beispielsweise Schmuggelware oder potentiell den Terrorismus unterstützende Ware wie Sprengstoff in solchen großen Objekten ausgemacht werden.

[03] Da es sehr umständlich und somit in der Praxis nicht durchsetzbar wäre, solche Großobjekte von innen im Einzelnen zu inspizieren, haben sich mobile und stationäre Stationen mit Durchstrahlungsscannern etabliert. Diese durchstrahlen die Ladeeinheit des Großobjekts, meist mit Röntgenstrahlung. Anhand des Schattenbildes und/oder des Scatterbildes der Strahlung kann dann von einem Bediener und/oder von einem automatischen EDV-Erkennungssystem erkannt werden, ob sich unzulässige Ware im Großobjekt befindet.

[04] Die EP 0 491 977 B1 zeigt eine Prüfanlage für die Ladung eines Lastkraftwagens, wobei die Räder des Zugwagens von einem Hubwagen angehoben werden und der gesamte Lastkraftwagen auf diese Weise durch die Prüfanlage gefahren wird. Hierbei ist eine Strahlenquelle im Boden eingelassen und strahlt vertikal nach oben, wobei oberhalb ein entsprechender Detektor vorgesehen ist, so dass eine durch den Strahlengang mittels des Hubwagens durchgezogener Lastkraftwagen durchleuchtet werden kann. Hierbei ergibt sich insbesondere das Problem, dass es schwierig ist, den Strahl innerhalb einer kurzen Wegstrecke unterhalb eines Auflagers für den Lastkraftwagen ausreichend aufzuweiten, damit der gesamte Lastkraftwagen erfasst werden kann. Dieses bedeutet letztlich, dass die Strahlenquelle verhältnismäßig tief unterhalb des Auflagers angeordnet werden muss.

[05] Auch die DE 10 2005 055 129 A1 offenbart eine verhältnismäßig aufwendige Konstruktion, bei welcher ein kompletter Lastkraftwagen durch einen Tomographen befördert wird. Dieses bedingt einen äußerst komplexen Unterbau, da der Tomograph einen vertikalen Trägerring umfasst, der den Lastkraftwagen umschließt und sowohl eine Detektoranordnung als auch eine Strahlenquelle trägt. Der Ring kann dann zur Tomgraphie um den Lastkraftwagen rotiert werden, wobei der Lastkraftwagen schrittweise den Ring durchfährt. Diese Vorgehensweise ist äußerst zeitaufwändig und insbesondere in Häfen oder Con-

tainerbahnhöfen, bei welchen an einem Umschlagplatz mehrere 1000 Container oder Lastkraftwagen an einem Tag geprüft werden müssen, nicht umsetzbar. Auch bei dieser Anordnung ist die Strahlenquelle zwischenzeitlich über dem Lastkraftwagen angeordnet, wodurch die aufwendige Konstruktion, da dann die Detektoranordnung unter dem Lastkraftwagen angeordnet ist, bedingt ist.

[06] Die US 6,542,580 B1 zeigt einen Detektionsrahmen, bei welchem die Röntgenquelle oben im Rahmen angeordnet ist. Die Detektoren sind in den Seitenteilen des Rahmens und im Boden der Sensoranlage angebracht. Auch bei dieser Ausführungsform muss eine verhältnismäßig hohe Bauhöhe in Kauf genommen werden, um ein gesamtes Fahrzeug erfassen zu können. Auch wird wegen der Anordnung der Detektoren unterhalb des Auflagers ein komplexes Schlitten- und Rollensystem benötigt, um ein Kraftfahrzeug durchleuchten zu können.

[07] Die Nachteile der beiden vorgenannten Anordnungen beseitigt eine Prüfanlage nach der DE 40 23 413 A1, bei welcher ein separater Container aufgebaut wird. Im Container befinden sich ein Bedienbereich und ein Messtunnel. Zum Messtunnel hinführend sind eine Rampe und ein Transportband für zu prüfende Lastkraftwagen aufgebaut, wobei in dem Container auf einer Seite eines entsprechenden Auflagers eine Strahlenquelle und auf der anderen der beiden Seiten entsprechende Detektoren angeordnet sind. Zwar entfallen somit aufwendige Ober- und Unterkonstruktionen wegen der Anordnung der Strahlenquelle, da jedoch die zu durchstrahlenden Fahrzeuge den Container durchqueren, ergibt sich aus diesem Grunde eine aufwendige Konstruktionsweise der Gesamtanordnung.

[08] Die FR 2 808 088 A1 zeigt eine mobile Durchleuchteinheit, die auf einem hierzu speziell umgebauten Lastkraftwagen installiert ist. Der Messtunnel wird durch ein vom Lastkraftwagen wegschwenkbares Tor definiert. Das Tor besteht aus einem Pfosten mit Detektoren und einem Riegel mit Detektoren. Gleichzeitig wird seitlich des Lastkraftwagens eine Strahlungsquelle positioniert. Auf diese Weise kann eine aufwendige Unterkonstruktion vermieden werden.

[09] Die EP 1 635 169 A1 und die US 6,843,599 B2 offenbaren ebenfalls einen Transport-Lastkraftwagen mit einem aufstellbaren Rahmen, der mit Röntgendetektoren bestückt ist. Mit einer Röntgenquelle am ausgeklappten Teil des Rahmens werden durchfahrende Lastkraftwagen durchstrahlt. Die Röntgenquelle ist klein und kann in verschiedenen Positionen aufgebaut werden.

[10] Die US 6,928,141 B2 zeigt einen selbststehenden stabilen Rahmen, an welchem sowohl eine Röntgenstrahlenquelle als auch Detektoren angeordnet sind. Der Rahmen kann von einem Lastkraftwagen durchfahren werden. Er wird als Ganzes flach auf einem Transportlastkraftwagen zum Einsatzort gebracht und dort aufrechtgestellt, wobei er auf einer Seite auf einer Schiene und auf der anderen Seite

auf Rädern fährt. Auch bei dieser Anordnung kann auf eine komplexe Unterkonstruktion verzichtet werden.

[11] Auch die DE 11 2004 001 701 T5 offenbart die seitliche Anordnung, die dementsprechend einfach baut.

[12] Weitere Durchstrahlsysteme sind bekannt aus den Druckschriften EP 0 491 977 B1, DE 43 11 174 A1, US 3,766,387, DE 40 23 413 A1, US 2,831,123, US 2004/0125914, WO 05/057196 A1, US 6,031,890, FR 2 808 088 A1, US 4,150,293, US 5,367,522, DE 42 10 516 A1, US 4,349,740, US 4,303,830, DE 40 23 414 A1, EP 0 963 925 A2, EP 0 963 925 B1, EP 0 991 916 B1, EP 1 526 392 A2, EP 1 635 169 A1, GB 2337032 A, US 2003/0023592, US 6,812,426 B1, WO 03/027653 A2, WO 03/027653 A3, US 6,839,403 B1, US 6,928,141 B2, US 6,815,790 B2, US 6,843,599 B2, US 6,665,373 B1, US 6,542,580 B1, US 6,473,487 B1, US 6,094,472 A sowie aus der US 5,181,234 B1.

[13] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer seitlich angeordneten Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, zur Verfügung zu stellen, der unter Beibehaltung der hierdurch bedingten verhältnismäßig einfachen Bauweise sehr aussagekräftige Durchstrahlungsbilder liefert.

[14] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung löst diese Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer seitlich angeordneten Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei das Auflager innerhalb des Strahlenganges angeordnet ist.

[15] Begrifflich sei zu der Erfindung zunächst erläutert, dass unter dem „Strahlengang" die Summe derjenigen geraden Strahlen zusammengefasst wird, die von der Strahlenquelle zu einem Detektor verlaufen. Dabei ist zu beachten, dass die Strahlenquelle keine exakt punktförmige Strahlenquelle sein kann, allerdings ist sie häufig einer punktförmigen Strahlenquelle angenähert. In jedem Falle ergibt sich aber eine Geometrie, bei welcher die Strahlenquelle erheblich kleiner ist als eine Detektionsstrecke entlang der Detektoren. Daher ergibt sich die Geometrie des Strahlengangs in der Ebene der Strahlenquelle und der Detektoren als ein Strahlenfeld, welches an der Strahlenquelle recht eng ist und sich zu den Detektoren hin deutlich aufweitet. Übliche Aufweitungswinkel des Strahlengangs liegen zwischen etwa 35 ° (vgl. US 6,834,599 B2) und etwa 80 ° (vgl. EP 1 635 169 A1).

[16] Mit dem vorgeschlagenen ersten Aspekt der Erfindung ist es möglich, das gesamte Großobjekt zu durchstrahlen und auf unzulässigen Inhalt zu prüfen. Dies bezieht sich insbesondere auch auf sehr niedrig angeordnete Bereiche des zu prüfenden Großobjekts wie beispielsweise die Räder eines Lastkraftwagens, den Unterbau eines Eisenbahnwaggons oder die Stellfläche eines Containers. Demgegenüber werden selbst bei der EP 0 491 977 B1 die Räder allerdings vom Strahlengang nicht erfasst. Selbiges gilt für die DE 11 2004 001 701 T5. Bei der US 6,542,580 B1 ist die Strahlenquelle nicht seitlich angeordnet.

[17] Hierbei ist zu betonen, dass die erfindungsgemäße Anordnung mit einer lediglich horizontal verlagerbaren Detektor- und/oder Strahlenquelleneinheit bzw. mit einem lediglich horizontal verlagerten Großobjekt auskommt, und insbesondere vertikal verlagerbare Strahlenquelle nicht notwendig ist, um ein vollständiges Bild zu erfassen.

[18] Vorteilhaft weist der Strahlengang wenigstens einen horizontalen Strahlenverlauf auf, der unterhalb des Auflagers vorgesehen ist. Wenn die Strahlenquelle entsprechend niedrig angeordnet ist und auch die Detektoren entsprechend tief herabreichen, ergibt sich automatisch ein horizontaler Strahlenverlauf unter dem Auflager hindurch. Demgemäß liegt das Auflager in jedem Falle im Strahlengang, ohne dass das Auflager besonders hoch gelegt werden müsste, und auch ohne komplexe Podestkonstruktionen wie in der EP 0 491 977 B1 oder in der DE 40 23 413 A1 zu benötigen.

[19] Bevorzugt ist die Strahlenquelle in und/oder unterhalb einer das Auflager beinhaltenden Ebene angeordnet. Begrifflich wird hierzu von einer ebenen Auflagerfläche ausgegangen, was schon deshalb sinnvoll erscheint, weil die zu scannenden Großobjekte in der Regel dazu vorgesehen sind, auf einer ebenen Fläche zu stehen, wie beispielsweise im Falle eines Lastkraftwagens auf einer Straßenfläche oder im Falle eines Eisenbahnwagons auf zwei Schienen.

[20] Wenn die Strahlenquelle in der Ebene des Auflagers angeordnet ist, ergibt sich ein horizontaler Strahlenverlauf durch das Auflager hindurch und somit durch den untersten Punkt des zu scannenden Großobjekts. Bei einem Lkw läge dann die Standfläche der Reifen exakt zu einem horizontalen Strahlenverlauf benachbart.

[21] Von besonderem Vorteil ist es jedoch, wenn die Strahlenquelle echt unterhalb der Auflagerebene angeordnet ist. Auf diese Weise kann das ganze Großobjekt mit einem Strahlenverlauf durchstrahlt werden, welcher von der Horizontalen abweicht. Horizontale Bereiche des Großobjekts wie beispielsweise das Bodenblech eines Lastkraftwagens, eines Eisenbahnwagons oder eines Containers können auf diese Weise gut durchleuchtet werden und führen nicht zu linienförmigen Abschattungen im Schattenbild der Strahlung.

[22] Bevorzugt umfasst das Auflager einen Lineartransport für die Großobjekte oder ist als solcher ausgebildet. In beiden Fällen können die Strahlenquelle und/oder die Detektoren stationär ausgebildet werden, und das Großobjekt kann linear durch den Strahlengang transportiert werden.

[23] Es ist jedoch auch von Vorteil, wenn die Strahlenquelle und die Detektoren linear verlagerbar sind, vorzugsweise auf Schienen. Bei einem solchen Aufbau sind die Bahnen der Strahlenquelle und der Detektoren genau vorgebbar und bekannt, was zu hochpräzisen Messergebnissen führen kann. Dabei müssen sich ein verlagerbarer Scanner und ein lineartransportierendes Auflager nicht ausschließen. Vielmehr können diese beiden Ausführungsvarianten in gleichzeitiger Anwendung zu einem hochkompakten Aufbau des Durchstrahlungsscanners führen.

[24] Um den Scanner möglichst variabel einsetzen zu können, wird vorgeschlagen, dass der Strahlengang außerhalb eines Gebäudes vorgesehen ist. Strahlungsquelle und die Detektoren können dann beliebig lange Wege zurücklegen, beispielsweise können sie entlang eines gesamten Zuges verlagert werden und diesen vollständig scannen.

[25] Bei einem Scanner, dessen Strahlengang außerhalb eines Gebäudes vorgesehen ist und der verlagerbar ausgestaltet ist, wird vorgeschlagen, dass hinter den Detektoren von der Strahlenquelle aus gesehen ein mitfahrender Strahlenschutz vorgesehen ist, beispielsweise eine mitfahrende Betonmauer oder eine Strahlenbarriere aus Sand, die in einem Behältnis mitfährt. Auf diese Weise können die Baukosten für eine Strahlenabschirmung jenseits des zu prüfenden Großobjekts auf die Breite des stationären Strahlengangs reduziert werden, gegebenenfalls mit einem Größenzuschlag aus Sicherheitsgründen. Insbesondere bei langen Scanstrecken wie beispielsweise entlang eines Zuges können die Baukosten hierdurch minimiert werden.

[26] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlengangs laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei die Strahlenquelle und mindestens einer der Detektoren über eine Brücke miteinander verbunden sind und auf Schienen mittels eines eigenen Antriebs verlagerbar sind.

[27] Begrifflich sei hierzu erläutert, dass unter einer „Brücke" eine Konstruktion verstanden wird, welche über denjenigen Raum hinweg verläuft, welcher dazu vorgesehen ist, von den prüfenden Großobjekten passiert zu werden. Die Brücke soll also von der einen Seite des Scanraums zur anderen Seite des Scanraums reichen.

[28] Wenn die Strahlenquelle und die Detektoren über eine stabile Brücke miteinander verbunden sind und wie vorgeschlagen ohne Kraft von außen verlagert werden können, können sie höchstgenaue Bilder erzeugen. Insbesondere können auch besonders kleine unzulässige Objekte in den zu prüfenden Großobjekten erkannt werden, da der Strahlengang wegen des Verfahrens auf Schienen extrem ruhig und geführt wird. Demgegenüber kann eine nicht abgestützte Strahlenquelle wie in der EP 1 635 169 A1 leichter in Schwingung geraten, wenn der Scanner als solcher verfahren wird. Bei jeweils auf der Straßenoberfläche gelagerter Strahlenquelle und Detektoren wie beispielsweise in der FR 2 808 088 A1 ist die Genauigkeit der Scanergebnisse von der absoluten Ebenheit der Straßenoberfläche abhängig. Bei einer Lösung wie in der US 6,928,141 B2 ist zwar der Scanner auf einer Schiene verlagerbar, die Detektoren sind allerdings auf herkömmlichen Rädern gelagert. Bei einem Verfahren des dortigen Scanntores ist die Genauigkeit der erzielten Bilder somit davon abhängig, dass die Straßenoberfläche unterhalb der Detektoren exakt parallel zur Schienenoberfläche verläuft. Ein beidseitiger Schienenaufbau ist demgegenüber recht unabhängig hochpräzise aufbaubar.

[29] Immer wenn die Detektoren und/oder insbesondere die Strahlenquelle auf einer Schiene geführt ist bzw. sind, wird vorgeschlagen, dass Sicherungsklammern vorgesehen sind, welche die Schienen umgreifen. Auf diese Weise kann die Anlage schnell gegen äußere Einflüsse wie Erdbeben oder Hurrikans gesichert, und somit kann insbesondere die Strahlenquelle vor Beschädigungen geschützt werden.

[30] Wenn die Strahlenquelle auf einer Schiene liegt, wird vorgeschlagen, dass sie auf einem Wagen angeordnet ist, der unabhängig von einer Brücke selbststehend gelagert ist. Dies ist aus Sicherheitsgründen von Vorteil, da die Strahlenquelle auf diese Weise besonders stabil in ihrer beabsichtigen Ausrichtung bzw. Lage gehalten wird.

[31] Wenn die Strahlenquelle in einem solchen stabil stehenden Wagen angeordnet ist, wird zusätzlich vorgeschlagen, dass die Detektoren an einer Brücke gelagert sind, welche einerseits an dem stabilen Wagen und andererseits an einem Hilfswagen befestigt ist, der auf genau einer Schiene verlagerbar gelagert ist. Auf diese Weise erreicht man mit einfachen Mitteln eine stabile Konstruktion aus dem stabilen Wagen mit der Strahlenquelle, der Brücke mit den Detektoren und dem Hilfswagen. Es spart dabei hinsichtlich des Hilfswagens notwendigen Bauraum ein, dass dieser auf genau einer Schiene geführt ist.

[32] Wenn der Hilfswagen auf der einen Schiene über zwei Räder läuft, wird eine besonders stabile Führung gewährleistet, was zu sehr genauen Bildern führt.

[33] Ein Hilfswagen zum Abstützen einer die Detektoren tragenden Brücke ist bevorzugt nicht selbst angetrieben. Hierdurch lassen sich Steuerprobleme in der Abstimmung zwischen einem ersten Antrieb und dem Hilfswagenantrieb vermeiden. Außerdem lassen sich Kosten und Bauraum einsparen.

[34] Nach einem dritten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei außerhalb des Scanvolumens ein Sicherungsraum für Bedienpersonal des Großobjekts vorgesehen ist, vorzugsweise baulich integriert mit dem Durchstrahlungsscanner.

[35] Beim Durchstrahlen eines Großobjekts treten – bei vollständigem Durchleuchten – zwangsweise auch dort Strahlen durch das Großobjekt, wo das Bedienpersonal des Großobjekts sich befindet. So sollte aus Sicherheitsgründen beispielsweise die Fahrerkabine eines Lastkraftwagens ebenso vom Scanvorgang miterfasst werden wie die Führerkabine eines Eisenbahnzugs. Um für das Bedienpersonal des Großobjekts die Strahlenbelastung zu minimieren, wird der Sicherungsraum außerhalb des Scanvolumens vorgeschlagen.

[36] Das Scanvolumen beschreibt das Volumen, in welchem der Strahlengang vorliegt bzw. welches der Strahlengang überstreicht. Selbst bei sehr schmalen Detektoren ist dieses nie eine Ebene im mathematischen Sinne, sondern nur bestenfalls angenähert an eine Ebene. Es ist also ein Volumen.

[37] Da Bedienpersonal des zu prüfenden Objekts in der Regel nicht im Detail mit den Gefahren von Strahlung vertraut sein muss, ist es von Vorteil, einen prädestinierten Sicherungsraum vorzusehen, in welchem sich das Bedienpersonal während des Scanvorgangs aufzuhalten hat. Auf diese Weise wird sicher ausgeschlossen, dass das Bedienpersonal zwar außerhalb des Großobjekts ist, aber dennoch den Scanraum durchläuft.

[38] Wenn ein Sicherungsraum vorgesehen ist, wird vorgeschlagen, dass dieser und/oder ein Serviceraum für Servicepersonal des Scanners gemeinsam mit der Strahlenquelle und/oder dem Detektor verlagerbar ist bzw. sind. Dies erleichtert nicht nur den Aufbau oder Abbau des Durchstrahlungsscanners. Insbesondere kann sich das Servicepersonal des Durchstrahlungsscanners während des Scanvorgangs gemeinsam mit dem Scanner verlagern. Sollte beispielsweise eine Unebenheit im Fortschreiten des Scannvorgangs bei dessen Verlagerbewegung überfahren werden, so spürt das Servicepersonal dies durch ein leichtes Ruckeln im Serviceraum, wobei es auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung vorteilhaft sein kann, bei gattungsgemäßen Durchstrahlungsscannern Erschütterungssensoren vorzusehen. Außerdem bleibt die optische Perspektive vom Serviceraum zum Scanvolumen immer konstant. Auch können Wartungsarbeiten an der Strahlenquelle sowie eine Kommunikation mit dem Bedienpersonal dann ohne weiteres während des Scanvorgangs vorgenommen werden.

[39] Insbesondere wird vorgeschlagen, dass die Strahlenquelle, der Serviceraum und der Sicherungsraum gemeinsam in einem auf Schienen verfahrbaren Container angeordnet sind. Dies eine sehr kostengünstige Konstruktion, welche zudem mit nur einer Baueinheit auf Seiten der Strahlenquelle auskommt.

[40] Wenn der Sicherungsraum verlagerbar ausgestaltet ist, wird vorgeschlagen, dass eine mit dem Sicherungsraum verlagerbare Laufbrücke zwischen den Auflager und dem Sicherungsraum vorhanden ist. Eine solche Laufbrücke erhöht zunächst die Bequemlichkeit und die Sicherheit für das Bedienpersonal des Großobjekts und unterstützt, dass sich das Bedienpersonal des Großobjekts zum Sicherungsraum begibt. Gleichzeitig erhöht dies auch die Sicherheit des Servicepersonals des Scanners, da recht genau vorhersagbar ist, wo auf dem Gelände sich das Bedienpersonal bewegt.

[41] Nach einem vierten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, insbesondere wenn ein Sicherungsraum vorgesehen ist, wobei für das Bedienpersonal außerhalb des Strahlengangs ein Pfad um die Strahlenquelle herum durch den Sicherungsraum hindurch vorgesehen ist.

[42] Es ist unmittelbar ersichtlich, dass ein solcher vorgegebener Pfad dieselben Vorteile bringt wie das Vorsehen einer Laufbrücke, nur dass der Weg des Bedienpersonals hierdurch noch besser vorgebbar ist. Dadurch, dass der Pfad um die Strahlenquelle herum führt, wird außerdem eine bessere Abschirmung erreicht als in der US 6,542,580 B1, welche den Fahrer eines PKW seitlich des Strahlengangs passieren lässt.

[43] Unabhängig hiervon wird kumulativ bzw. alternativ vorgeschlagen, dass die Strahlenquelle des Durchstrahlungsscanners erst dann aktiviert werden kann, wenn sich das Bedienpersonal im Sicherungsraum befindet. Zum einen kann hierdurch eine Strahlengefährdung für das Bedienpersonal sicher ausgeschlossen werden. Zusätzlich kann das Bedienpersonal aber auch in dem Sicherungsraum leicht festgehalten werden, wenn tatsächlich ein unzulässiges Objekt im zu prüfenden Großobjekt gefunden wird.

[44] Ein Sicherungsraum ist bevorzugt kugel-, schuss- und/oder schlagsicher ausgebildet. Auf diese Weise kann das Servicepersonal bestmöglich geschützt werden.

[45] Nach einem fünften Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wenn ein autarker Stromgenerator vorgesehen ist. Dadurch wird die Montage auch an einem abgelegenen Ort erheblich vereinfacht, bei-

spielsweise in einem Hafen. Auch können dann großen Strecken von der Strahlenquelle durchfahren werden.

[46] Nach einem sechsten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei die Detektoren im Wesentlichen entlang eines Bogens, vorzugsweise entlang eines Kreisbogens, angeordnet sind. Insbesondere wird hierzu noch vorgeschlagen, dass die Detektoren senkrecht zum Strahlengang gemeinsam mit der Strahlenquelle verlagerbar sind.

[47] Die Anordnung der Detektoren in einem Bogen um die Strahlenquelle führt zu einer erheblichen Erhöhung der Messgenauigkeit gegenüber einer linearen Anordnung, wie sie herkömmlich bekannt ist. Auch werden Abschattungen der Detektoren gegeneinander zumindest weitgehend vermieden. Die Scananlage benötigt zwar dann einen größeren Abstand zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren, dafür sind bei den Detektoren die Strahlen aber bereits derart abgeschwächt, dass die Gesamtanordnung der Anlage einschließlich Strahlenschutz in der Regel nicht größer zu bauen braucht.

[48] Im Idealfall ist dabei ein echter Kreisbogen um die Strahlenquelle vorgesehen, entlang dessen die Detektoren angeordnet und radial ausgerichtet sind. Im Rahmen der zu erzielenden Messgenauigkeiten sind allerdings Abweichungen möglich. Wesentlich ist, dass die Detektoren nicht – wie herkömmlich bekannt – entlang ausschließlich linearer Abschnitte angeordnet sind. So liegen übliche Anordnungen wie beispielweise aus der EP 1 635 169 A1 oder US 6,928,141 B1 in einer streng rechtwinkligen U-förmigen Anordnung. Auch eine Anordnung wie in der US 6,843,599 B2 besteht lediglich aus drei linearen Abschnitten der Detektoren.

[49] Eine bogenförmige Anordnung kann besonders einfach dadurch erzielt werden, dass die Detektoren an einem bogenförmigen Gestell angeordnet sind, vorzugsweise an einem kreisbogenförmigen Gestell. Ein solches Gestell erzielt nicht nur eine bauliche Vereinfachung, sondern auch auf einfache Weise eine hohe Stabilität und mithin eine hohe Bildgenauigkeit.

[50] Um eine Bogenkonstruktion besonders einfach konstruieren zu können, wird vorgeschlagen, dass die Detektoren in mehreren jeweils geradlinigen Detektorleisten angeordnet sind, wobei die Mittelsenkrechten der Detektorleisten jeweils im Wesentlichen auf die Strahlenquelle ausgerichtet sind, vorzugsweise mit einer Abweichung unter 15 °. Es versteht sich, dass der Bogen umso besser angenähert wird, je mehr geradlinige Detektorleisten vorgesehen sind und je kürzer eine Detektorleiste ist.

[51] Wenn die Detektoren in geradlinigen Detektorleisten angeordnet sind, wird vorgeschlagen, dass deren Mittelpunkte im Wesentlichen äquidistant zur Strahlenquelle angeordnet sind. Hierdurch kann ein Kreisbogen oder zumindest ein Kreisbogenabschnitt mit einfachen Mitteln angenähert werden. Im Rahmen der Messgenauigkeit empfehlen sich Abweichungen unter 5 % oder bevorzugt unter 1 % bezüglich der jeweiligen Distanz von Detektoroberfläche zur Strahlungsquellenoberfläche.

[52] Nach einem siebten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei Ausgleichsmittel gegen eine thermische Expansion vorgesehen sind.

[53] Durchstrahlungsscanner der hier gegenständlichen Art müssen unter unterschiedlichsten Witterungsbedingungen absolut zuverlässig arbeiten können. So kann beispielsweise die Temperatur leicht zwischen – 40 °C nachts im Winter und + 80 °C tagsüber bei direkter Sonneneinstrahlung im Sommer schwanken. Unter all diesen Bedingungen soll nach Möglichkeit gewährleistet sein, dass sich das beim Scannen gewonnene Bild nicht in Folge einer geometrischen Verlagerung der Detektoren verändert. Hierfür sollen die Ausgleichsmittel sorgen. Die Ausgleichsmittel müssen sich technisch demgemäß dadurch auszeichnen, dass sie eine Bewegung der Aufhängung der Detektoren nur in vermindertem Maße, bevorzugt so wenig wie möglich, an die Detektoren weitergeben. Hierzu eignen sich zahlreiche mehr oder weniger komplizierte Aufbauarten.

[54] Bevorzugt umfassen die Ausgleichsmittel Detektorschienen, die an einem Gestell vorgesehen sind und auf welchen die Detektoren verlagerbar angeordnet sind, wobei vorzugsweise Federmittel vorgesehen sind, welche parallel zu den Detektorschienen auf die Detektoren wirksam sind. Schon das Vorsehen der Detektoren auf den Detektorschienen an einem Gestell führt zu einer gleichförmigeren Verlagerung der Detektoren. Wenn zudem Federn parallel zu den Schienen an die Detektoren angeschlossen sind, mäßigen diese eine Ausdehnung des Gestells, an dem die Federn verankert sind, entsprechend weiter ab.

[55] Wenn dann das Gestell starr mit der Strahlenquelle verbunden ist, bleibt die Geometrie auch unter starken Witterungsschwankungen möglichst gleichmäßig.

[56] Es wurde bereits angedeutet, dass die Ausgleichsmittel an einem Gestell sein können, wobei dann die Detektoren bevorzugt in Detektorleisten angeordnet sind. Dies vereinfacht den Aufbau der gesamten Detektoranlage. Insbesondere müssen nicht die einzelnen Detektoren jeweils an Ausgleichsmittel

angeschlossen sein, sondern es führt bereits zu guten Ergebnissen, wenn jeweils eine Detektorleiste über ein Ausgleichsmittel an das Gestell angeschlossen ist.

[57] Es wird vorgeschlagen, dass die Ausgleichsmittel temperaturstabile Abstandshalter aufweisen, beispielsweise ein Gehäuse der Detektorleisten. Auf diese Weise verlagern sich die Detektoren nur wenig, auch wenn das Gestell stark arbeitet. Insbesondere im Zusammenspiel mit Federn ist dieser Effekt bei Temperaturschwankungen gut erkennbar. Begrifflich sei noch erläutert, dass ein einteiliger Abstandshalter streng genommen zwar immer temperaturinstabil ist, aber selbst bei einteiliger Ausführung kann ein solches Element eine erheblich geringere Wärmeexpansion aufweisen als das Gestell, beispielsweise wenn es einen Wärmexpansionskoeffizienten hat, der um mindestens eine Zehnerpotenz geringer ist als der effektive Wärmexpansionskoeffizient des Gestells.

[58] Bevorzugt umfassen die Ausgleichsmittel ein thermisch isolierendes Gehäuse für die Detektoren bzw. für die Detektorleisten. Vor allem kann vorgesehen sein, dass innerhalb einer Außenhülle eines Gehäuses eine Wärmedämmlage vorgesehen ist, die eine erheblich geringere Dichte hat als der Gehäusewerkstoff selbst, beispielsweise mindestens eine Dichte von einer Zehnerpotenz, vor allem drei Zehnerpotenzen, weniger als die Dichte des Gehäusewerkstoffs beträgt. Beispielsweise kann das Gehäuse aus einem Blech oder aus einem harten Kunststoff geformt sein, während an der Innenseite des Gehäuses eine Wärmedämmschäumung vorhanden ist. Von Vorteil brauchen etwaige Abstandhalter hinsichtlich der möglichen Temperaturschwankungen jeweils für sich nicht derart stark stabilisiert zu sein, als wäre kein Gehäuse vorhanden. Auch bietet das Gehäuse Schutz für die Detektoren gegen sonstige Umwelteinflüsse.

[59] Nach einem achten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei ein gemeinsames Gehäuse für die Detektoren bzw. für die Detektorleisten vorgesehen ist, in denen sämtliche Detektoren angeordnet sind.

[60] Ein solches einteiliges Gehäuse schützt die empfindlichen Detektoren sowie etwaige mechanische Elemente vor Umwelteinflüssen, wobei gerade die Ausbildung als ein einheitliches Gehäuse die Klimatisierung der Detektoren erheblich vereinfacht. Nach dem Stand der Technik wie beispielsweise der FR 2 808 088 A1 oder der US 6,843,599 B2 sind zwischen mehreren Detektorgehäusen jeweils Gelenke angebracht, die die Detektorengehäuse separieren. Ein solcher Aufbau macht eine etwa vorgesehene Klimatisierung weniger effektiv.

[61] Es wurde bereits erwähnt, dass das Gehäuse eine thermische Isolation umfassen kann.

[62] Von Vorteil ist es, wenn das Gehäuseinnere klimatisiert ist, insbesondere aktiv klimatisiert. Eine passive Klimatisierung kann sich bereits dadurch ergeben, dass der aufgewärmten Luft im Gehäuseinneren Möglichkeit gegeben wird, nach außen zu entweichen und dabei kühlere Luft nachzuziehen. Hierzu können beispielsweise Kühlrippen und/oder Entlüftungsöffnungen an geeigneten Stellen im Gehäuse vorgesehen sein. Besonders gute Ergebnisse hinsichtlich der Klimatisierung und somit auch der Lebensdauer und der Ergebnisgenauigkeit des Scanners werden dann erzielt, wenn eine aktive Klimatisierung vorgesehen ist. Eine aktive Klimatisierung zeichnet sich dadurch aus, dass sie beispielsweise über ein Gebläse in der Lage und dazu eingerichtet ist, kühlere Luft als im Gehäuseinneren vorhanden in dieses zu führen und dabei die wärmere dort vorhandene Luft zu verdrängen.

[63] Es versteht sich, dass ein durchgehendes Gehäuse für die Detektoren an einem Gestell angebracht sein kann.

[64] Nach einem neunten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlengangs laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei ein Gestell für die Detektoren vorgesehen ist, welches im Wesentlichen starr mit der Strahlenquelle verbunden ist.

[65] Hierdurch können Messungenauigkeiten auf ein Minimum reduziert werden, da das Gestell bei jeder Bewegung der Strahlenquelle automatisch mitgeführt wird. Insbesondere soll keine hydraulische Einfahrbarkeit am Gestell oder Ähnliches vorgesehen sein, welches dazu vorgesehen ist, Bewegungen durchzuführen. Ein Gestell ist schon dann als starr im Sinne des Vorstehenden zu bezeichnen, wenn das Gestell völlig frei von solchen Bauteilen ist. Sollten derartige Bauteile vorgesehen sein, so ist ein entsprechendes Gestell dann als starr anzusehen, wenn es Festlegemittel, wie beispielsweise Bolzen oder Ähnliches, aufweist, welche bewegliche Bereiche derart festlegen, dass etwaige, verbleibende Restbewegungen kleiner als die Größe der Eigenschwingungen des gesamten Gestells sind.

[66] Es versteht sich, dass eine derartige starre Verbindung insbesondere für axial bewegliche Strahlenquellen, die entlang des Großobjektes verfahren werden, vorteilhaft ist.

[67] Wenn ein thermischer Ausgleich vorgesehen ist, ist es von Vorteil, wenn das Gestell bis auf den thermischen Ausgleich starr mit der Strahlenquelle verbunden ist. Dies erzielt einen guten Kompromiss

zwischen einem starren Gestell mit dessen Vorteilen und dem thermischen Ausgleich, der auf andere Weise die Messgenauigkeit erhöht.

[68] Es versteht sich, dass ein starres Gestell oder ein bis auf einen thermischen Ausgleich starres Gestell über einen thermischen Ausgleich für die Detektoren als Anschluss dienen kann. Sobald die Detektoren einen thermischen Ausgleich aufweisen und ansonsten starr an das Gestell angeschlossen sind, ist hier im Kleinen derselbe vorteilhafte Kompromiss gefunden wie vorstehend für den Anschluss des Gestells an die Strahlenquelle beschrieben.

[69] Bei einem insbesondere starren Gestell, welches die Detektoren mit der Strahlenquelle verbindet, wird vorgeschlagen, dass die Detektoren und die Strahlenquelle linear eines Weges bezüglich des Großobjekts verlagert werden können und dass das Gestell horizontal um einen Winkel kleiner oder größer als 90 ° bezüglich des Weges schräg angeordnet ist. Vorteilhaft an dieser Anordnung ist, dass Querwände des Großobjekts wie Stirnwände nicht parallel zur Wand durchstrahlt werden müssen, sondern schräg durchleuchtet werden. Es ergibt sich somit keine Abschattungslinie im Schattenbild, was auch sehr kleine Gegenstände leichter auffinden lässt.

[70] Es sei darauf hingewiesen, dass es dabei unerheblich ist, ob das Großobjekt oder die Strahlenquelle und die Detektoren bewegt werden, um die Verlagerbarkeit der Scaneinheit bezüglich des Großobjekts zu realisieren. Vielmehr kommt es lediglich auf die Relativbewegung zwischen dem Scanner und dem Großobjekt an.

[71] Nach einem zehnten Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlengangs laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei der Strahlengang horizontal um einen Winkel ungleich 90 °, also kleiner oder größer als 90 °, bezüglich des Wegs schräg ist, entlang dessen die Detektoren und die Strahlenquelle bezüglich des Großobjekts verlagert werden können. Dies wurde bereits vorstehend erläutert, ist aber auch unabhängig von den übrigen genannten Aspekten der Erfindung vorteilhaft und erfinderisch.

[72] Ein einfacher und stabiler Aufbau des Scanners ergibt sich auch bei einem horizontal schrägen Gestell und Strahlengang, wenn der Strahlengang in der vertikalen Ebene angeordnet ist.

[73] Nach einem elften Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlen-

gangs laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei die Strahlenquelle in einem Standardcontainer angeordnet ist, vorzugsweise in einem 40-Fuß-Container bzw. in einem 20-Fuß-Container.

[74] Dieser Aspekt ermöglicht einen einfachen Transport und eine einfache Montage der Gesamtanordnung, insbesondere auch aus Übersee.

[75] Im Container sind vorzugsweise ein Serviceraum für Servicepersonal des Durchstrahlungsscanners und/oder ein Sicherungsraum für Bedienpersonal des Großobjekts wie beispielsweise einen Lastkraftwagenfahrer oder Lokführer angeordnet. Diese Aspekte wurden in anderem Zusammenhang bereits vorstehend erläutert.

[76] Es wird vorgeschlagen, dass der Container auf Schienen fahrbar ist. Konkret sollen also Mittel zum Vorwärtsbewegen des Containers auf Schienen an diesem vorgesehen sein. Dies ermöglicht nicht nur eine einfache Verlagerbarkeit im Scaneinsatz, sondern auch den problemlosen Transport der Scaneinheit zu einem Einsatzort über die Eisenbahnschienen eines Eisenbahnnetzes.

[77] In einem Container für den Durchstrahlungsscanner ist bevorzugt die Strahlenquelle in einem separaten Raum angeordnet. Allein die separate Anordnung unterstützt das Vermeiden von Strahlenschäden für das Servicepersonal des Scanners.

[78] Es wird zusätzlich vorgeschlagen, dass der separate Raum für die Strahlenquelle bis auf einen Austrittspalt für den Strahlengang speziell abgeschirmt ist. Alternativ und kumulativ kann auch die Strahlenquelle selbst bis auf einen Austrittsspalt für den Strahlengang abgeschirmt sein. Beides unterstützt weiter die Strahlensicherheit der Gesamtanlage.

[79] Nach einem zwölften Aspekt der Erfindung löst die gestellte Aufgabe ein Durchstrahlungsscanner für Großobjekte wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlengang laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, wobei die Strahlenquelle derart abgeschirmt, gebündelt und/oder gerichtet ist, dass auf Höhe des Detektors bzw. auf der Höhe wenigstens einer Detektorleiste die Strahlbreite nicht mehr als doppelt so breit wie der Detektor bzw. die Detektorleiste ist.

[80] Wenn die Anlage so ausgebildet ist, dass das Scannvolumen auf einen dermaßen schmalen Strahlenstreifen am Detektor begrenzt ist, kann die Abschirmung jenseits der Detektoren auf ein Minimum reduziert werden, was Baukosten und Bauvolumen einsparen hilft.

[81] Auch hier ist es – wie vorstehend erläutert – von Vorteil, wenn die Strahlenquelle und der Detektor beweglich angeordnet sind und hinter dem Detektor von der Strahlenquelle aus gesehen ein mitfahrender Strahlenschutz vorgesehen ist, beispielsweise eine mitfahrende Betonmauer. Eine solche Konstruktion eignet sich besonders zum Scannen von langen Großobjekten wie beispielsweise Zügen, vor allem da der Scanner dann ebenfalls auf Gleisen fahren kann.

[82] Alternativ und kumulativ wird vorgeschlagen, dass die Strahlenquelle und der Detektor beweglich angeordnet sind und dass hinter dem Detektor von der Strahlenquelle aus gesehen ein ortsfester Strahlenschutz vorgesehen ist, beispielsweise eine ortsfeste Betonmauer. Hierdurch lässt sich der Strahlenschutz nochmals erhöhen.

[83] Die Strahlenquelle kann insbesondere eine Röntgenquelle, eine Gammastrahlenquelle und/oder eine Neutronenquelle sein.

[84] Es versteht sich, dass schon aus Sicherheitsgründen der Strahl möglichst eng begrenzt sein soll. Aus diesem Grunde wird vorgeschlagen, dass der Strahlengang einen Serienkollimator passiert. In vorliegendem Zusammenhang bezeichnet der Begriff „Serienkollimator" eine einen Strahlengang begrenzende Anordnung wenigstens zweier Teilkollimatoren, die durch eine gemeinsame, im Wesentlichen parallel zum Hauptstrahlengang ausgerichtete, strahlungsdämmende Wandung miteinander verbunden sind und von dieser Wandung ausgehend in den Strahlengang reichen. Eine derartige Anordnung ermöglicht eine außerordentlich gute Fokussierung des Strahlenganges, da einerseits etwaige Reflexionen an Oberflächen, die parallel zum Strahlengang in dem Strahlengang ausgerichtet sind, durch eine Minimierung dieser Oberflächen minimiert werden können und da andererseits die Teilkollimatoren senkrecht zum Strahlengang gerichtete Oberflächenbereiche aufweisen, die naturgemäß sehr gut Strahlen absorbieren können.

[85] Vorzugsweise sollten mindestens 5 bzw. 8 Teilkollimatoren hintereinander, insbesondere beidseits des Strahlenganges, vorgesehen sein, wobei es sich versteht, dass derartige teilkollimatoren lediglich dort vorgesehen sein sollten, wo auch eine entsprechende Eingrenzung des Strahlenganges notwendig ist.

[86] Kumulativ bzw. alternativ hierzu wird vorgeschlagen, dass der Strahlengang wenigstens eine Strahlenfalle streift. In vorliegendem Zusammenhang bezeichnet eine Strahlenfalle eine im Wesentlichen senkrecht zum Strahlengang ausgerichtete Ausnehmung mit einer strahlungsdämmenden Wandung. Streift ein Strahlengang eine derartige Ausnehmung und gelangen Strahlen in die Ausnehmung hinein, so laufen sich derartige Strahlen zum größten Teil tot bis sie die Ausnehmung wieder verlassen. Diese sind somit in der Strahlenfalle gefangen.

[87] Bei geeigneter Ausgestaltung eines Serienkollimators weist dieser dementsprechend eine oder mehrere Strahlenfallen auf.

[88] Vorzugsweise sind der Serienkollimator und/oder die Strahlenfalle im Strahlengang hinter einem Quellenkollimator angeordnet. Strahlenquellen werden wegen der von ihnen ausgehenden Gefahr bereits in unmittelbarer Umgebung intensiv abgeschirmt, wobei ein entsprechender Quellenkollimator dafür sorgt, dass die Strahlen lediglich in einem bestimmten Raumbereich die Strahlenquelle verlassen können. Hierbei ist jedoch der Quellenkollimator insbesondere bei langen Strahlengängen nicht in der Lage, diesen ausreichend zu parallelisieren. Hier helfen der Serienkollimator und/oder die Strahlenfalle, welche baulich einfach die Betriebssicherheit bei Durchstrahlungsscannern für Großobjekte mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung erheblich erhöhen können.

[89] Insbesondere können der Serienkollimator bzw. die Strahlenfalle unmittelbar an den Quellenkollimator anschließen, so dass die entsprechenden Vorteile bei kürzestem Bauraum optimal genutzt werden können.

[90] Der wenigstens eine Detektor kann auf einem logikfreien Detektormodul angeordnet sein, welches zerstörungsfrei lösbar mit einem Träger verbunden ist. Auf diese Weise kann ein Detektor einfach und kostengünstig ausgetauscht werden, wenn dieser defekt ist, insbesondere ohne dass gleichzeitig eine entsprechende Messelektronik, welche für eine den Detektor umfassende Sensorik notwendig ist, mit ausgetauscht werden müsste. Ein derartiger Ansatz ist auch unabhängig von den übrigen Merkmalen für Detektoren von Strahlung, die energiereicher als sichtbares Licht, insbesondere als UV-Licht, ist, von Vorteil, da derartige Detektoren aus Gründen der Empfindlichkeit sehr stark dieser energiereichen Strahlung ausgesetzt sind und dementsprechend schnell altern.

[91] Vorzugsweise ist das Detektormodul auch elektronikfrei ausgebildet. Auch elektronische Bauteile, wie beispielsweise Operationsverstärker, Kondensatoren oder Spulen, werden bei derartigen Anordnungen möglichst außerhalb einer Strahlenbelastung gelegt und altern in der Regel weniger schnell als die hiermit verbundenen Detektoren. Insofern können hierdurch die Kosten bei einem Detektorwechsel minimiert werden.

[92] Darüber hinaus ermöglich ein derartig passives Detektormodul einen sehr einfachen Wechsel der Detektoren bei geeigneter Ausgestaltung der Gesamtanordnung, da logische oder elektronische Bauteile bei derartigen Detektoranordnungen in der Regel nicht nur möglichst außerhalb eines Strahlenganges sondern auch hinter einer Abschirmung platziert werden, um Störungen zu vermeiden. Die Detektoren

werden jedoch nicht abgeschirmt, da diese ja gerade die Strahlen erfassen sollen. Insofern können die Detektoren bei einer derartigen Anordnung an der Abschirmung vorbei aus Richtung des Strahlenganges entnommen bzw. ausgewechselt werden, so dieses sehr einfach durchgeführt werden kann.

[93] Ein Wechsel, insbesondere an einer Abschirmung vorbei, lässt sich insbesondere leicht durchführen, wenn die Verbindung des Detektormoduls zu seinem Träger eine Steckverbindung ist. Vorzugsweise ist die Steckverbindung elektrisch leitend ausgebildet, so dass die elektrische Verbindung zwischen Detektor und der übrigen Sensorik mit dem Steckvorgang unmittelbar geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

[94] Damit etwaige kosten bei einem Detektorwechsel minimiert werden können, weist das Detektormodul nicht mehr als 32 Detektoren, vorzugsweise nicht mehr als 16 Detektoren, auf. Auf diese Weise ist es darüber hinaus möglich, mehrere Detektormodule nebeneinander in einem Winkel zueinander anzuordnen, so dass beispielsweise ein Kurvenradius oder eine Kreisbahn mit derartigen Modulen gefolgt werden kann, ohne dass die Abweichungen trotz geradlinig oder im Wesentlichen flach ausgebildeter Module zu groß werden.

[95] Der Träger des Detektormoduls kann ein logikfreier Zwischenträger sein, der auf einem Hauptträger mit einer Messelektronik angeordnet ist. Vorzugsweise sind auf dem Zwischenträger lediglich Verstärker, also beispielsweise lediglich Operationsverstärker, die insbesondere bereits als Integratoren ausgebildet sind, angeordnet. Ein derartiger logikfreier Zwischenträger erlaubt einen besonders kompakten Aufbau der Verstärker oder anderer nicht logischer Baugruppen in Bezug auf die Detektoren einerseits, so dass Wegstrecken zwischen den Detektoren und den Verstärkern minimiert werden kann. Hierdurch lassen sich Störungen minimieren. Selbiges gilt für die elektrische Wegstrecke zwischen rein elektrischen Baugruppen und logischen Baugruppen, die hierdurch bei geeigneter Ausgestaltung minimiert werden kann.

[96] Vorzugsweise ist der wenigstens eine Detektor auf einer Moduleinheit mit nicht mehr als 32 Detektoren angeordnet. Vorzugsweise sind dieses sogar nicht mehr als 16 Detektoren. Wie bereits vorstehend angedeutet, ermöglichen derartig kleine Moduleinheiten einen äußerst flexiblen Aufbau, insbesondere wenn die gesamte Detektoreinheit nicht geradlinig aufgebaut ist, sondern einen gekrümmten Verlauf aufweisen soll. Zu lange Moduleinheiten würden dann zu verhältnismäßig großen Abweichungen von der Idealen führen. Hierbei ist diese Moduleinheit mit wenigstens einer weiteren Moduleinheit über eine Busverbindung verbunden ist und/oder an wenigstens einer weiteren Moduleinheit beweglich gelagert. Während ersteres einen sehr einfachen Gesamtaufbau sowie einen einfachen Wechsel einzelner Moduleinheiten gewährleistet, erleichtert letzteres, dass die Moduleinheiten in einer gekrümmten Gesamtanordnung nebeneinander angeordnet werden können. Hierbei versteht es sich, dass diese beiden Ausgestal-

tungen auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung kumulativ oder alternativ die entsprechenden Vorteile zeigen.

[97] Vorzugsweise sind eine Messeinrichtung und/oder eine Korrektureinrichtung zur Messung bzw. Korrektur einer vertikalen Verlagerung von Gestell und Strahlenquelle in Bezug auf das Großobjekt bzw. in Bezug auf das Auflager vorgesehen, so dass etwaige Unterschiede, die während einer Relativverlagerung zwischen Strahlenquelle und Detektoren einerseits und Großobjekt andererseits auftreten zuverlässig erfasst und Verfälschungen des erzeugten Bildes vermieden werden können. Vorzugsweise erfolgt die Korrektur vor Eintritt in die eigentliche Bilderzeugung, so dass einerseits auch bekannt Bilderzeugungseinrichtungen zur Anwendung kommen können und andererseits die Korrektur sehr schnell und zuverlässig durchgeführt werden kann. Es versteht sich, dass derartige Messeinrichtungen bzw. Korrektureinrichtungen auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung für Durchstrahlungsscanner von Großobjekten entsprechend von Vorteil sind.

[98] Die Erfindung wird nachstehend anhand zweier Ausführungsbei-spiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Funktional gleiche oder identische Bauteile können identische Bezugsziffern tragen. Es zeigen:

Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel für eine stationär aufgebaute Durchstrahlanlage;

Figur 2 in einer perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel einer verlagerbaren Durchstrahlanlage;

Figur 3 die Anlage aus Figur 2 in einer Ansicht gemäß dortiger Kennzeichnung III-III;

Figur 4 die Anlage aus den Figuren 2 und 3 gemäß dortiger Kennzeichnung IV-IV;

Figur 5 die Anlage aus den Figuren 2 bis 4 in einer Draufsicht;

Figur 6 einen schematischen Querschnitt durch den Strahlengang;

Figur 7 eine Detailvergrößerung der Detektoreinheit aus Figur 6;

Figur 8 die Detektoreinheit nach Figur 7;

Figur 9 eine Aufsicht auf die Detektoreinheit nach Figuren 7 und 8;

Figur 10 eine einzelne Detektoreinheit aus Figur 9;

Figur 11 in einer perspektivischen Ansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel einer verlagerbaren Durchstrahlanlage;

Figur 12 in einer perspektivischen Ansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel einer verlagerbaren Durchstrahlanlage; und

Figur 13 in einer perspektivischen Ansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel einer verlagerbaren Durchstrahlanlage.

[99] Die Durchstrahlanlage 1 in Figur 1 besteht im Wesentlichen aus einem stationär aufgebautem Container 2, einem daran angeschlossenen teils bogenförmigen Rahmen 3 und einem Transportband 4.

[100] Im Container 2 sind mehrere Räume ausgebildet, nämlich zunächst ein Kontroll- oder Serviceraum für Servicepersonal, welches die Durchstrahlstation 1 bedient. Weiter ist ein Raum für eine Röntgenstrahlungsquelle ausgebildet. Schließlich ist eine Vereinzelungszelle vorhanden. Der Raum für die Röntgenquelle befindet sich unmittelbar unterhalb eines Anschlusses 5 des Gehäuserahmens 3 am Container 2. Der Kontrollraum für das Servicepersonal befindet sich hinter einem zum Transportband 4 gerichteten großen Sichtfenster 6 im Container 2. Die Vereinzelungszelle befindet sich hinter einer transportbandseitigen Ausgangstür 7 und hat an einer dem Transportband abgewandten Seite 8 des Containers 2 eine Eingangstür.

[101] Das Transportband 4 ist dazu eingerichtet, beliebige Großobjekte wie beispielsweise Lastkraftwagen 9 mit einem geladenen Transportcon-tainer 10 in eine Transportrichtung 11 durch den Bogen 3 hindurch linear vorwärts zu transportieren. Von einem Röntgenstrahlausgang 12 am Con-tainer emittiert die Röntgenquelle Röntgenstrahlung durch einen relativ zweidimensionalen Scanraum 13, welcher sich zum Brückenbogen 3 hin auffächert und letztlich den Strahlengang darstellt. Der Brückenbogen 3 besteht im Wesentlichen aus zwei horizontalen, miteinander verbundenen Brückenabschnitten 14, 15, einem Sockel 16 und einem kreisbogenabschnittförmigen Detektorbereich 17. Innerhalb des Sockelstücks 16 und des kreisbogenabschnittförmigen Detektorstücks 17 sowie je nach geometrischen Gegebenheiten auch zumindest in einem Abschnitt 15 der beiden Brückenabschnitte 14, 15 befinden sich Detektoren für die Röntgenstrahlung, die am Röntgenaustritt 12 emittiert wird. Dabei sind die vier Teile 14, 15, 16, 17 der Brücke 3 miteinander, mit einem Fundament 18 und am Anschluss 5 mit dem Container 2 jeweils starr über Anschlussflansche (exemplarisch mit 19 gekennzeichnet) miteinander verschraubt.

[102] Dabei führen die beiden Brückenteile 14, 15 vom Containeran-schluss 5 aus gegenüber der Horizontalen nach oben bis zu einem höchsten Punkt am Anschlussflansch 19. Der sich dann anschließende Bogen 17 ist so geformt, dass er zumindest im Wesentlichen einem Kreisbogen folgt, der seinen Mittelpunkt am Röntgenemitter hat. Der Sockelteil 16 des Rahmens 3 ist leicht schräg gegenüber der Lotrechten installiert, sodass seine Mittelsenkrechte zum Röntgenemitter hin gerichtet ist.

[103] Wenn nun im Betrieb der Anlage 1 der Lastkraftwagen 9 mit Durchstrahlung auf unzulässigen Inhalt geprüft werden soll, fährt der Fahrer des Lastkraftwagens 9 diesen bis zu einer Aussteigeposition 20, welche bezüglich der Transportrichtung 11 noch vor dem Scanraum 13 liegt. Er verlässt den Lastkraftwagen 9 in einer Ausstiegsrichtung 21 und folgt einem Laufpfad 22 um den Container 2 und die Strahlenquelle herum bis zur Eingangstür an der dem Transportband abgewandten Seite 8 und betritt durch diese den Vereinzelungsraum. Das Bedienpersonal der Durchstrahlanlage 1 verfügt innerhalb des

Containers 2 über Kommunikationsmittel mit dem Vereinzelungsraum. Diese können im einfachsten Falle einfach ein Sichtfenster und/oder eine Sprechanlage und/oder einen Dokumentendurchschub aufweisen. Auf diese Weise kann das Bedienpersonal der Anlage 1 einfach und sicher erkennen, dass der Fahrer des Lastkraftwagens 9 nun im Vereinzelungsraum befindlich ist.

[104] Der Vereinzelungsraum wird dann vom Servicepersonal der Anlage 1 fernverriegelt, sodass der Fahrer des Lastkraftwagens 9 den Vereinzelungsraum nicht ohne weiteres verlassen kann. Sodann aktiviert das Servicepersonal den Röntgenemitter und erzeugt damit den Scanraum 13.

[105] Die in den Teilen 16 und 17 der Brücke 3 angeordneten Detektoren (nicht dargestellt) erhalten ein schattenfreies Bild der Röntgenstrahlung und übertragen dieses über eine in den Gehäuseteilen 14, 15, 16, 17 verlaufende Verkabelung zum Container 2. Im Serviceraum werden diese Daten elektronisch aufbereitet und dem Servicepersonal der Anlage 1 optisch und/oder von einem Mikroprozessor analysiert dargestellt. Das Servicepersonal aktiviert dann das Transportband 4 in der Transportrichtung 11 und fährt auf diese Weise den Lastkraftwagen 9 in seiner gesamten Größe durch den Scanraum 13 hindurch. Während der gesamten Zeit wird dabei das Schattenbild von den Detektoren ermittelt und zum Servicepersonal übertragen.

[106] Wenn sich beim Durchleuchten kein Anhaltspunkt für unzulässige Gegenstände ergibt, öffnet das Servicepersonal die Ausgangstür 7 und gibt damit einen Einstiegpfad 23 frei. Dieser führt zu einer Einsteigeposition 24 am Transportband 4, an welcher sich der Lastkraftwagen 9 und insbesondere dessen Führerhaus 25 befinden, wenn der gesamte Lastkraftwagen 9 den Scanraum 13 passiert hat.

[107] Wenn sich verdächtige Schattenbilder zeigen, kann das Serviceper-sonal der Anlage 1 das Transportband 4 auch gegen die Hauptbewegungsrichtung 11 aktivieren und somit den Lastkraftwagen 9 zu der verdächtigen Stelle zurückfahren. Alternativ und kumulativ ist es auch möglich, mittels EDV-gespeicherter Bilder den gesamten Scanvorgang nochmals zu betrachten.

[108] Die Anlage 1 ermöglicht es also, ein vollständiges Bild des gesamten Lastkraftwagens 9 aufzunehmen, und zwar einschließlich des Führerhauses 25, des transportierten Containers 10 und aller Räder (exemplarisch mit 26 gekennzeichnet) des Lastkraftwagens. Dabei ermöglicht es der bogenförmige Abschnitt 17, ein möglichst gutes Schattenbild ohne jegliche nicht sichtbare Bereich zu erzeugen.

[109] Die Anlage 1 verfügt außerdem über (hier nicht dargestellte) Ausrüstung, um das Fahrzeug 25 und den Container 10 zu fotografieren, zu speichern und zu archivieren. Dabei können sowohl die Containernummern als auch die Zulassungskennzeichen der Zugmaschine 25 automatisiert erkannt und mitarchiviert werden.

[110] Im Serviceraum im Container 2 ist eine vollständige Infrastruktur für das Servicepersonal vorhanden, sodass das Servicepersonal nicht notwendigerweise den Serviceraum verlassen muss.

[111] Der Rahmen 14, 15, 16, 17 ist mit einem robusten Stahlgerüst versehen, und die gesamte Anlage hat eine Betongründung. Die Anlage ist also sehr stabil ausgeführt. Dabei ist sie wettergeschützt ausgeführt, sodass sie autark arbeiten kann. Die Pfade 21, 22, 23 und insgesamt die gesamte Anlage sind mit einer Beleuchtung versehen, sodass die Anlage auch nachts problemlos arbeiten kann.

[112] Der Serviceraum im Container 2 ist ausgestattet mit einem Industriecomputer, der ein spezielles Login durch das Servicepersonal erfordert. Die Bilder und alle gewonnen Daten werden automatisch gespeichert und gesichert, wobei ein Verschlüsselungsalgorithmus optional vorgesehen ist. Zur Eingabe von Daten und zum Betrachten der Scanbilder ist ein großer Farbbildschirm für das Servicepersonal vorhanden. Zudem ist ein Farblaserdrucker installiert. Die Beleuchtung im Serviceraum ist mit einem Notstromaggregat versehen, ebenso wie mit einer Klimaanlage. Die Ein- und Ausgangstür zum Serviceraum verfügt über biometrisches Erkennungssystem, beispielsweise über eine Iriserkennung und/oder eine Fingerabdruckerkennung. Zur Sicherheit des Servicepersonals können sowohl das Kommunikationsfenster zum Vereinzelungsraum als auch das Beobachtungsfenster 6 nach draußen binnen kürzester Zeit abgedeckt und verriegelt werden.

[113] Zum Strahlenschutz trägt noch bei, dass das gesamte Röntgensystem kontinuierlich von einem Computer überwacht wird. Im Falle einer Störung schaltet sich der Röntgenstrahl automatisch aus. Außerdem kann die Röntgenstrahlung manuell über einen Schalter binnen kürzester Zeit beendet werden. Gleichzeitig leuchten Warnleuchten im Bereich des Scanraums 13 auf, wann immer die Röntgenquelle aktiviert ist. Damit sich ein Mensch nicht versehentlich in den Scanraum 13 begeben kann, sind Infrarotsensoren vorgesehen, die ein solches Betreten rechtzeitig erkennen und die Röntgenquelle ausschalten können. Zudem sind überall an der Anlage 1 Überwachungskameras installiert.

[114] Für das Servicepersonal im Container 2 werden unzulässige Waren vom System automatisch farblich markiert, wobei das Servicepersonal die Möglichkeit hat, die graphische Darstellung beliebig zu vergrößern. Dabei kann auch zwischen negativer und positiver Darstellung des Bildes umgeschaltet werden. Auch können diverse andere digitale Bildfilter hinzugefügt werden.

[115] Die Auflösung des Röntgenbildes beträgt etwa 10 mm im Mittelbereich der zu inspizierenden Fracht. Dabei ist die Strahlung so hart eingestellt, dass bis zu 300 mm Stahl durchdrungen werden können. Nach Schätzungen können im Verlaufe eines Kalenderjahres problemlos 25.000 oder mehr Großobjekte gescannt werden.

[116] Die Röntgenquelle hat eine Leistung von 8 MeV. Dabei ist das Transportband 4 so eingestellt, dass mindestens 20 m Länge durch den Scanraum 13 verfahren werden können. Die Brücke 3 macht Raum für über 4 m Höhe des Durchstrahlungsraums 13. Das Transportband 14 erlaubt zudem eine Breite von mindestens 3 m für das zu scannende Großobjekt. Der niedrigste Scanstrahl verläuft exakt an der Oberfläche des Transportbandes 14.

[117] Im Detail sind innerhalb des bogenförmigen Abschnitts 17 mehrere Detektoren jeweils an einer geraden Detektorleiste angeordnet. Die Detektorleisten selbst sind dann innerhalb des Gehäuses des bogenförmigen Abschnitts 17 so ausgerichtet, dass jeweils ihre Mittelsenkrechten zur Röntgenquelle hin gerichtet sind. Die einzelnen Detektorleisten befinden sich in einer Schiene innerhalb des Gehäuses 17. Sie sind am Schienensystem nicht punktuell verbunden, sondern werden einseitig oder beidseitig von Federkraft zusammengepresst. Dies bewirkt, dass selbst bei einer Wärmeausdehnung des Gehäuses 17 die Detektorleisten nach wie vor zwischen den Federn zusammengepresst werden, ohne dass sich ein Spalt zwischen den einzelnen Detektorleisten bildet.

[118] Am Anschluss 18 des Bogens 3 zum Fundament kann vorteilhaft auch ein Auflager mit zwei stabilisierenden Rollen vorgesehen sein. Die Brücke 3 ist starr am Container 2 angeschlossen, sodass sich bei einer Wärmeausdehnung Spannungen bilden können. Wenn der Bogen am Auflager 18 auf Rollen gelagert ist, werden diese Spannungen abgebaut. Dennoch vollzieht der Bogen 3 jede Bewegung der Röntgenquelle mit, beispielsweise wenn sich der Boden etwas senkt.

[119] Dabei ist der Verlauf der Brücke 3 hinsichtlich aller vier Teile 14, 15, 16, 17 nicht genau senkrecht zur Transportrichtung 11, sondern weicht um etwa 8 ° hiervon ab. Dies hat den Vorteil, dass Stirnflächen der Ladung schräg durchstrahlt werden können.

[120] Konstruktiv wird für den Serviceraum ausschließlich gefilterte Luft bereitgestellt, um die Sicherheit des Servicepersonals weiter zu erhöhen. Oberhalb der Röntgenquellenbehausung ist außerdem ein zweites Dach über dem Container 2 vorgesehen, um direkte Sonneneinstrahlung auf die Röntgenquellenbehausung auszuschließen.

[121] Die zweite Anlage 30 in Figuren 2 bis 5 besteht wiederum im Wesentlichen aus einem Container 31 mit Röntgenquellenemitter, Serviceraum und Vereinzelungsraum. Anders als bei der stationären Ausführung in Figur 1 ist die Station in den Figuren 2 bis 6 allerdings verlagerbar ausgeführt und hierzu über Räder 32, 33 auf zwei Schienen 34, 35 gelagert. Somit kann der Container 31 entlang einer Verfahrrichtung 36 widerstandsarm und sehr gleichmäßig verfahren werden.

[122] Die Röntgenquelle strahlt durch Kollimatoren 51 unterhalb einer Brücke 37 durch einen Scanraum 38 hin zu einem großen bogenförmigen Gestellabschnitt 39, welcher Äquidistant um die Röntgenquelle herum von einem höchsten Punkt 19 bis auf Höhe einer Transportplattform 40 verläuft. Die Plattform 40 ist bezüglich der Vertikalen höher als die Röntgenquelle und als die untersten Detektoren (nicht dargestellt) im bogenförmigen Abschnitt 39.

[123] Der Bogen 39 führt zu einem Tragewagen 41, welcher über zwei Räder (nicht dargestellt) auf einer einfachen Schiene 42 aufgelagert ist. Jenseits des Bogens 39 und des Hilfswagens 41 ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine stationäre Strahlenschutzwand 43 aufgebaut.

[124] Von einer Aussteigeposition 20 an der Plattform 40 führt ein Laufsteg 44 um den Container 31 herum zum Eingang des Vereinzelungsraums. Vom Ausgang des Vereinzelungsraums führt ein zweiter Laufsteg 45 zurück zur Plattform 40.

[125] Oberhalb des Containers 31 ist ein zweites Dach 46 zum Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung vorgesehen. Dieses steht gegenüber dem Con-tainer 31 seitlich über, um auch vor leicht schräg stehender Sonne zu schützen.

[126] Die Laufstegbrücken 44, 45 liegen auf der Plattform auf, sind allerdings am Container 31 angeschlossen, sodass sich bei einer Verlagerung des Containers 31 entlang der Verlagerungsrichtung 36 die gesamte Konstruktion aus Container 31, Laufstegen 44, 45, Strahlenquelle mit Kollimator 51 sowie Brücke 37, Detektionsbogen 39 und Hilfswagen 41 in der Bewegungsrichtung 36 als eine Einheit bewegt. Dabei steht die Brücke 37 gegenüber der Verlagerungsrichtung 36 und somit auch gegenüber einer Haupterstreckungsrichtung 48 der Plattform 40 in einem Winkel 49 von etwa 10 ° in der Horizontalen gedreht.

[127] Die zu scannende Ladung bzw. der zu scannende Lastkraftwagen (nicht dargestellt) befindet sich durch die Plattform 40 auf einer höheren horizontalen Ebene als der unterste Röntgenstrahlverlauf im Scanraum 38, sodass das zu scannende Großobjekt vollständig durchleuchtet wird. Dabei ist der Röntgenstrahl horizontal so weit gebündelt, dass dieser höchstens die doppelte Breite der Detektorleiste 39 erreicht. Alternativ oder kumulativ zur festen Strahlenschutzwand 43 kann auch eine mitfahrende Röntgenstrahlenschutzwand vorgesehen sein.

[128] Beim Beginn eines Durchstrahlungsscans bewegt sich das System vollautomatisch, geht automatisch in die Ausgangsposition zurück und stellt seine Fahrgeschwindigkeit automatisch ein. Insgesamt ist nur eine Person für die Bedienung der Anlage 30 notwendig. Die Übergabe der erfassten Daten an das Bildverarbeitungssystem erfolgt automatisch.

[129] Die Software sorgt dabei dafür, dass von den Detektorleisten Daten empfangen und in Bilder importiert werden. Dort berechnet die Software Verzerrungen automatisch um und setzt Falschfarbenfilter und Kontrastfilter ein.

[130] Um möglichst viele beim Durchleuchten erkennbare Gegenstände eindeutig zuordnen zu können, setzt die Software automatische Konturerkennungsfilter ein. In einer Datenbank sind zahlreiche Konturen gespeichert, und zwar komplett oder in Teilen.

[131] Außerdem setzt die Software automatische Materialerkennungsfilter ein. Die Materialkennungen befinden sich ebenfalls in Teilen oder komplett in einer Datenbank.

[132] Alle erfassten Bilder der Detektoren werden in einer Datenbank gespeichert, und zwar zusammen mit Identifikationsnummern der einzelnen Scanvorgänge und Zeitstempeln. Auch werden alle Ergebnisse der Bildbearbeitungssoftware mit Identifikationsnummern und Zeitstempeln in der Datenbank gespeichert. Bei jedem Scannen werden zusätzlich die Daten der bedienenden Serviceperson sowie etwaiger weiterer Personen gespeichert, die entscheidungsverantwortlich dafür sind, ob ein zu scannendes Großobjekt beanstandet wird oder nicht. Hierzu muss sich das gesamte Servicepersonal eindeutig vor Aktivierung der Bildbearbeitungssoftware identifizieren.

[133] Das System verfügt außerdem über eine Software, welche die komplette Bewegungskontrolle der Anlage übernimmt. Die Kennzeichnungsdaten von Fracht und/oder Lastkraftwagen werden dabei von der Software optisch aufgenommen und automatisch erkannt. Diese werden ebenfalls mit Identifikationsnummern und Zeitstempeln in der Datenbank gespeichert. Wenn in der Fracht oder am Lastkraftwagen Funkdatenträger vorhanden sind, entweder aktiv oder passiv in Form von Transpondern, kann die Software auch diese aufnehmen und mit in der Datenbank speichern.

[134] Nach Möglichkeit werden zudem biometrische Daten der Lastkraftwagenfahrer oder des übrigen Bedienpersonals der Großobjekte aufgenommen, beispielsweise Irisbilder oder Fingerabdruckdaten. Diese werden ebenfalls mit in der Datenbank gespeichert, sofern dies datenrechtlich zu-lässig ist. Außerdem kann die Software die Daten von Ausweisdokumenten optisch aufnehmen, automatisch erkennen und diese mit in der Datenbank speichern. Wenn die Identifikationsdokumente entsprechend ausgerüstet sind, ist die Software auch in der Lage, Personalausweisdaten und/oder Reisepassdaten und/oder sonstige Ausweisdaten per Funk einzulesen.

[135] In einer Datenbank können die persönlichen und/oder die biometrischen Daten des Bedienpersonals der zu scannenden Großobjekte und/oder Frachtdaten vorhanden sein, sodass die Software in der Lage ist, diese abzugleichen. Falls die Daten nicht stimmig sind und/oder wenn eine Gefahr hinsichtlich

des Bedienpersonals besteht und/oder wenn ein potenziell un-zulässiges Objekt im zu scannenden Großobjekt entdeckt wird, gibt die Software eine Warnung heraus. Optional wird das Bedienpersonal des zu scannenden Großobjekts automatisch in dem Vereinzelungsraum gesichert, bis Sicherheitspersonal und/oder ein Vertreter der Exekutive eintrifft.

[136] Anhand der zu prüfenden Fracht, beispielsweise erkennbar anhand der Frachtpapiere, können die Scanparameter im Übrigen automatisch von der Software eingestellt werden. Die Software kann überdies in der Lage sein, die Scananlage zu kritischen Punkten der Ladung zu verfahren und dort beispielsweise mit geringerer Geschwindigkeit nochmals entlang zu fahren.

[137] Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sämtliche Aspekte der vorliegenden Erfindung sowohl auf Schienensystemen als auch auf Rollen- oder Reifensystemen und ebenso statisch vorteilhaft eingesetzt werden können.

[138] Insgesamt lassen sich mit der vorgestellten Erfindung erhebliche Sicherheitsgewinne erzielen.

[139] Wie anhand Figur 6 schematisch dargestellt, werden die Scannräume 13, 38, in welchen beispielsweise Lastkraftwagen 25 oder Container 10 zu finden sind, von einem Hauptstrahl 52 durchstreift, welcher von einer Strahlenquelle 50 ausgehend Detektoren 56 erreicht, die in dem Gestell 3, 39 angeordnet sind. Hierbei umfasst die Strahlenquelle 50 einen eigentlichen Ausgangspunkt 55 für die Strahlung, welcher innerhalb einer Abschirmung 57 angeordnet ist, die der Strahlengang, und insbesondere auch der Hauptstrahl 52, durch eine Öffnung 58 verlassen kann, wobei die Strahlenquelle 50 des Weiteren einen Quellenkollimator 53 aufweist, welcher um die Öffnung 58 herum angeordnet ist und Streustrahlung verhindern soll. Derartige Strahlenquellen 50 sind an sich hinreichend aus dem Stand der Technik bekannt und in dieser Ausgestaltung ohne Weiteres erhältlich. Unmittelbar im Anschluss an den Quellenkollimator 53 sind bei den vorgeschlagenen Ausführungsbeispielen Serienkollimatoren 51 angeschlossen, welche den Strahlengang zusätzlich begrenzen, so dass dieser auch bei sehr großen Weglängen nicht zu sehr aufweitet. Hierbei umfassen die Serienkollimatoren 51 Teilkollimatoren 54, die durch eine gemeinsame Wandung 59 miteinander verbunden sind. Diese Wandungen 59 sind im Wesentlichen parallel zum Hauptstrahlengang 52 ausgerichtet.

[140] Sowohl die Teilkollimatoren 54 als auch die Wandungen 59 umfassen Materialien, die eine strahlungsdämmende Wirkung haben. So können diese beispielsweise aus Blei gebildet und/oder mit strahlungsdämmendem Sand gefüllt sein.

[141] Schon ein unmittelbarer Vergleich mit dem Quellenkollimator 53 zeigt, dass ein derartiger Serienkollimator 51 bei gleicher Baulänge parallel zum Strahlengang wesentlich weniger Oberflächenantei-

le 60 aufweist, welche den Strahlengang begrenzen. Auf diese Weise lässt sich der Anteil an Strahlen, der an diesen Oberflächen 60 bzw. entsprechenden inneren Strukturen reflektiert und mithin nicht in geeigneter Weise abgeschirmt wird, erheblich reduzieren. Strahlen, die zwar ebenfalls in einem Winkel den Quellenkollimator 53, jedoch die parallel zum Strahlengang ausgerichteten Oberflächen 60 der Teilkollimatoren nicht tangieren, können dann von den im Wesentlichen senkrecht zum Strahlengang ausgerichteten Wandungen 61 der Teilkollimatoren abgeschirmt werden.

[142] Darüber hinaus bilden die Wandungen 61 und 62 der Teilkollimatoren sowie die strahlungsdämmende Wandung 59 der Serienkollimatoren 51 Strahlenfallen, die nur sehr schwer von Strahlen wieder verlassen werden können, wenn diese einmal hierein gelangt sind. Dieses gilt insbesondere hinsichtlich Strahlen, welche die Strahlenfallen parallel zum Hauptstrahlengang 52 verlassen wollen.

[143] Wie aus Figur 6 ersichtlich, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die Detektoren 56, die vorliegend aus einzelnen Szintilantorkristallen mit zugehörigen lichtempfindlichen Dioden gebildet sind, unmittelbar dem Strahlengang ausgesetzt und von einer Bleiabschirmung 65 mit einer schlitzartigen Öffnung 66 umgeben. Auf der dem Strahlengang abgewandten Seite der Beiabschirmung 66 ist noch eine Abschirmung 67 aus abschirmendem Sand vorgesehen, wie Figur 7 zeigt. Hierzu ist der Rahmen bzw. das Gestell 3, 39 entsprechend als Hohlrahmen ausgebildet und weist eine Wandung 68 auf, die bei diesem Ausführungsbeispiel im Wesentlichen die Form eines umrandeten U darstellt. Dieses U umschließt die Bleiabschirmung 65 auf der dem Strahlengang abgewandten Seite. Hierbei versteht es sich, dass ein derartiger mit abschirmendem Sand gefüllter Hohlkörper als freitragende Detektorrückseite auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung vorteilhaft ist.

[144] Die Detektoren 56 sind auf Detektormodulen 70 angeordnet, welche in einer T-förmigen Ausnehmung 71 der Bleiabschirmung gelagert sind, was dazu führt, dass die Bleiabschirmung 65 seitlich des Spaltes 66 über die Detektormodule 70 kragende Bereiche 72 aufweist, welche die Detektormodule 70 weitgehend gegen Strahlung schützen. Durch die T-förmige Ausnehmung 71, deren Mittelbalken letztlich den Spalt 66 darstellt, können andererseits die Detektoren 56 ohne weiteres in Richtung auf die Strahlenquelle 50 exponiert werden. Hierbei versteht es sich, dass in einer alternativen Ausführungsform auch eine schützende aber weitgehend strahlendurchlässige Abdeckung vor den Detektoren vorgesehen sein kann.

[145] Je nach konkreter Ausführungsform werden die Detektormodule unmittelbar durch die Bleiabschirmung geführt und gehalten, wobei in einer alternativen Ausführungsform noch eine separate Führung für die Detektormodule innerhalb der Abschirmung vorgesehen sein kann. Die Module können bei einer derartigen Ausgestaltung ohne weiteres längst der Ausnehmung 71 (senkrecht zur Zeichenebene der Figuren 6 bis 8) innerhalb der Ausnehmung 71 verschoben werden, so dass sie einer Kurvenform bzw.

einer ähnlichen Krümmung der Rahmenkonstruktion bzw. des Gestells 3, 39 ohne weiteres folgen können. Dieses gilt insbesondere dann, wenn die einzelnen Module nebeneinander beweglich angeordnet sind – und beispielsweise lediglich durch eine Kabelverbindung oder Ähnliches untereinander verbunden sind. Hierbei versteht es sich, dass eine derartige Gleitführung von Detektormodulen innerhalb einer Abschirmung auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung vorteilhaft ist.

[146] Vorzugsweise sind die einzelnen Detektormodule untereinander über eine Busverbindung, beispielsweise einem Ethernetbus, eine serielle Busverbindung oder Lichtleitfaserverbindung, miteinander verbunden, so dass Informationen seriell entlang der einzelnen Detektormodule übertragen und am Ende der gesamten Detektoreinheit ohne Weiteres ausgelesen werden können.

[147] Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel sind die Detektoren 56 unmittelbar auf Standartsockeln 73 angebracht, die ihrerseits in entsprechende Standartsteckverbindungen auf einer Zwischenträgerplatine 74 eingesteckt werden können. Hierbei wird bei vorliegendem Ausführungsbeispiel auf jegliche elektronische oder logische Baugruppen zwischen den Standartsockeln 73 und den Detektoren 56 verzichtet. Die Messsignale der Detektoren 56 laufen somit unmittelbar von den Detektoren 56 über die Steckkontakte 75, welche durch die Sockelleisten 73 und die Standartstecker gebildet werden, auf die Zwischenplatine 74, wo sie unmittelbar in als Integratoren ausgebildeten Operationenverstärker 76 geleitet werden. Diese Integratoren stellen somit die ersten elektronischen Bauteile dar, welchen Signale aus den Detektoren 56 begegnen. Hierbei kommen bei diesem Ausführungsbeispiel handelsübliche Integratoren zur Anwendung, die aus jeweils entsprechend verschalteten Operationsverstärkerpaaren bestehen, so dass jeder Integrator 76 die Signale zweier Detektoren 56 verarbeiten kann. Je Zwischenplatine 74 sind acht Integratoren 76, und zwar vier Integratoren 76 auf einer Vorderseite und vier Integratoren 76 auf einer Rückseite der Zwischenplatine 74, vorgesehen. Dieses bedeutet, dass je Zwischenplatine 74 ohne Weiteres sechzehn Detektoren 56 bedient werden können, was bei vorliegendem Ausführungsbeispiel zu einer vertretbaren Länge der Zwischenplatinen 74 (die Länge bezeichnet sich vorliegend senkrecht zur Zeichenebene der Figuren 6 bis 8) führt.

[148] Wie unmittelbar aus Figur 7 ersichtlich, sind die Integratoren 76 in Strahlrichtung gesehen, hinter der Bleiabschirmung 65, insbesondere hinter den Bereichen 72 angeordnet, so dass eine Schädigung dieser elektrischen Baugruppen durch die Strahlen der Strahlenquelle 50 minimiert werden kann.´

[149] Die Zwischenplatine 74 ist darüber hinaus mit Standartsteckern 77 versehen, die eine Steckverbindung zu einer Hauptplatine 78 gewährleisten, auf welcher nunmehr auch logische Baugruppen sowie Analog-Digital-Wandler (nicht dargestellt) angeordnet sind. Es versteht sich hierbei, dass auch diese elektronischen bzw. logischen Baugruppen im Strahlenschatten der Bleiabschirmung 65 bzw. der Berei-

che 72 angeordnet sind, um eine Schädigung auch dieser Baugruppen durch die Strahlung möglichst zu minimieren.

[150] Bei diesem Ausführungsbeispiel laufen somit die von den Operationsverstärkern der Integratoren 76 verstärkten Signale der Detektoren 56 unmittelbar über die Steckverbindung 77 auf die Hauptplatine. Die Zwischenplatine weist somit keine logischen Baugruppen auf. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass zwischen den verstärkenden Baugruppen, nämlich den Integratoren 76, und den Baugruppen, welche diese Signale weiter verarbeiten, äußerst kurze – und insbesondere annähernd gleich lange, Wege vorgesehen sein können, was durch die dreidimensionale Struktur aus Zwischenplatine 74 und Hauptplatine 78 möglich wird. Darüber hinaus hat diese Anordnung unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung den Vorteil, dass die Wege, welche analoge Signale durchlaufen müssen, minimiert werden können.

[151] Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel entspricht die Länge der Hauptplatinen 78 der Länge der Zwischenplatinen 74, so dass sich jeweils Detektormodule mit sechzehn Detektoren 56 ergeben. Diese können, wie in Figur 9 exemplarisch dargestellt, innerhalb der T-förmigen Ausnehmung 71 ohne weiteres übereinander gesteckt werden, wobei schon durch die Gravitation die jeweiligen Detektormodule 74 unmittelbar zur Anlage kommen. Hierbei können die einzelnen Detektormodule 70 einer Krümmung der gesamten Detektoreinheit bzw. des Gestells 3, 39 unmittelbar folgen, wobei insbesondere bei der vorliegend favorisierten Konkavkrümmung die Detektoren 56 zweier Detektormodule 70 nahtlos aneinander stoßen werden, während zwischen den Platinen 74, 78 aufgrund der Krümmung ein kleiner Spalt 79 verbleiben wird. Auf diese Weise kann selbst bei einer thermischen Expansion der Gesamtanordnung gewährleistet werden, dass grundsätzlich immer Detektor 56 an Detektor 56 liegt, so dass ein Bild auch unter derartigen Bedingungen nicht verzerrt wird, obgleich sind gegebenenfalls die Auflösung ändern kann.

[152] Je nach konkreter Ausgestaltung ist eine Verbindung zwischen den einzelnen Platinen nicht zwingend notwenig. Vorteilhaft ist es jedoch, wenn die einzelnen Platinen durch ein Bussystem untereinander verbunden sind, so dass Messergebnisse ohne Weiteres und betriebssicher zu einer Zentrale übertragen werden können, wobei dieses vorzugsweise entlang der Platinen geschieht. Je nach konkreten Erfordernissen können die Platinen, insbesondere die Hauptplatinen 78 untereinander beispielsweise durch Drahtverbindungen oder Ähnliches gelenkig verbunden sein. Eine derartige gelenkige Verbindung kann beispielsweise auch durch eine geeignete Perforation oder eine sonstige Materialschwächung realisiert werden. Sind die Krümmungen nicht sehr stark, so können auch beispielsweise mehrere Zwischenplatinen 74 auf einer einzigen Hauptplatine 78 zusammengefasst werden, die dann entsprechend größer

ausgebildet ist – und gegebenenfalls eine leichte Gelenkigkeit durch die vorstehend beschriebenen Materialschwächungen an geeigneten Stellen aufweist.

[153] Wie insbesondere anhand der Figur 7 unmittelbar ersichtlich, kann ein Detektormodul 56 ohne weiteres auch durch den Spalt 66 hindurch ausgewechselt werden. Ein Wechsel der Platinen ist hingegen etwas aufwendiger, da diese aus der Schiene bzw. der T-förmigen Aufnehmung 71 der Bleiabschirmung 65 herausgeschoben werden müssen. Da die elektronischen bzw. logischen Baugruppen jedoch hinter der Abschirmung 65 angeordnet sind, ist die Schädigung dieser Baugruppen durch die Strahlung minimiert, wohingegen die Detektoren 56 hervorragend exponiert sind und somit äußerst genau messen können – und gleichzeitig sehr einfach ausgewechselt werden können, wenn sie, insbesondere durch die Strahlung bedingt, ausfallen sollten.

[154] Bei dem in Figur 11 dargestellten Ausführungsbeispiel fährt ein Fahrzeug, beispielsweise ein Container oder ein ganzer LKW, auf Rädern 85 auf einem ebenen Boden 83 parallel zu einem Auflager 86, wobei das Auflager 86 derart erhöht ist, dass letzteres innerhalb des Strahlenganges einer Strahlenquelle 50 angeordnet ist. Die Strahlenquelle 50 ist starr an einem Tragarm 80 angeordnet und an dem Wagen über ein Gelenk 87 drehbar gelagert. An dem der Strahlenquelle 50 abgewandten Ende des Armes 80 ist ein Träger 88 für eine Detektorleiste 81, wie sie vorstehend beschrieben wurde, angeordnet, der seinerseits über einen Hilfswagen 89, welcher Räder 84 aufweist, ebenfalls auf dem Boden 83 verfahren werden kann.

[155] Diese Anordnung weist einen Winkelmesser 90 auf, der eingehende Signale 91, die eigentlich von den Detektoren einer Bilderzeugung 92 zugeleitet werden sollen, in einer Korrektureinrichtung 93 vor Eingang in die Bilderzeugung 92 entsprechend des Winkels korrigieren. Sollte bei dieser Anordnung mithin der Hilfswagen 89 ein Hindernis überfahren, so führt dieses zu einer Winkeländerung des Armes 80, jedoch nicht zu einer Relativverlagerung zwischen der Strahlenquelle 50 und den Detektoren in der Detektorleiste 81, so dass eine Bildkorrektur sehr zuverlässig entsprechend durchgeführt werden kann. Dadurch, dass die Korrektureinrichtung 93 vor Eingang in die Bilderzeugung 92 angeordnet ist, ist der Korrekturvorgang sehr einfach. Insbesondere braucht auch die Bilderzeugung nicht gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Bilderzeugungen modifiziert zu werden.

[156] Wie unmittelbar ersichtlich, kann durch den Winkelmesser 90 bzw. durch die Korrektureinrichtung 93 eine vertikale Verlagerung von Gestell 80, 88 und Strahlenquelle 50 in Bezug auf ein Großobjekt bzw. in Bezug auf das Auflager 86 gemessen bzw. korrigiert werden.

[157] Das Ausführungsbeispiel nach Figur 12 entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel nach Figur 11, so dass identisch wirksame Baugruppen auch identisch beziffert sind. Allerdings umfasst

diese Anordnung einen an sich über Hydrauliken 95 kippbaren Arm 96, 97, dessen Gelenkstellen jedoch über Bolzen 89 festlegbar sind. Auf diese Weise ist das Gestell während des Betriebes als starr anzusehen.

[158] Die Anordnung nach Figur 12 weist darüber hinaus zwei Messeinrichtungen 99 auf, welche ihrerseits Signale zu der Korrektureinrichtung 93 senden, wenn die Anordnung über einen unebenen Boden fährt, so dass eine entsprechende vertikale Verlagerung ohne Weiteres gemessen und korrigiert werden kann.

[159] Auch die Anordnung nach Figur 13 entspricht im Wesentlichen der Anordnung nach Figur 11, so dass auch hier identisch wirksame Baugruppen identisch beziffert sind. Allerdings lagert hier der Tragarm 100 starr an dem Wagen 82. Darüber hinaus messen Messeinrichtungen 101 eine Abweichung der Strahlenquelle 50 bzw. der Detektoren in der Detektorleiste 81 von dem Auflager 86, so dass selbst nachträglich sich bildende Unebenheiten in dem Boden 83 das Messergebnis nicht verfälschen können.

Patentansprüche:

1. Durchstrahlungsscanner (1; 3) für Großobjekte (9, 25) wie beispielsweise Container, Eisenbahnwagons oder Lastkraftwagen (9, 25), mit wenigstens einer seitlich angeordneten Strahlenquelle (12) und wenigstens einem Detektor (3, 17; 39), zwischen welchen Strahlen (13; 38) entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager (4; 40) für das Großobjekt (9, 25), ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Auflager (4; 0) für das Großobjekt (9, 25) innerhalb des Strahlenganges (13; 38) angeordnet ist.

2. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 1, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang wenigstens einen horizontalen Strahlenverlauf aufweist, der unterhalb des Auflagers vorgesehen ist.

3. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 1 oder 2, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle in und/oder unterhalb einer das Auflager beinhaltenden Ebene angeordnet ist.

4. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Auflager einen Lineartransport (4, 11) für die Großobjekte umfasst oder als solcher ausgebildet ist.

5. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle und der Detektor linear, vorzugsweise auf Schienen (34, 35, 42), verlagerbar sind.

6. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang außerhalb eines Gebäudes vorgesehen ist.

7. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 6, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** hinter dem Detektor von der Strahlenquelle aus gesehen ein mitfahrender Strahlenschutz, beispielsweise eine mitfahrende Betonmauer, vorgesehen ist.

8. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle (50) und der Detektor (39) über eine Brücke (3, 14, 15, 16, 17; 37, 39) miteinander verbunden und auf Schienen (34, 35, 42) mittels eines eigenen Antriebs verlagerbar sind.

9. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 5 oder 8, ***gekennzeichnet durch*** die Schienen umgreifende Sicherungsklammern.

10. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 5, 8 oder 9, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle auf einem Wagen angeordnet ist, der unabhängig von einer Brücke selbststehend gelagert ist.

11. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 10, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Detektor an einer Brücke gelagert ist, die einerseits an dem stabilen Wagen und andererseits an einem Hilfswagen (41), der auf genau einer Schiene verlagerbar gelagert ist, befestigt ist.

12. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 11, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Hilfswagen über zwei Räder auf der Schiene läuft.

13. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 11, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Hilfswagen nicht angetrieben ist.

14. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***gekennzeichnet durch*** einen Sicherungsraum (7) für Bedienpersonal des Großobjektes (9, 25) außerhalb des Scanvolumens (13; 38), vorzugsweise baulich integriert (2; 31) mit dem Durchstrahlungsscanner.

15. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 14, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Sicherungsraum und/oder ein Serviceraum für Servicepersonal gemeinsam mit der Strahlenquelle bzw. dem Detektor verlagerbar ist.

16. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 15, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle, der Serviceraum und der Sicherungsraum in einem auf Schienen verfahrbaren Container angeordnet sind.

17. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 15 oder 16, ***gekennzeichnet durch*** eine mit dem Sicherungsraum verlagerbare Laufbrücke (44) zwischen dem Auflager und dem Sicherungsraum.

18. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, insbesondere nach einem der Ansprüche 14 bis 17, ***dadurch gekennzeichnet,***

dass für das Bedienpersonal außerhalb des Strahlengangs (13; 38) ein Pfad (21, 22, 23; 44, 45) um die Strahlenquelle herum durch einen Sicherungsraum (7) vorgesehen ist.

19. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 14 bis 18, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle erst aktiviert werden kann, wenn das Bedienpersonal in dem Sicherungsraum befindlich ist.

20. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 14 bis 19, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Sicherungsraum kugel-, schuss- und/oder schlagsicher ausgebildet ist.

21. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***gekennzeichnet durch*** einen autarken Stromgenerator.

22. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren im Wesentlichen entlang eines Bogens (17; 39), vorzugsweise entlang eines Kreisbogens (39), angeordnet sind, insbesondere senkrecht zum Strahlengang und gemeinsam mit der Strahlenquelle verlagerbar.

23. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 22, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren an einem bogenförmigen, vorzugsweise an einem kreisbogenförmigen Gestell angeordnet sind.

24. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 22 oder 23, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren in geradlinigen Detektorleisten, deren Mittelsenkrechten im Wesentlichen auf die Strahlenquelle ausgerichtet sind, angeordnet sind, vorzugsweise mit einer Abweichung unter 15 °.

25. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 22 bis 24, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren in geradlinigen Detektorleisten, deren Mittelpunkte im Wesentlichen äquidistant von der Strahlenquelle beabstandet sind, angeordnet sind.

26. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen

können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***gekennzeichnet durch*** Ausgleichsmittel gegen eine thermische Expansion.

27. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 26, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Ausgleichsmittel Detektorschienen umfassen, die an einem Gestell vorgesehen sind und auf welchen die Detektoren verlagerbar angeordnet sind, wobei vorzugsweise Federmittel vorgesehen sind, welche parallel zu den Detektorschienen auf die Detektoren wirksam sind.

28. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 27, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Gestell starr mit der Strahlenquelle verbunden ist.

29. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 26 bis 28, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren in Detektorleisten angeordnet sind, welche über die Ausgleichsmittel an einem Gestell angeordnet sind.

30. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 26 bis 29, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Ausgleichsmittel temperaturstabile Abstandshalter, beispielsweise ein Gehäuse der Detektorleisten, aufweisen.

31. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 26 bis 29, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Ausgleichsmittel ein thermisch isolierendes Gehäuse (14, 15, 16, 17; 37, 39) für die Detektoren bzw. für die Detektorleisten umfassen.

32. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***gekennzeichnet durch*** ein gemeinsames Gehäuse (14, 15, 16, 17; 37, 39) für die Detektoren bzw. für Detektorleisten, in denen die Detektoren angeordnet sind.

33. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 31 oder 32, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Gehäuse eine thermische Isolation umfasst.

34. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 31 bis 33, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Gehäuseinnere klimatisiert, insbesondere aktiv klimatisiert, ist.

35. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 32 bis 34, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Gehäuse an einem Gestell angebracht ist.

36. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***gekennzeichnet durch*** ein Gestell (14, 15, 16, 17; 37, 39) für die Detektoren, welches im wesentlichen starr (19) mit der Strahlenquelle (50) verbunden ist.

37. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 36, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Gestell bis auf einen thermischen Ausgleich starr mit der Strahlenquelle verbunden ist.

38. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 36 oder 37, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren bis auf einen thermischen Ausgleich starr mit dem Gestell verbunden sind.

39. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 36 bis 38, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Detektoren und die Strahlenquelle linear entlang eines Weges bezüglich des Großobjektes verlagert werden können und das Gestell horizontal um einen Winkel (49) kleiner 90 ° bezüglich des Weges (11; 48) schräg angeordnet ist.

40. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 36 bis 39, ***gekennzeichnet durch*** eine Messeinrichtung (90, 99, 101) zur Messung einer vertikalen Verlagerung von Gestell und Strahlenquelle in Bezug auf das Großobjekt bzw. in Bezug auf das Auflager.

41. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 36 bis 40, ***gekennzeichnet durch*** eine Korrektureinrichtung (93) zur Korrektur einer vertikalen Verlagerung von Gestell und Strahlenquelle in Bezug auf das Großobjekt bzw. in Bezug auf das Auflager.

42. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 41, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Korrektureinrichtung (93) vor Eingang in eine Bilderzeugung (92) angeordnet ist.

43. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und einer Vielzahl an Detektoren, wobei Strahlen zwischen der Strahlenquelle und den Detektoren entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang horizontal um einen Winkel (49) kleiner 90 ° bezüglich des Weges (11; 48), entlang des-

sen die Detektoren und die Strahlenquelle bezüglich des Großobjektes verlagert werden können, schräg ist.

44. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 43, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang in einer vertikalen Ebene angeordnet ist.

45. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle in einem Standardcontainer, vorzugsweise in einem 20 Fuß-Container bzw. in einem 40 Fuß-Container, angeordnet ist.

46. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 45, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** ein Serviceraum für Servicepersonal des Durchstrahlungsscanners und/oder ein Sicherungsraum für Bedienpersonal des Großobjektes, wie beispielsweise einen LKW-Fahrer oder einen Lokführer, in dem Container angeordnet sind.

47. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 45 oder 46, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Container auf Schienen fahrbar ist.

48. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 45 bis 47, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle in einem separaten Raum des Containers angeordnet ist.

49. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 48, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der separate Raum bis auf einen Austrittsspalt für den Strahlengang abgeschirmt ist.

50. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 45 bis 49, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle bis auf einen Austrittsspalt für den Strahlengang abgeschirmt ist.

51. Durchstrahlungsscanner für Großobjekte, wie beispielsweise Container, Eisenbahnwaggons oder Lastkraftwagen, mit wenigstens einer Strahlenquelle und wenigstens einem Detektor, zwischen welchen Strahlen entlang eines Strahlenganges laufen können, sowie mit einem Auflager für das Großobjekt, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle derart abgeschirmt, gebündelt und/oder gerichtet (51) ist, dass auf Höhe des Detektors bzw. auf Höhe wenigstens einer Detektorleiste die Strahlbreite nicht mehr als doppelt so breit wie der Detektor bzw. die Detektorleiste ist.

52. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 51, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle und der Detektor beweglich angeordnet sind und hinter dem Detektor von der Strahlenquelle aus gesehen ein mitfahrender Strahlenschutz, beispielsweise eine mitfahrende Betonmauer, vorgesehen ist.

53. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle (50) und der Detektor beweglich angeordnet sind und hinter dem Detektor von der Strahlenquelle aus gesehen ein ortsfester Strahlenschutz, beispielsweise eine Betonmauer, vorgesehen ist.

54. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Strahlenquelle (50) eine Röntgenquelle, eine γ-Strahlenquelle und/oder eine Neutronenquelle ist.

55. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang (Scanraum 13, 38) einen Serienkollimator (51) passiert.

56. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 55, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Serienkollimator (51) im Strahlengang hinter einem Quellenkollimator (53) angeordnet ist.

57. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 56, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Serienkollimator (51) unmittelbar an den Quellenkollimator (53) anschließt.

58. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Strahlengang wenigstens eine Strahlenfalle streift.

59. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der wenigstens eine Detektor (56) auf einem logikfreien Detektormodul angeordnet ist, welches zerstörungsfrei lösbar mit einem Träger verbunden ist.

60. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 59, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Detektormodul elektronikfrei ausgebildet ist.

61. Durchstrahlungsscanner nach Anspruch 59 oder 60, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** das Detektormodul nicht mehr als 32 Detektoren (56), vorzugsweise nicht mehr als 16 Detektoren (56), aufweist.

62. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 59 bis 61, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Verbindung des Detektormoduls zu seinem Träger eine Steckverbindung ist.

63. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 59 bis 62, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Steckverbindung elektrisch leitend ausgebildet ist.

64. Durchstrahlungsscanner nach einem der Ansprüche 59 bis 63, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Träger ein logikfreier Zwischenträger ist, der auf einem Hauptträger mit einer Messelektronik angeordnet ist.

65. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der wenigstens eine Detektor (56) auf einer Moduleinheit mit nicht mehr als 32 Detektoren (56), vorzugsweise nicht mehr als 16 Detektoren (56), angeordnet und diese Moduleinheit mit wenigstens einer weiteren Moduleinheit über eine Busverbindung verbunden ist.

66. Durchstrahlungsscanner nach einem der vorstehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der wenigstens eine Detektor (56) auf einer Moduleinheit mit nicht mehr als 32 Detektoren (56), vorzugsweise nicht mehr als 16 Detektoren (56), angeordnet und diese Moduleinheit an wenigstens einer weiteren Moduleinheit beweglich gelagert ist.

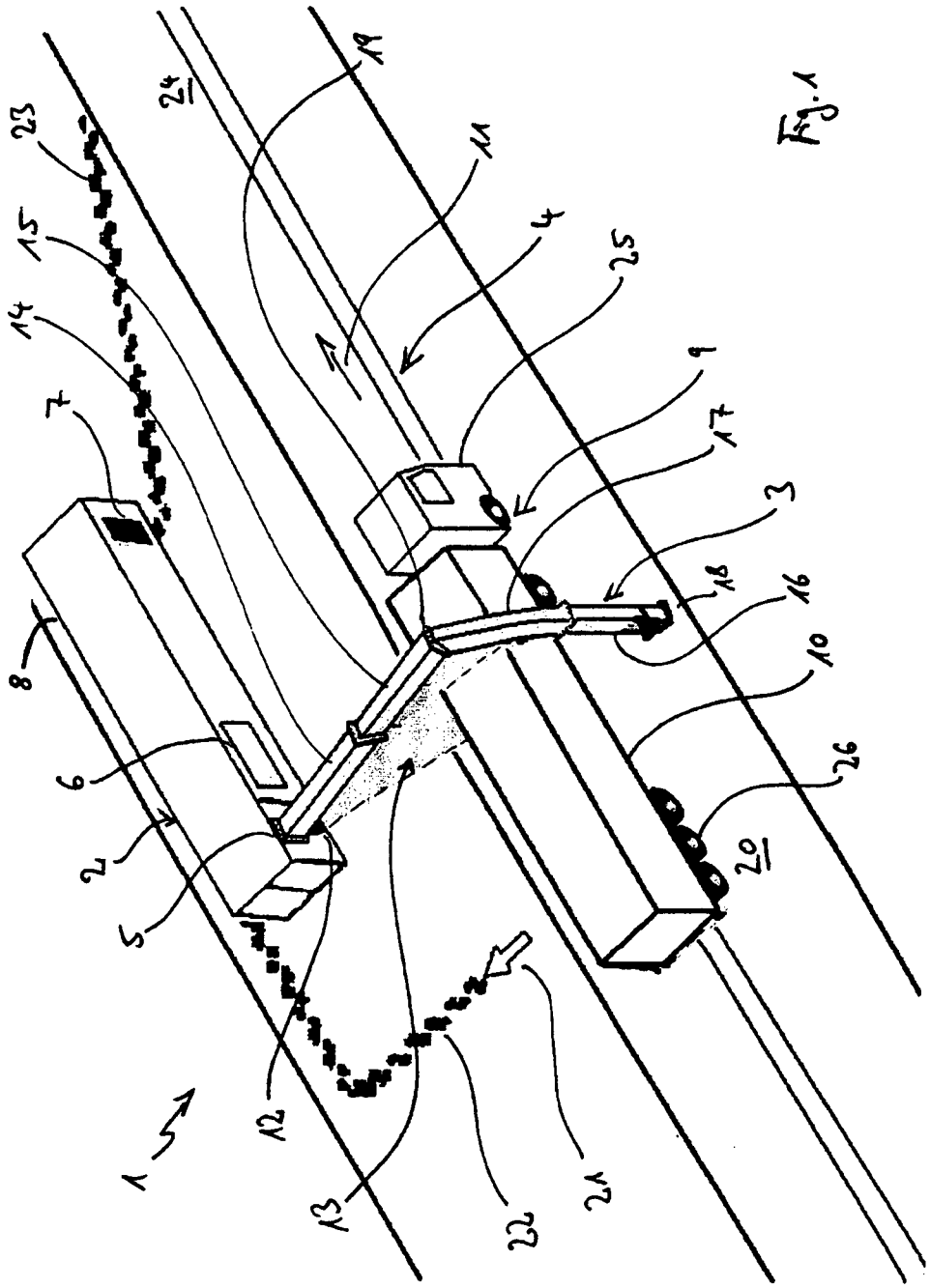
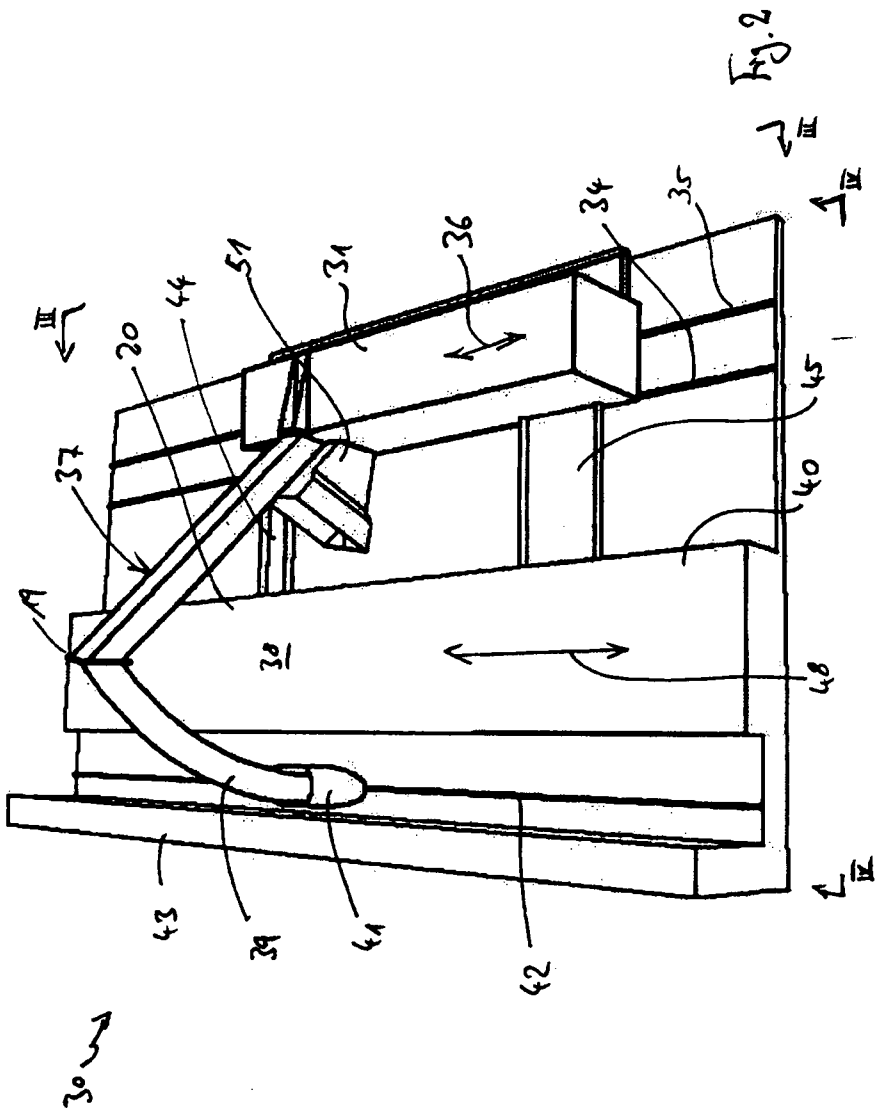


Fig. 1


Fig. 2
II
II
34
35
36
51
31
44
20
II
37
45
40
19
39
48
43
39
41
42
30

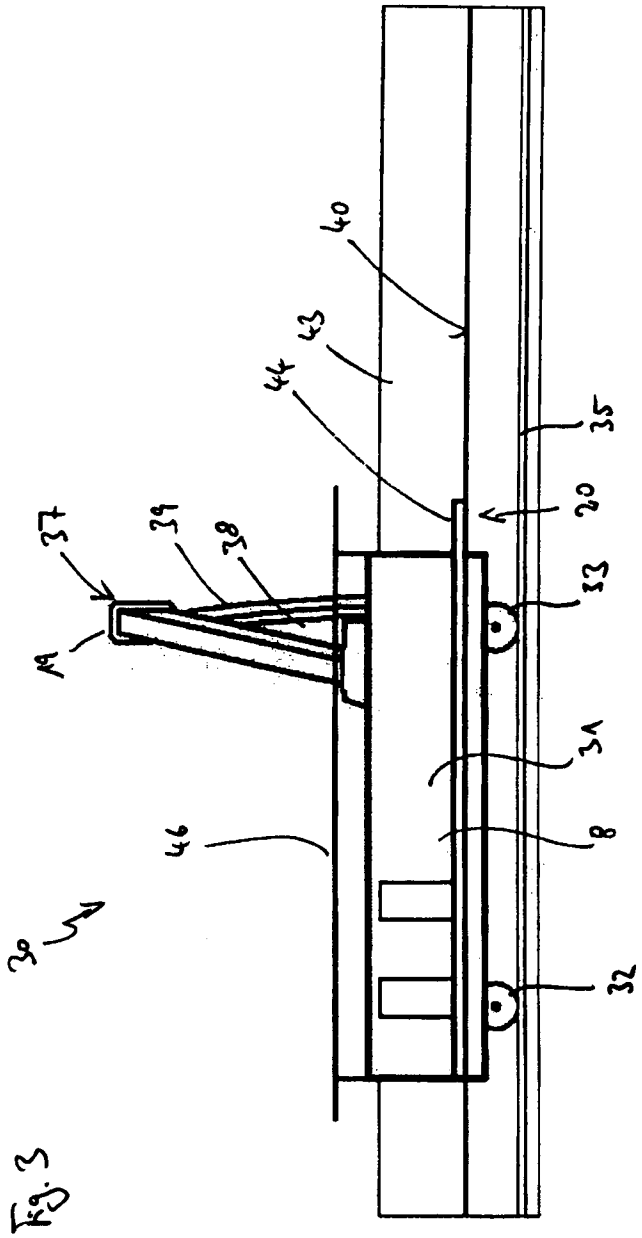


Fig. 3

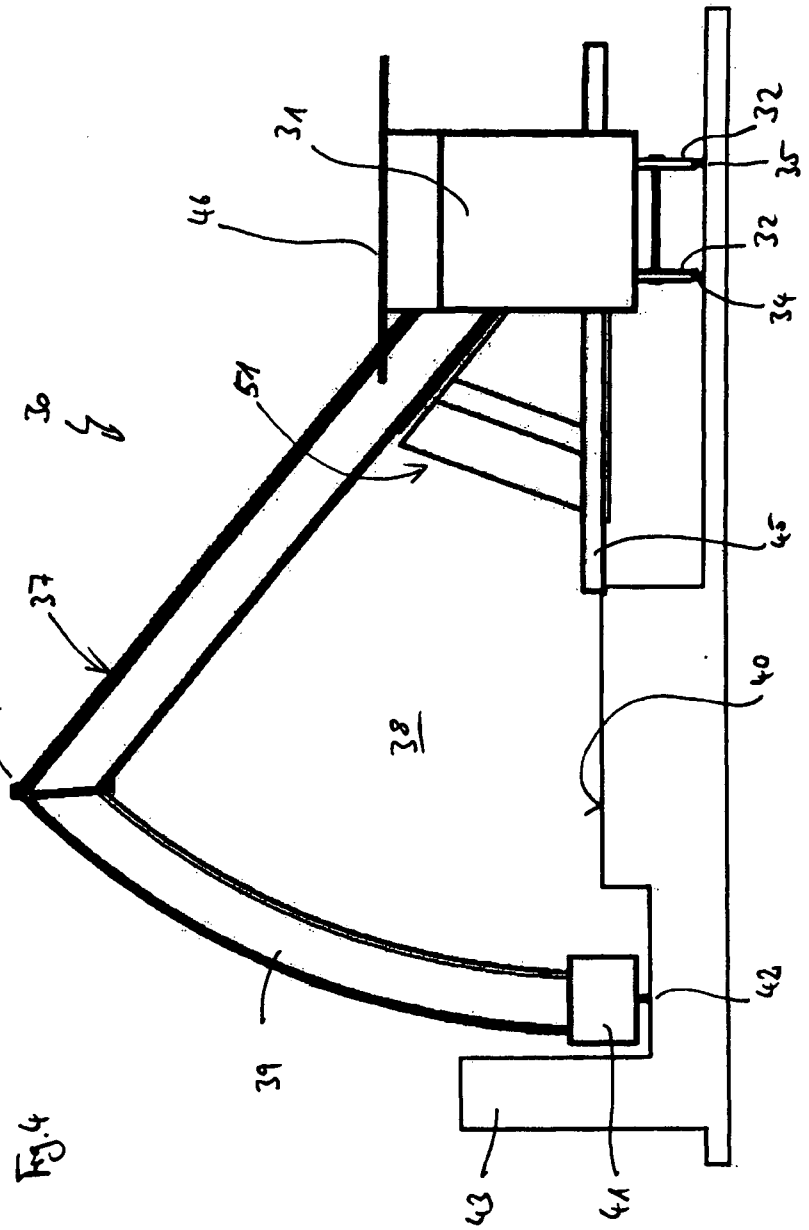


Fig. 4

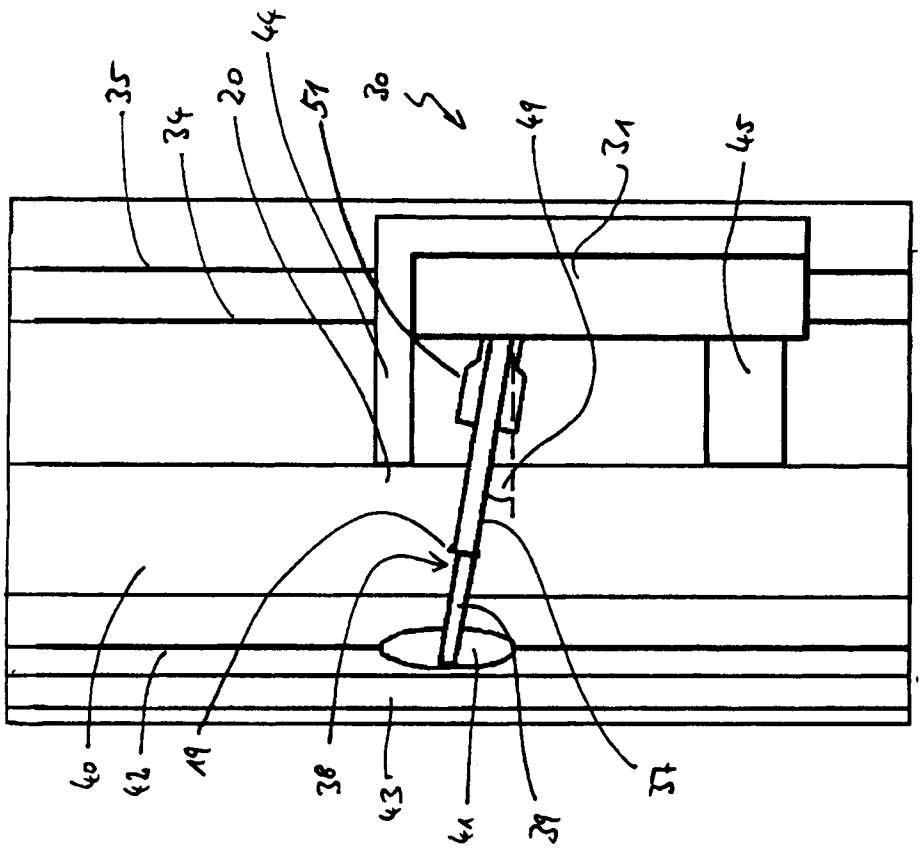


Fig. 5

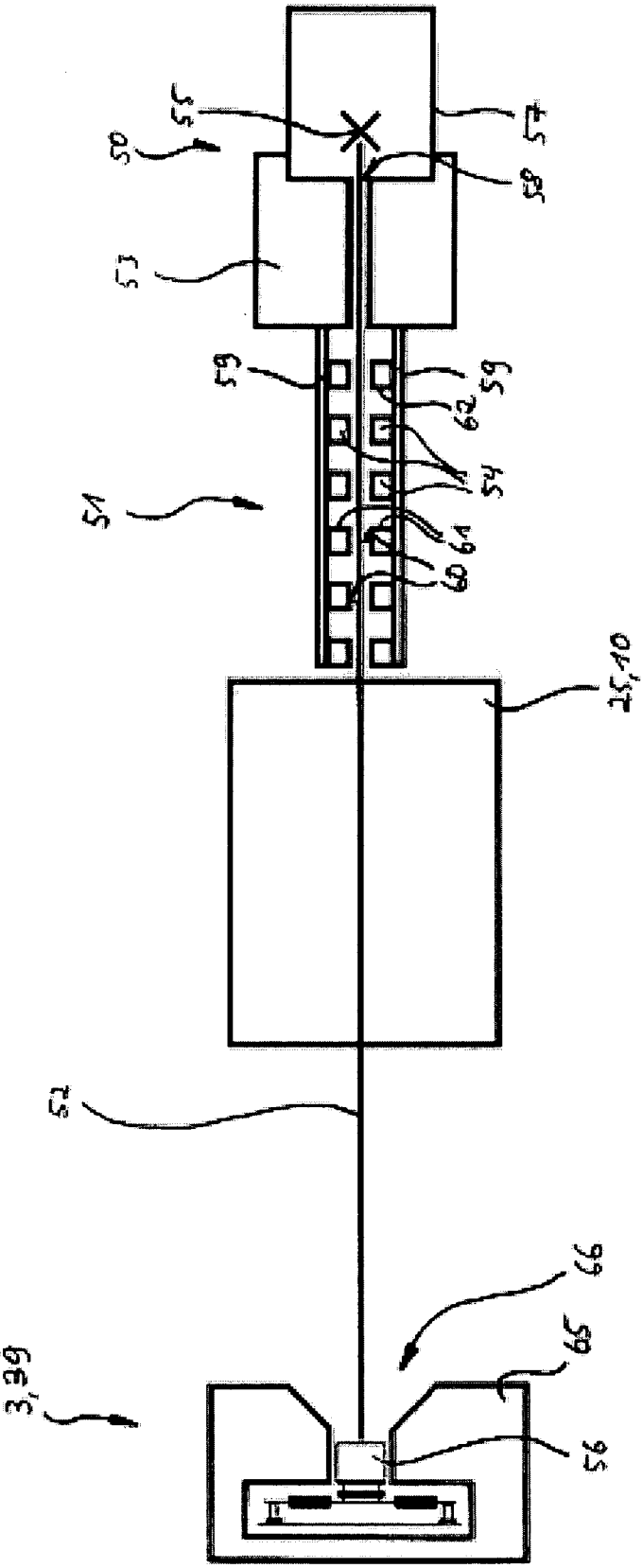


Fig. 6

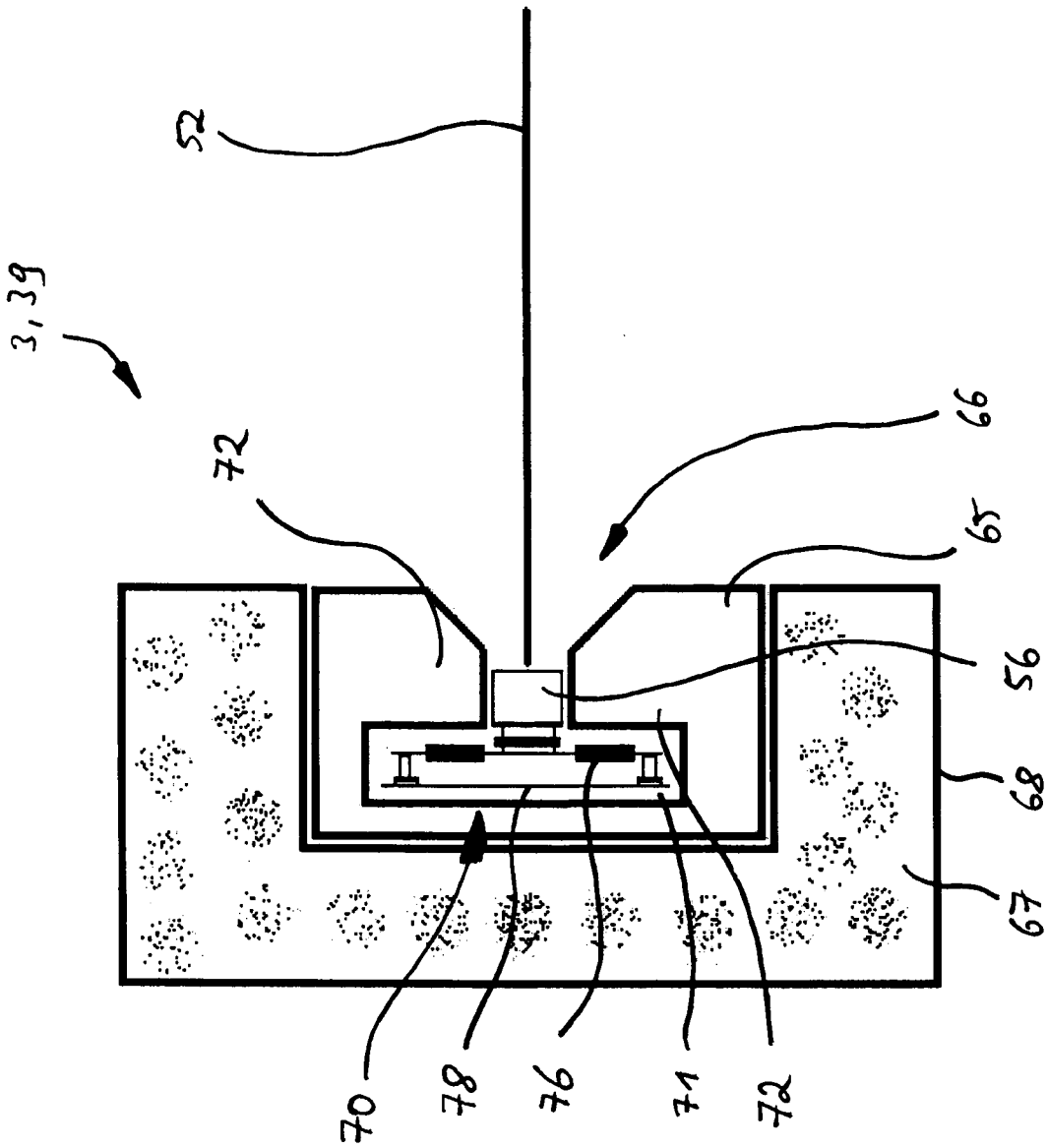


Fig. 7

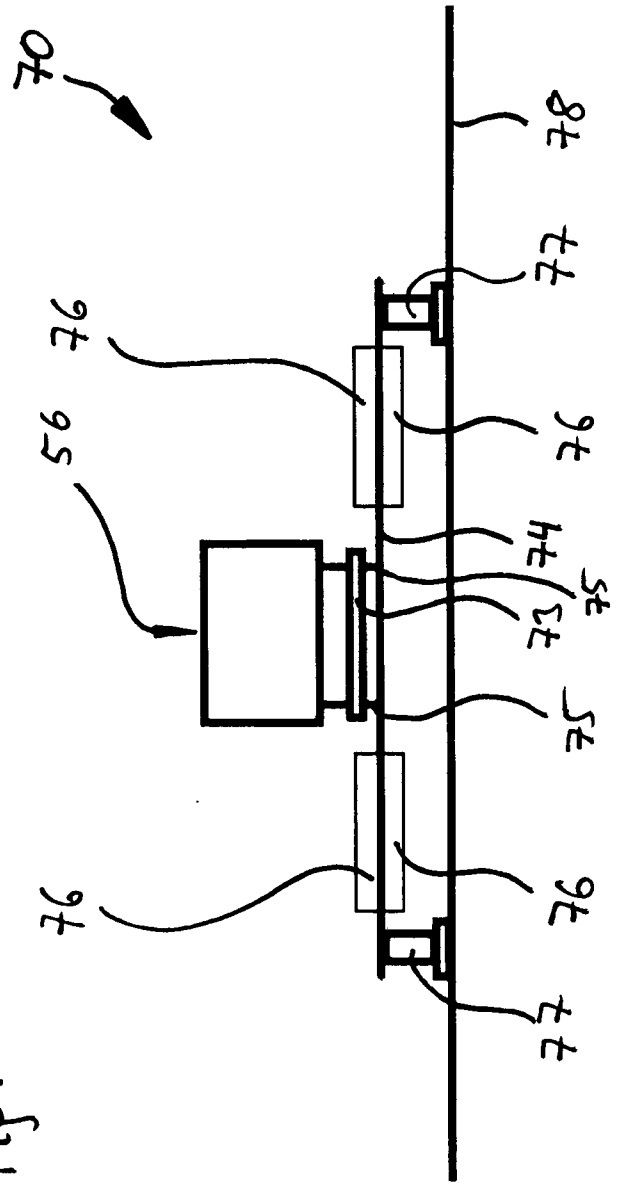


Fig. 8

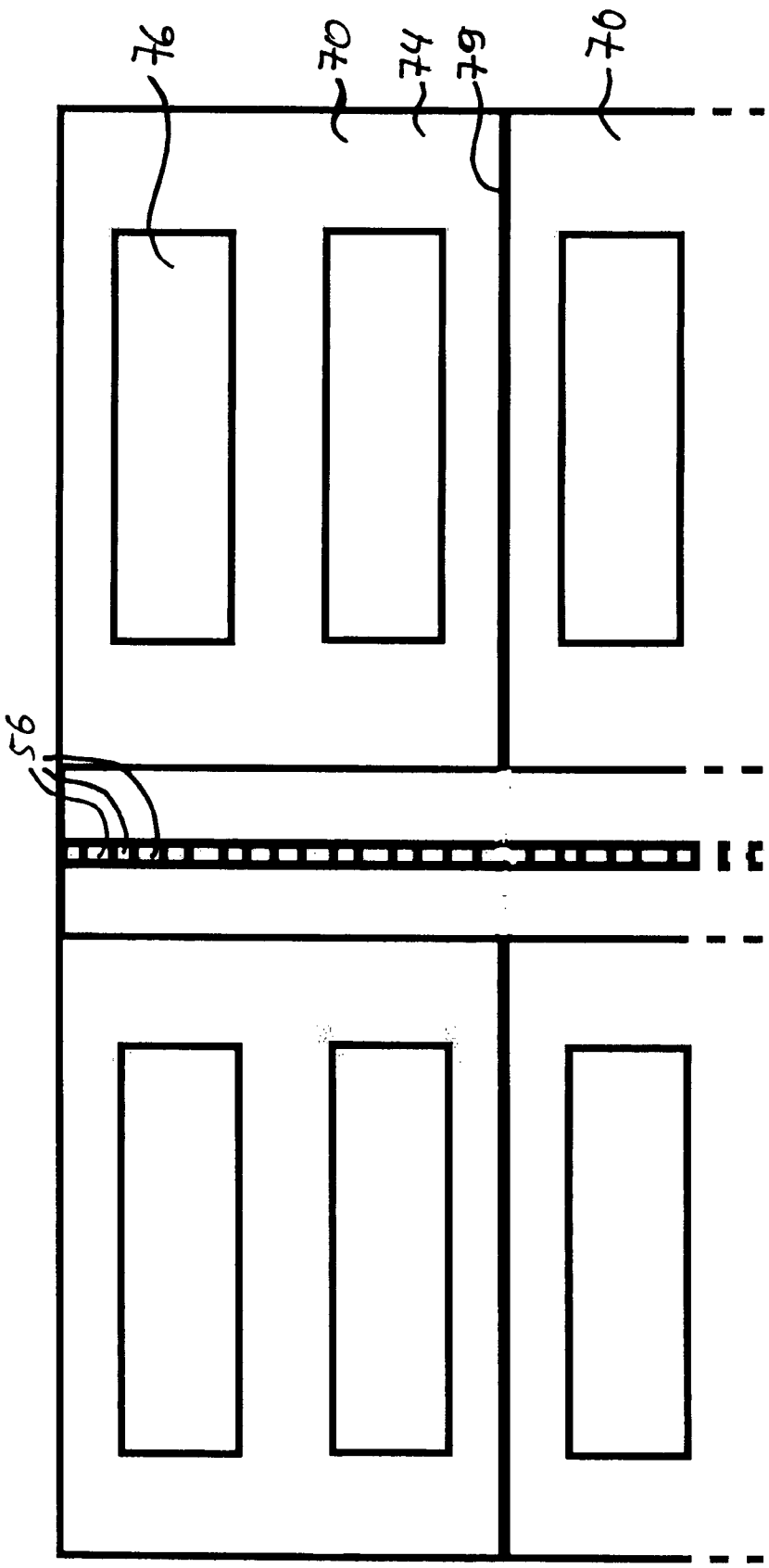


Fig. 9

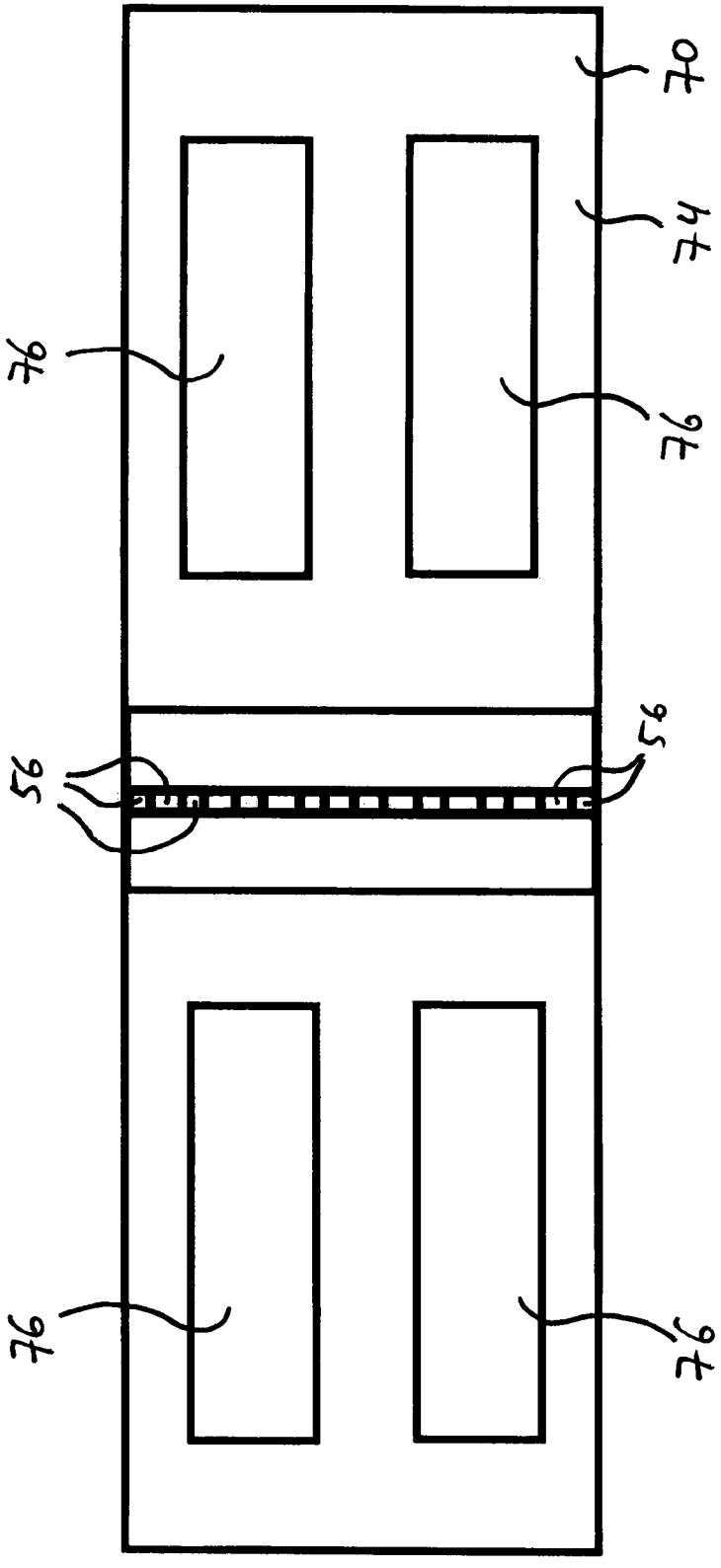


Fig. 10

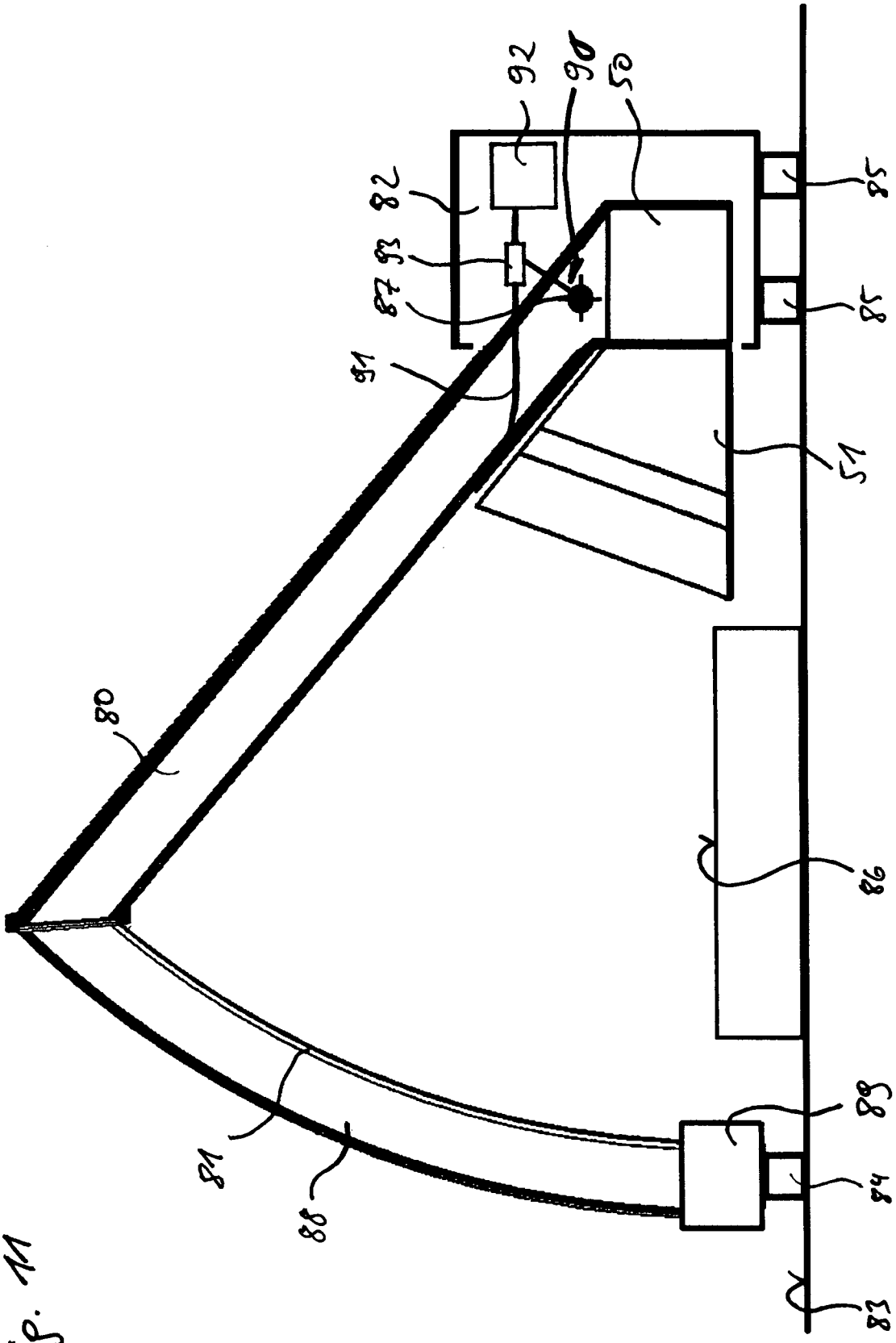


Fig. 11

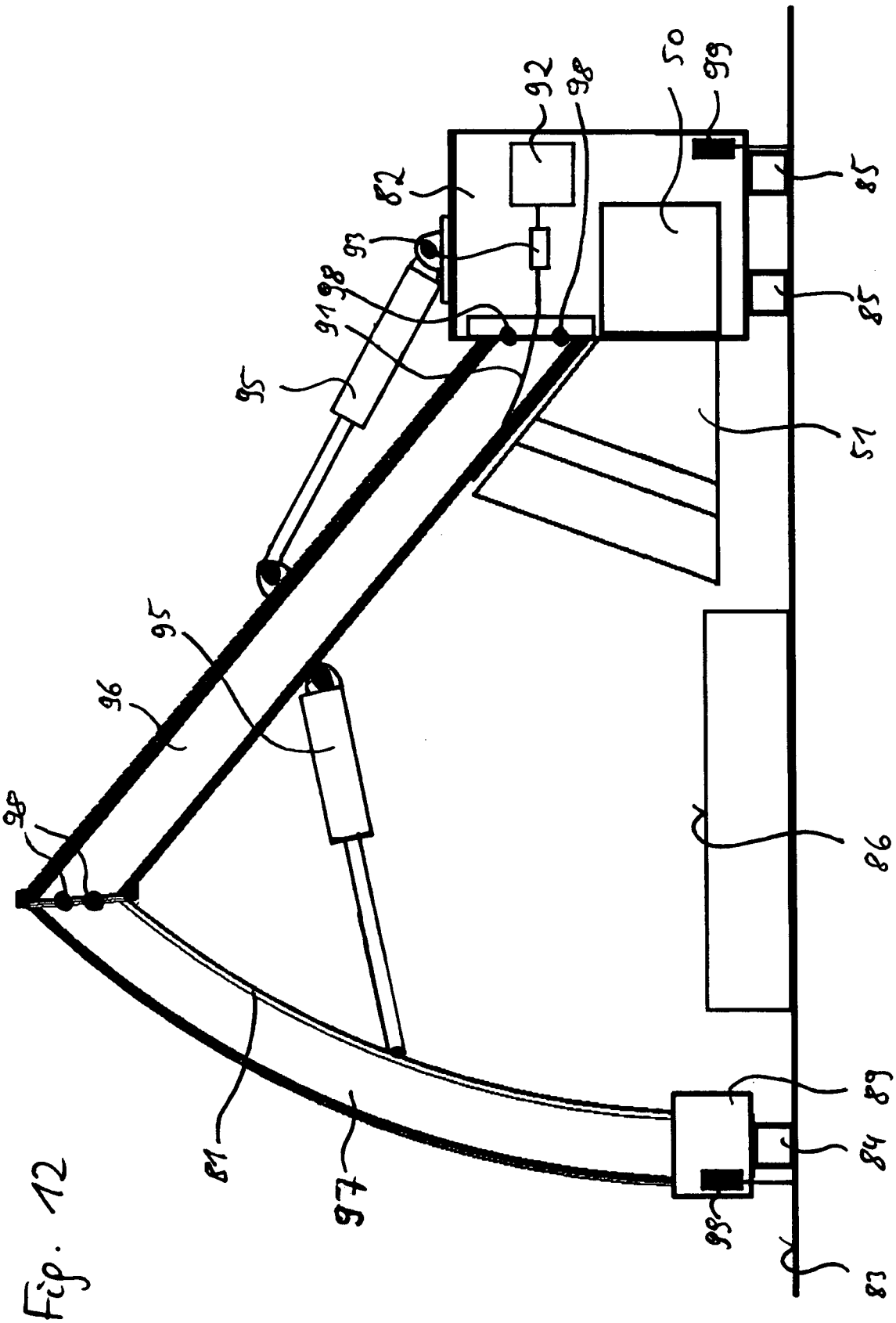


Fig. 12

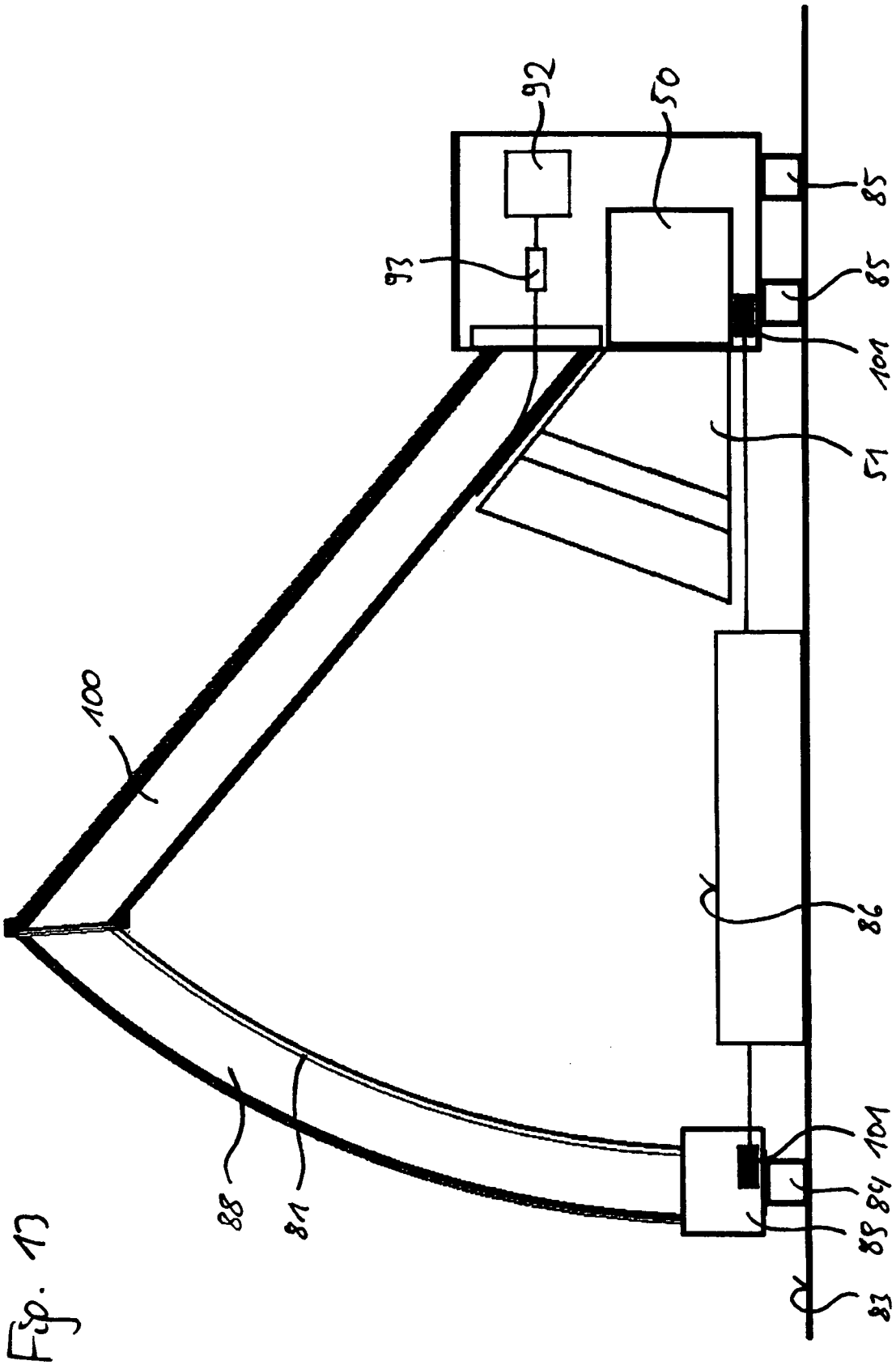


Fig. 13