



(11) **EP 2 688 073 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.01.2014 Patentblatt 2014/04**

(51) Int Cl.:  
**G21K 5/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13176622.2**

(22) Anmeldetag: **16.07.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Krüger, Jochen**  
**93073 Neutraubling (DE)**  
• **Föll, Eberhard**  
**93073 Neutraubling (DE)**  
• **Scheuren, Hans**  
**93073 Neutraubling (DE)**

(30) Priorität: **16.07.2012 DE 102012106379**

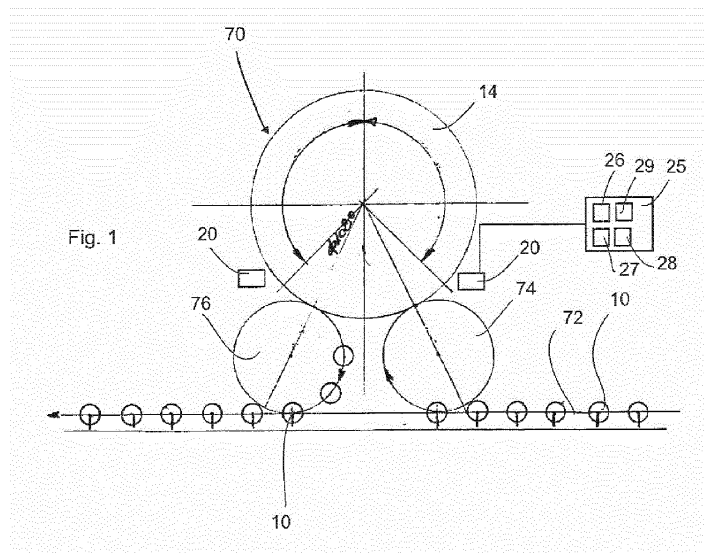
(71) Anmelder: **Krones AG**  
**93073 Neutraubling (DE)**

(74) Vertreter: **Hannke, Christian**  
**Hannke Bittner & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Ägidienplatz 7**  
**93047 Regensburg (DE)**

(54) **Messvorrichtung und Messverfahren für Behältnissterilisation**

(57) Eine Vorrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen (10) mit einer Ladungsträgererzeugungseinrichtung (2), welche Ladungsträger erzeugt, mit einer Beschleunigungseinrichtung (4), welche die Ladungsträger in einer vorgegebenen Richtung (Z) innerhalb eines Gehäuses (6) beschleunigt und mit einem Austrittsfenster (12) durch welches die Ladungsträger aus dem Gehäuse (6) austreten, wobei die die Vorrichtung eine Sensoreinheit (20) aufweist, welche wenigstens einen Messwert erfasst, der für die aus dem Austrittsfenster (12) austretenden Ladungsträger charakteristisch ist. Erfindungsgemäß weist die Sensoreinheit (20) eine erste Sensor-

einrichtung (22) auf, welche bezüglich des Austrittsfensters (12) derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer ersten vorgegebenen Richtung (Z) von dem Austrittsfenster (12) zu der ersten Sensoreinrichtung (22) gelangen sowie eine zweite Sensoreinrichtung (24), welche bezüglich des Austrittsfensters (12) derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer zweiten vorgegebenen Richtung (X) von dem Austrittsfenster (12) zu der zweiten Sensoreinrichtung (24) gelangen, wobei die Sensoreinrichtungen (22, 24) unabhängig voneinander jeweils Messwerte (M1, M2) erfassen, die für die aus dem Austrittsfenster (12) austretenden Ladungsträger charakteristisch sind.



**EP 2 688 073 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Sterilisieren von Behältnissen. Die Sterilisation eines zu befüllenden Behältnisses ist neben dem eigentlichen Füllvorgang der zentrale Prozessschritt in einer aseptischen Abfüllanlage. Die möglichen Sterilisationsformen variieren hinsichtlich der Entkeimungsmittel und der Prozessführung, allen gemein ist jedoch die abtötende Wirkung, welche aufgrund chemischer Prozesse bewirkt wird. Neuere Entwicklungen grenzen sich hiervon ab und nutzen ionisierende Strahlung, um eine Keimreduzierung zu erreichen. Die Strahlung besteht in den meisten Anwendungen aus beschleunigten Elektronen, die in einer entsprechenden Anlage erzeugt und auf den oder in den zu sterilisierenden Behälter eingeführt werden. Dabei ist es möglich, dass der Sterilisationsprozess an einer Behälterinnenseite erfolgt, denkbar sind jedoch auch Sterilisationen an der Behälteraußenseite.

**[0002]** Derzeit am Markt erhältliche Systeme, welche zur Sterilisation eingesetzt werden, weisen eine Elektronenerzeugungsvorrichtung und eine Bündelungsvorrichtung auf, sowie auch eine Konstruktion, die es erlaubt, den Elektronenstrahl in das Behältnis einzuführen. Je kleiner die Öffnung des Behältnisses ist, umso aufwendiger wird die Anordnung. Um die notwendige Wirkung zu erhalten, müssen die Elektronen eine entsprechende Geschwindigkeit aufweisen. Hierzu werden die Elektronen bis zu 150 kV beschleunigt. Durch die Wechselwirkung dieser schnellen Elektronen erhält man den gewünschten Effekt. Als unerwünschter Nebeneffekt wird jedoch dabei Bremsstrahlung in Form von Röntgenstrahlung erzeugt.

**[0003]** Für einen Sterilisationserfolg sollte gewährleistet sein, dass die eingebrachte Elektronenstrahlleistung konstant bleibt. Dabei wird bei einem bekannten System eine Metallplatte (welche als Elektronenauffänger fungiert) vorgesehen, welche in die Elektronenwolke gehalten wird. Diese Metallplatte nimmt Elektronen auf und leitet diese zu einer Messvorrichtung, bei der es sich insbesondere um ein Amperemeter handelt. Der gemessene Strom entspricht einem Bruchteil zum primär eingestellten Elektronenstrom des Beschleunigers. Bei gleicher Beschleunigungsspannung und gleichem Elektronenauffänger (Materialauswahl) kann so über den gemessenen Strom eine Kontrolle über die Zeit und zur Konstanz der Dosis durchgeführt werden.

**[0004]** Mit einer Messung des Elektronenstroms kann somit über die einmal eingestellte Dosis auf einen Sterilisationserfolg geschlossen werden. Dies bedeutet, dass die zur Sterilisation notwendigen Elektronen noch zur Verfügung stehen. Für die Sterilisation einer Oberfläche ist dies ausreichend. Für einen komplexeren Körper und dessen Sterilisation mittels Elektronenstrahlung hat sich jedoch diese Messvorrichtung als unzureichend erwiesen.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Auf-

gabe zugrunde, eine Beurteilung einer ausreichenden Elektronenstrahlung auch dann sicherzustellen, wenn komplexe Körper wie beispielsweise Behältnisse, welche Wandungen mit Hinterschneidungen aufweisen, zu sterilisieren sind. Weiterhin soll die Erfindung auf solche Behältnisse Anwendung finden können, welche in Abhängigkeit von dem Austrittsfenster einer Elektronenstrahlung variierende Abstände aufweisen. Diese variierenden Abstände wirken sich insbesondere auch auf die kinetische Energie der einzelnen Elektronen aus.

**[0006]** Diese genannten Aufgaben werden erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung und ein Verfahren nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen weist eine Ladungsträgererzeugungseinrichtung auf, welche Ladungsträger erzeugt. Daneben weist die Vorrichtung eine Beschleunigungseinrichtung auf, welche die Ladungsträger in einer vorgegebenen Richtung innerhalb eines Gehäuses beschleunigt, sowie ein Austrittsfenster, durch welches die Ladungsträger aus dem Gehäuse austreten. Dabei weist die Vorrichtung eine Sensoreinheit auf, welche wenigstens einen Messwert erfasst, der für die aus dem Austrittsfenster austretenden Ladungsträger (bzw. für wenigstens eine physikalische Eigenschaft der Ladungsträger) charakteristisch ist.

**[0008]** Erfindungsgemäß weist die Sensoreinheit eine erste Sensoreinrichtung auf, welche bezüglich des Austrittsfensters derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer ersten vorgegebenen Richtung von dem Austrittsfenster zu der ersten Sensoreinrichtung gelangen. Daneben ist eine zweite Sensoreinrichtung vorgesehen, welche bezüglich des Austrittsfensters derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer zweiten vorgegebenen Richtung von den Austrittsfenstern zu der zweiten Sensoreinrichtung gelangen.

**[0009]** Dabei erfassen die Sensoreinrichtungen unabhängig voneinander jeweils Messwerte, die für die aus dem Austrittsfenster austretenden Ladungsträger charakteristisch sind. Wie oben erwähnt, besteht bei Vorrichtungen aus dem Stand der Technik der Nachteil, dass eine Dosismessung mit gleichem Abstand von der Strahlungsquelle aber unter unterschiedlichen Messwinkeln zu unterschiedlichen Ergebnissen führt. Der Grad dieser Abweichung ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die sich in der Form und Zusammensetzung der Elektronenwolke äußern. Eine möglichst genaue Bestimmung und Überwachung dieser Wolke, wie sie durch die Erfindung ermöglicht wird, erlaubt somit die Sterilisationswirkung und damit den Erfolg des Prozesses zu kontrollieren.

**[0010]** So erfahren im Mittel bei gleichem Abstand die seitlich gemessenen Elektronen eine stärkere Umlenkung als Elektronen, die in der Beschleunigungsrichtung aus dem Austrittsfenster gelangen. Insofern besteht der

Unterscheid in der kinetischen Energie der einzelnen Elektronen. Damit kann eine Dosismessung mit gleichem Abstand von der Strahlungsquelle aber unter einem anderen Winkel zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

**[0011]** Es wird daher vorgeschlagen, die aus dem Stand der Technik bekannte erste Sensoreinrichtung durch eine zweite Sensoreinrichtung zu ergänzen. Auf diese Weise kann die austretende Elektronenwolke genauer detektiert und auch kontrolliert werden.

**[0012]** Unter einer unabhängigen Messung wird insbesondere verstanden, dass Einflüsse von Elektronen, die sich auf die erste bzw. zweite Sensoreinrichtung auswirken, sich nicht auch auf die zweite bzw. erste Sensoreinrichtung auswirken.

**[0013]** Es wird damit eine mehrdimensionale Messung der austretenden Elektronenwolke ermöglicht.

**[0014]** Bei den Ladungsträgern handelt es sich insbesondere um Elektronen, es wäre jedoch auch möglich, die Erfindung auf andere geladene und beschleunigte Teilchen wie etwa  $\alpha$ -Teilchen oder Protonen oder auch Positronen anzuwenden.

**[0015]** Es wäre weiterhin auch möglich, dass eine dritte Sensoreinrichtung vorgesehen ist, welche in einer dritten vorgegebenen Richtung von dem Austrittsfenster zu dieser dritten Sensoreinrichtung gelangende Ladungsträger erfasst.

**[0016]** Vorzugsweise erfasst wenigstens eine Sensoreinrichtung solche Ladungsträger, die sich ausgehend von dem Austrittsfenster in der Beschleunigungsrichtung der Ladungsträger weiter bewegen bzw. sich mit einer hohen Wahrscheinlichkeit in einem Bereich befinden, der sich in der Beschleunigungsrichtung an das Austrittsfenster anschließt.

**[0017]** Vorteilhaft ist das Gehäuse derart beschaffen, dass zumindest zwischen der Ladungsträgererzeugungseinrichtung und dem Austrittsfenster ein (Teil-)Vakuum besteht.

**[0018]** Weiterhin ist vorteilhaft das Gehäuse derart beschaffen, dass das Austrittsfenster durch die Mündung eines Behältnisses in das Innere eines Behältnisses einführbar ist. Vorteilhaft weist damit das Gehäuse ein stangenartiges Profil auf.

**[0019]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Transporteinrichtung auf, welche die Behältnisse entlang eines Transportpfades transportiert. Vorteilhaft weist die Vorrichtung auch eine Bewegungseinrichtung auf, welche die Sterilisationseinheit und insbesondere das Austrittsfenster in das Innere der Behältnisse einführt.

**[0020]** Dabei wäre es möglich, dass die Behältnisse selbst, insbesondere entlang ihrer Längsrichtung, bewegt werden. Es wäre jedoch auch denkbar, dass die einzelnen Austrittsfenster bzw. die Sterilisationseinrichtungen bewegt werden. Auch wäre eine Bewegung der beiden genannten Elemente denkbar.

**[0021]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist auch die Sensoreinheit an der Transporteinrich-

5 tung angeordnet und wird damit mit den Behältnissen mittransportiert. Bevorzugt ist jedoch die Sensoreinheit stationär angeordnet und die Sterilisationseinrichtung bewegt sich an dieser vorbei. Die Sensoreinheit dient bevorzugt zum Erfassen der Strahlleistungen mehrerer Sterilisationseinrichtungen und bevorzugt aller Sterilisationseinrichtungen. Bevorzugt handelt es sich bei den Behältnissen um Kunststoffbehältnisse und insbesondere um Kunststoffvorformlinge, welche im Rahmen eines Umformungsprozesses zu Kunststoffbehältnissen umgeformt werden können. Es wäre jedoch auch möglich, dass es sich bei den Behältnissen bereits um fertig ausgeformte Kunststoffflaschen handelt.

10 **[0022]** Vorteilhaft ist eine Vielzahl von Sterilisationseinrichtungen an einem beweglichen und insbesondere einem drehbaren Träger angeordnet.

15 **[0023]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform schließen eine kürzeste Verbindung zwischen der ersten Sensoreinrichtung und dem Austrittsfenster sowie eine kürzeste Verbindung zwischen der zweiten Sensoreinrichtung und dem Austrittsfenster zumindest zeitweise und insbesondere während eines Messvorganges einen Winkel miteinander ein, der zwischen  $10^\circ$  und  $170^\circ$ , bevorzugt zwischen  $20^\circ$  und  $160^\circ$ , bevorzugt zwischen  $30^\circ$  und  $150^\circ$ , bevorzugt zwischen  $40^\circ$  und  $140^\circ$ , besonders bevorzugt zwischen  $50^\circ$  und  $130^\circ$  und besonders bevorzugt zwischen  $60^\circ$  und  $120^\circ$  Grad liegt.

20 **[0024]** Bevorzugt liegt der besagte Winkel auch in einem Bereich zwischen  $70^\circ$  und  $110^\circ$ , besonders bevorzugt zwischen  $80^\circ$  und  $100^\circ$  und besonders bevorzugt bei ca.  $90^\circ$ . Es werden damit Messungen unter mehreren Winkeln bezüglich des Austrittsfensters ermöglicht, um so beispielsweise eine Elektronenwolke auch dreidimensional vermessen zu können.

25 **[0025]** Besonders bevorzugt sind die beiden Sensoreinrichtungen orthogonal zueinander angeordnet und diese Sensoreinrichtungen, bei denen es sich beispielsweise um orthogonal zueinander angeordnete Platten handelt, bestimmen die Elektronenwolke bzw. den Elektronenstrahl. So kann beispielsweise aus einem gemessenen Strom die resultierende Dosis und damit der Grad der Entkeimung berechnet werden. Eine weitergehende Anordnung, beispielsweise mit drei oder vier derartigen Sensoreinrichtungen, erlaubt dabei auch eine Kontrolle, in welcher Richtung sich eine Änderung der Strahlenlage ergeben hat.

30 **[0026]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist wenigstens eine Sensoreinrichtung ein flächiges (insbesondere ebenes) oder eine vorgegebene Fläche umgebendes Messelement auf, auf welches die Ladungsträger auftreffen oder durch welches die Ladungsträger hindurchtreten können. So kann es sich bei dem Messelement beispielsweise um eine Metallplatte handeln, aber auch gegebenenfalls um einen in Richtung des Austrittsfensters geöffneten Hohlkörper.

35 **[0027]** Damit wird auch vorgesehen, dass zwei oder auch mehrere jeweils in einem oder mehreren bestimmten Winkeln zueinander stehende Messstellen mit je-

weils zugehörigen Messeinheiten isoliert voneinander einen Elektronenstrahl bzw. eine Elektronenwolke vermessen. Wie erwähnt, können diese Sensoreinrichtungen jeweils Metallplatten und zugehörige Messeinheiten aufweisen. Es wäre jedoch auch möglich, dass die Sensoreinrichtungen zwei oder mehrere in einem bestimmten Winkel zueinander stehende Aluminiumplatten bevorzugt mit jeweils zugehörigen Amperemetern aufweisen, die isoliert voneinander eine Elektronenwolke oder einen Elektronenstrahl in Hinblick auf die Elektronenemission vermessen.

**[0028]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die erste Sensoreinrichtung ein erstes Messelement auf und die zweite Sensoreinrichtung ein zweites Messelement, welche bezüglich einander elektrisch isoliert sind. Vorteilhaft handelt es sich dabei jeweils um Messelemente, auf welche die Ladungsträger auftreffen können. Über die elektrische Isolierung wird erreicht, dass die Messungen unabhängig voneinander durchführbar sind.

**[0029]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die besagten Messelemente an einem gemeinsamen Träger angeordnet. Vorteilhaft sind dabei die Messelemente durch einen Isolationsbereich voneinander getrennt. Dabei kann es sich um ein isolierendes Material handeln, gegebenenfalls jedoch auch um einen Luftspalt, der zwischen diesen Messelementen angeordnet ist.

**[0030]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist wenigstens eine Sensoreinrichtung eine Messeinrichtung zum Messen eines elektrischen Stroms auf. Über diesen Strom kann auf die Menge der auf das Messelement auftreffenden Ladungsträger geschlossen werden und damit auch auf eine entsprechende Strahlungsintensität bzw. die Beschaffenheit der Elektronenwolke.

**[0031]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist ein Abstand wenigstens eines Messelementes zu dem Austrittsfenster veränderbar. Vorteilhaft ist ein Abstand beider Messelemente bezüglich des Austrittsfensters veränderbar.

**[0032]** Vorteilhaft handelt es sich bei dem Austrittsfenster um ein Titanfenster, welches besonders bevorzugt eine Dicke aufweist, die zwischen 5 und 15  $\mu\text{m}$  liegt.

**[0033]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist das Austrittsfenster (bzw. die Sterilisationseinheit) beweglich gegenüber der Sensoreinheit angeordnet. So wäre es möglich, dass die Sensoreinheit selbst nicht in die Behältnisse eingeführt wird, sondern eine derartige Messung vor oder nach dem eigentlichen Sterilisationsvorgang durchgeführt wird. Es wäre jedoch auch möglich, dass die Sensoreinheit in einer Bewegungsrichtung der Ladungsträger auf das Austrittsfenster folgt und beispielsweise fest an der Sterilisationseinrichtung, bei der es sich beispielsweise um einen Strahlfinger handeln kann, angeordnet ist.

**[0034]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zum Sterilisieren von Behältnissen,

wobei die zu sterilisierenden Behältnisse entlang eines vorgegebenen Transportpfades transportiert werden und während dieses Transportes mittels Ladungsträgern sterilisiert werden und wobei die Ladungsträger von einer Ladungsträgererzeugungseinrichtung erzeugt und von einer Ladungsträgerbeschleunigungseinrichtung in Richtung eines Austrittsfensters beschleunigt werden und durch dieses Austrittsfenster (insbesondere aus einem Gehäuse) austreten. Weiterhin gelangen die Ladungsträger auf Oberflächen der Behältnisse und es wird mittels einer Sensoreinheit wenigstens ein Messwert erfasst, der für die aus dem Austrittsfenster austretenden Ladungsträger charakteristisch ist.

**[0035]** Erfindungsgemäß werden mittels einer ersten Sensoreinrichtung solche Ladungsträger erfasst, welche sich in einer vorgegebenen ersten Richtung von dem Austrittsfenster entfernen und mittels einer zweiten Sensoreinrichtung werden solche Ladungsträger erfasst, welche sich in einer zweiten vorgegebenen Richtung von dem Austrittsfenster entfernen. Weiterhin erfassen die erste Sensoreinrichtung sowie die zweite Sensoreinrichtung unabhängig voneinander Messwerte, welche für die jeweils erfassten Ladungsträger charakteristisch sind.

**[0036]** Vorteilhaft werden die so erfassten bzw. gemessenen Werte an einen Benutzer ausgegeben. Vorteilhaft werden die erfassten bzw. gemessenen Werte mittels einer Vergleichseinrichtung mit gespeicherten Werten verglichen. Falls die erfassten bzw. gemessenen Werte von den gespeicherten (Referenz-)Werten um mehr als ein bestimmtes Maß abweichen, kann eine weitere Information an den Benutzer, beispielsweise eine Warninformation, ausgegeben werden oder die Vorrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen wird in Stillstand versetzt um gegebenenfalls Instandsetzungsmaßnahmen durchführen zu können..

**[0037]** Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren handelt es sich bei den Messwerten um elektrische Ströme und/oder elektrische Spannungen.

**[0038]** Bevorzugt wird aus diesen Strömen auf einen Entkeimungsvorgang des Behältnisses geschlossen. Bevorzugt findet die Erfassung der Ladungsträger durch die Sensoreinheit zeitlich versetzt zu dem Sterilisationsvorgang, d.h. der Beaufschlagung der Behältnisse mit den Ladungsträgern statt.

**[0039]** Bevorzugt werden die Behältnisse während ihrer Sterilisation durch einen Reinraum transportiert, der mittels wenigstens einer Wandung gegenüber einer (unsterilen) Umgebung abgegrenzt ist. Vorteilhaft weist damit die oben beschriebene Vorrichtung einen Reinraum auf, innerhalb dessen die Behältnisse sterilisierbar sind. Dabei ist es möglich, dass einzelne Bestandteile der Sterilisationseinrichtungen wie etwa die Ladungsträgererzeugungseinrichtung oder der Sensoreinrichtungen wie etwa die Vergleichseinrichtung außerhalb des Reinraums angeordnet sind und die Austrittsfenster innerhalb des Reinraums angeordnet sind.

**[0040]** Weitere Vorteile und Ausführungsformen ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen:

Darin zeigen:

**[0041]**

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anlage zum Sterilisieren von Behältnissen;
- Fig. 2 eine Teilansicht einer Anlage zum Sterilisieren von Behältnissen;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Sterilisationsvorrichtung;
- Fig. 4 eine Anordnung nach dem Stand der Technik; und
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Anordnung.

**[0042]** Figur 1 zeigt eine Darstellung einer Vorrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen.

**[0043]** Dabei ist eine Zuführeinrichtung 72 gezeigt, welche Kunststoffbehältnisse 10, hier Kunststoffvorformlinge, über ein Zuführrad 74 einer Sterilisationseinrichtung 70 zuführt. Diese Sterilisationseinrichtung weist einen drehbaren Träger 14 auf, an den eine Vielzahl von (nicht gezeigten) Sterilisationseinrichtungen angeordnet ist. Dabei weisen diese Sterilisationseinrichtungen hier stangenartige Körper auf, die in das Innere der Kunststoffbehältnisse einführbar sind.

**[0044]** Über ein Abföhrad 76 werden die auf diese Weise sterilisierten Kunststoffbehältnisse 10 wieder aus der Vorrichtung abgeföhrt.

**[0045]** Die Bezugszeichen 20 beziehen sich jeweils auf stationär angeordnete Sensoreinheiten, welche die Strahlqualität bzw. das Strahlprofil der einzelnen Sterilisationseinrichtungen überprüfen. Dabei ist es möglich, dass lediglich eine derartige Sensoreinheit 20 vorgesehen ist, beispielsweise am Anfang oder am Ende des Trägers 14 bzw. des Transportpfades der Kunststoffbehältnisse entlang des Trägers 14. Daneben wäre es jedoch auch möglich, dass diese Sensoreinheit 20 bereits in einem Bereich des Zuföhrads 74 oder auch in einem Bereich des Abföhrads 76 vorhanden ist. Auch wäre es möglich, dass, wie in Figur 1 gezeigt, mehrere derartiger Sensoreinheiten vorgesehen sind, welche beispielsweise eine Messung vor und nach dem Sterilisationsvorgang ermöglichen.

**[0046]** Das Bezugszeichen 25 kennzeichnet in seiner Gesamtheit eine Auswerteeinheit, welche die von der Sensoreinheit 20 erfassten Messwerte auswertet. Dabei weist diese Auswerteeinheit 25 bevorzugt eine Zuordnungseinrichtung 26 auf, welche die gemessenen Messwerte einzelnen an dem Träger 14 angeordneten Sterilisationseinrichtungen zuordnet. So kann beispielsweise eine bestimmte Sterilisationseinrichtung identifiziert werden, welche permanent fehlerhafte Strahlung abgibt. Um diese Zuordnung zu ermöglichen, wären mehrere Vorgehensweisen denkbar. So könnten beispielsweise die

einzelnen Sterilisationseinrichtungen eine Signalausgabebereinrichtung aufweisen und die Sensoreinheit 20 eine Empfängereinheit, welche jeweils neben dem Messsignal ein Signal aufnimmt, welches für die jeweilige Sterilisationseinrichtung charakteristisch ist. Auch könnte die Zuordnung der jeweiligen Sterilisationseinheit auf Basis einer Drehposition des Trägers 14 erfolgen.

**[0047]** Das Bezugszeichen 27 bezieht sich auf eine Speichereinrichtung, in der Referenzwerte gespeichert sind, welche für die jeweilige Sterilisation charakteristisch sind. Daneben kann auch eine Vergleichseinrichtung 28 vorgesehen sein, welche die gemessenen Messwerte mit in der Speichereinrichtung abgelegten Referenzdaten vergleicht. Daneben kann auch eine Anzeigeeinrichtung bzw. Informationsausgabebereinrichtung 29 vorgesehen sein, welche auf Basis der gemessenen Messwerte an den Benutzer ein Signal ausgibt, welches diesem wiederum Auskunft über die Sterilisationswirkung gibt. Dabei kann beispielsweise ein stilisiertes Bild einer Elektronenwolke dargestellt sein.

**[0048]** Figur 2 zeigt eine Detaildarstellung der Sterilisationsanordnung 70. Man erkennt, dass in dieser Sterilisationsanordnung eine Vielzahl von Sterilisationseinrichtungen 1 angeordnet sind. Diese Sterilisationseinrichtungen 1 weisen dabei jeweils stangenartige Körper bzw. Strahlfinger 50 auf, die in das Innere der Behältnisse 10 einführbar sind. In Figur 2 sind als Behältnisse Kunststoffflaschen dargestellt, wie oben erwähnt könnte es sich hier jedoch bei den Behältnissen auch (bevorzugt) um Kunststoffvorformlinge handeln. Die stangenartigen Körper 50 (bzw. Strahlfinger), an deren unterem Ende sich jeweils das (nicht gezeigte) Austrittsfenster befindet, werden in das Innere des Behältnisses 10 eingeföhrt. Zu diesem Zweck wird das Behältnis 10 über eine Halteeinrichtung 52, wie etwa einen Greifer, gehalten und über eine Bewegungseinrichtung 62 (beispielsweise einen Linearmotor) angehoben werden.

**[0049]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sterilisationsanordnung 1 derart ausgeföhrt, dass die Kunststoffbehältnisse innerhalb eines Reinraumes 40 transportiert werden. Dabei kann der Träger 14 selbst bereits eine Wandung dieses Reinraums ausbilden. Weiterhin sind bevorzugt Dichtungseinrichtungen vorgesehen, welche den Träger 14 bzw. eine bewegliche Wandung dieses Reinraums gegenüber einer unbeweglichen Wandung abdichten. Als Dichtungseinrichtungen kommen beispielsweise sogenannte Wasserschlösser in Betracht, welche einen umlaufenden mit Flüssigkeit gefüllten Kanal aufweisen, in den das jeweils relativ bewegliche Element (beispielsweise in der Art eines Schwertes) eintaucht. Bei der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform sind vorteilhaft Bestandteile der jeweiligen Sterilisationseinrichtungen, wie insbesondere die Elektronenerzeuger und die Elektronenbeschleuniger, außerhalb des in seiner Gesamtheit mit 40 bezeichneten Reinraums angeordnet.

**[0050]** Figur 3 zeigt eine grob schematische Darstellung einer Einrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen

in Form eines Strahlfingers 50, der in die zu sterilisierenden Behältnisse einführbar ist. Dieser Strahlfinger weist ein Gehäuse 6 auf, dessen Inneres mit einem Vakuum beaufschlagbar ist. Eine Ladungsträgererzeugungseinrichtung 2 erzeugt Ladungsträger und insbesondere Elektronen und eine Beschleunigungseinrichtung 4 (nur schematisch dargestellt) beschleunigt diese Ladungsträger in Richtung eines Austrittsfensters 12. Dabei ist es möglich, dass diese Sterilisationseinrichtung 1, bzw. der Strahlfinger 50 noch Kanäle zum Zuführen von Kühlluft an das Austrittsfenster aufweist. Alternativ ist auch eine geschlossene Flüssigkeitskühlung des Austrittsfensters möglich.

**[0051]** Figur 4 zeigt eine Veranschaulichung einer Messvorrichtung nach dem Stand der Technik. Dabei ist eine Messplatte 132 vorgesehen, welche hier unterhalb des Austrittsfensters angeordnet ist und welche damit mit den Ladungsträgern bzw. Elektronen aus einer Elektronenwolke, welche aus dem Austrittsfenster 12 austreten, in Berührung kommen kann. Das Bezugszeichen 136 bezieht sich auf ein Strommessgerät, welches den Strom misst, der durch das Auftreffen der Ladungsträger ermöglicht wird. Das Bezugszeichen 138 kennzeichnet eine Stromquelle und das Bezugszeichen 120 die Sensoreinrichtung in ihrer Gesamtheit.

**[0052]** Figur 5 zeigt eine erfindungsgemäße Sensoreinrichtung. Man erkennt, dass die erfindungsgemäße Sensoreinheit 20 neben der ersten Sensoreinrichtung 22 auch eine zweite Sensoreinrichtung 24 aufweist. Diese zweite Sensoreinrichtung 24 weist hier eine Messplatte 34 auf, welche bei der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform senkrecht zu der Messplatte bzw. dem Messelement 32 steht. Damit wird hier an zwei orthogonal zueinander angeordneten Platten der durch die Elektronenwolke W abgeleitete Elektronenstrahl bestimmt.

**[0053]** Es wäre jedoch auch möglich, dass zwei derartige Platten nicht wie in Figur 5 gezeigt, sondern in beispielsweise zueinander senkrechten Richtungen seitlich an der Elektronenwolke verlaufen. Auch sind, wie oben erwähnt, andere Winkel dieser Messelemente 32, 34 denkbar. Das Bezugszeichen d1 kennzeichnet einen kürzesten Abstand zwischen dem Messelement 32 und dem Austrittsfenster und das Bezugszeichen d2 kennzeichnet einen kürzesten Abstand zwischen dem Messelement 34 und dem Austrittsfenster. Man erkennt, dass die Richtungen dieser Abstände hier zueinander senkrecht sind. Die Bezugszeichen X und Z kennzeichnen die jeweils (mittleren) Ausbreitungsrichtungen der Ladungsträger bzw. Elektronen. Die Bezugszeichen M1 und M2 kennzeichnen die von den Messeinrichtungen 36 ausgegebenen Werte, die, wie oben erwähnt voneinander unabhängig sind und jeweils der in Fig. 1 gezeigten Auswerteeinheit 25 zugeführt werden. Das Bezugszeichen 38 kennzeichnet wieder eine Stromquelle.

**[0054]** Das Bezugszeichen 30 kennzeichnet einen Träger, an den die beiden Messelemente 32 und 34 angeordnet sind. Der Träger 30 ist hier als Isolator ausgeführt, so dass kein elektrischer Stromfluss zwischen den

beiden Messelementen 32 und 34 möglich ist und so die beiden Messgeräte 36 voneinander unabhängig die jeweiligen durch die Ladungsträger auftreffenden Ströme messen können.

**[0055]** Vorteilhaft kann die in Figur 5 gezeigte Messeinrichtung zwischen dem Einlauf und dem Auslauf einer Sterilisationsanordnung platziert sein. Die einzelnen kontinuierlich strahlenden Sterilisationseinrichtungen bzw. Fingeremitter erzeugen in Kontakt mit der Sensoreinheit 20 hier einen Strom. Dieser erlaubt in seiner Stärke durch den Vergleich zwischen den beiden Messelementen 32 und 34 eine Aussage und auch eine Kontrolle der Elektronenwolke W bzw. des Elektronenstrahls und damit des Sterilisationsvermögens.

**[0056]** Die Erfindung ist jedoch nicht auf die hier gezeigten Strahlfinger, welche in das Innere der Behältnisse eingeführt werden, beschränkt, sondern lässt sich etwa auch auf stationär angeordnete Ladungsträger- und insbesondere Elektronenstrahler anwenden.

**[0057]** Die Anmelderin behält sich vor, sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale als erfindungswesentlich zu beanspruchen, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

25

#### Bezugszeichenliste

#### [0058]

30	1	Sterilisationseinrichtungen
	2	Ladungsträgererzeugungseinrichtung
	4	(Ladungsträger-) Beschleunigungseinrichtung
	6	Gehäuse
35	10	Kunststoffbehältnisse
	12	Austrittsfenster
	14	drehbarer Träger
	20	Sensoreinheit
	22	erste Sensoreinrichtung
40	24	zweite Sensoreinrichtung
	25	Auswerteeinheit
	26	Zuordnungseinrichtung
	27	Speichereinrichtung
	28	Vergleichseinrichtung
45	29	Anzeigeeinrichtung bzw. Informationsausgabeinrichtung
	30	Träger
	32	Messplatte/Messelement
	34	Metallplatte/Messelement
50	36	Messeinrichtung, Messgerät
	38	Stromquelle
	40	Reinraum
	50	Strahlfinger
	52	Halteeinrichtung
55	62	Bewegungseinrichtung
	70	Sterilisationseinrichtung/Sterilisationsanordnung
	72	Zuführeinrichtung

74	Zuführrad
76	Abführad
120	Sensoreinrichtung (Stand der Technik)
132	Messplatte (Stand der Technik)
136	Strommessgerät (Stand der Technik)
138	Stromquelle (Stand der Technik)
d1, d2	kürzeste Abstände
M1, M2	Messwert
W	Elektronenwolke
X	vorgegebene Richtung X
Z	vorgegebene Richtung Z

### Patentansprüche

- Vorrichtung zum Sterilisieren von Behältnissen (10) mit einer Ladungsträgererzeugungseinrichtung (2), welche Ladungsträger erzeugt, mit einer Beschleunigungseinrichtung (4), welche die Ladungsträger in einer vorgegebenen Richtung (Z) innerhalb eines Gehäuses (6) beschleunigt und mit einem Austrittsfenster (12) durch welches die Ladungsträger aus dem Gehäuse (6) austreten, wobei die Vorrichtung eine Sensoreinheit (20) aufweist, welche wenigstens einen Messwert erfasst, der für die aus dem Austrittsfenster (12) austretenden Ladungsträger charakteristisch ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinheit (20) eine erste Sensoreinrichtung (22) aufweist, welche bezüglich des Austrittsfensters (12) derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer ersten vorgegebenen Richtung (Z) von dem Austrittsfenster (12) zu der ersten Sensoreinrichtung (22) gelangen sowie eine zweite Sensoreinrichtung (24), welche bezüglich des Austrittsfensters (12) derart angeordnet ist, dass sie Ladungsträger erfasst, welche in einer zweiten vorgegebenen Richtung (X) von dem Austrittsfenster (12) zu der zweiten Sensoreinrichtung (24) gelangen, wobei die Sensoreinrichtungen (22, 24) unabhängig voneinander jeweils Messwerte (M1, M2) erfassen, die für die aus dem Austrittsfenster (12) austretenden Ladungsträger charakteristisch sind.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine kürzeste Verbindung (d1) zwischen der ersten Sensoreinrichtung (22) und dem Austrittsfenster (12) sowie eine kürzeste Verbindung (d2) zwischen der zweiten Sensoreinrichtung (24) und dem Austrittsfenster (12) einen Winkel miteinander einschließen, der zwischen 10° und 170°, bevorzugt zwischen 20° und 160°, bevorzugt zwischen 30° und 150°, bevorzugt zwischen 40° und 140°, besonders bevorzugt zwischen 50° und 130°, besonders bevorzugt zwischen 60° und 120° liegt.
- Vorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Sensoreinrichtung (22, 24) ein flächiges oder eine vorgegebene Fläche umgebendes Messelement (32, 34) aufweist, auf welches die Ladungsträger auftreffen können.
- Vorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Sensoreinrichtung (22) ein erstes Messelement (32) aufweist und die zweite Sensoreinrichtung (24) ein zweites Messelement (34) aufweist, welche bezüglich einander elektrisch isoliert sind.
  - Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messelemente (32, 34) an einem gemeinsamen Träger (30) angeordnet sind.
  - Vorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Sensoreinrichtung (22, 24) eine Messeinrichtung (36) zum Messen eines elektrischen Stroms aufweist.
  - Vorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Austrittsfenster (12) beweglich gegenüber der Sensoreinheit (20) angeordnet ist
  - Verfahren zum Sterilisieren von Behältnissen (10), wobei die zu sterilisierenden Behältnisse (10) entlang eines vorgegebenen Transportpfades transportiert werden und während dieses Transports mittels Ladungsträgern sterilisiert werden, wobei die Ladungsträger von einer Ladungsträgererzeugungseinrichtung (2) erzeugt und von einer Ladungsträgerbeschleunigungseinrichtung (4) in Richtung eines Austrittsfensters (12) beschleunigt werden und durch dieses Austrittsfenster (12) austreten und auf eine Oberfläche der Behältnisse (10) gelangen, wobei mittels einer Sensoreinheit (20) wenigstens ein Messwert erfasst wird, der für die aus dem Austrittsfenster (12) austretenden Ladungsträger charakteristisch ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels einer ersten Sensoreinrichtung (22), solche Ladungsträger erfasst werden, welche sich in einer ersten vorgegebenen Richtung (Z) von dem Austrittsfenster entfernen und mittels einer zweiten Sensoreinrichtung (24) solche Ladungsträger erfasst werden, welche sich in einer zweiten vorgegebenen Richtung (X) von dem Austrittsfenster entfernen und die erste Sensoreinrichtung (22) sowie die zweite Sensoreinrichtung (24) unabhängig voneinander Messwerte (M1, M2) erfassen, welche für die jeweils

erfassten Ladungsträger charakteristisch sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mittels wenigstens einer Sensoreinrichtung (22, 24) 5  
Ladungsträger erfasst werden, welche auf eine vor-  
gegebene geometrische Fläche auftreffen oder  
durch diese geometrische Fläche hindurchtreten.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwerte elektrische Ströme sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

