



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 005 600 B3** 2009.04.23

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 005 600.6**

(22) Anmeldetag: **22.01.2008**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B64G 1/22 (2006.01)**
B64G 1/66 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:

**Paul & Albrecht Patentanwaltssozietät, 41460
Neuss**

(72) Erfinder:

Alwes, Detlef, 53604 Bad Honnef, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

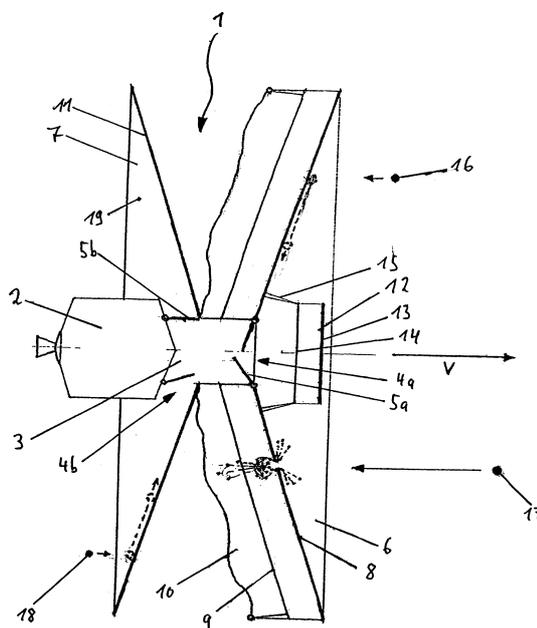
US 49 36 528 A

US 49 91 799 A

DE 39 43 374 C2

(54) Bezeichnung: **Sammelvorrichtung zum Einfangen von Müllobjekten im Weltraum**

(57) Zusammenfassung: Dargestellt und beschrieben ist eine Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum mit einer Antriebseinheit (2), einem daran befestigten Sammelbehälter (3), der an seiner Vorderseite eine Einlassöffnung (4a) aufweist, und eine die Einlassöffnung (4a) umgebene Auffangplatte (6), die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Auffangplatte (6) eine vordere Wandung (8) und eine hintere Wandung (9) aufweist, wobei zwischen den Wandungen (8, 9) ein Hohlraum gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sammelvorrichtung zum Einfangen von Müllobjekten im Weltraum mit einer Antriebseinheit, einem daran befestigten Sammelbehälter, der an seiner Vorderseite eine Einlassöffnung aufweist, und einen die Einlassöffnung umgebenden Auffangplatte.

[0002] Müllobjekte im Weltraum stellen für die Raumfahrt ein ernstzunehmendes Problem dar, da bereits kleine Teilchen aufgrund der großen Geschwindigkeiten beim Auftreffen auf Flugkörper Schäden anrichten, die bis zum Verlust des Flugkörpers reichen können. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, dass einerseits die Anzahl der Flugkörper, die sich im Weltraum um die Erde befinden, ständig zunimmt. Weiterhin werden alte Flugkörper nicht mehr genutzt und damit zu Müll, wobei zerstörte Flugkörper oder verlorene Teile davon zum Weltraummüll beitragen.

[0003] Die Müllobjekte, die für Flugkörper eine Gefahr darstellen, befinden sich wie diese Flugkörper auch auf einer Umlaufbahn um die Erde. Um auf der Umlaufbahn zu verbleiben müssen alle Objekte die gleiche Geschwindigkeit aufweisen, da nur so jeweils ein Gleichgewicht zwischen der auf den Körper wirkenden Gravitationskraft und der Zentrifugalkraft vorhanden ist. Die Umlaufrichtung der Objekte auf dieser Umlaufbahn ist dabei unerheblich, sodass sie sich in entgegengesetzten Richtungen auf dieser Umlaufbahn bewegen können. Somit kann die Aufprallgeschwindigkeit in Flugrichtung vorne sehr hoch sein und das Doppelte der Bahngeschwindigkeit des Flugkörpers betragen. Generell steigt die Gefahr der Schädigungen für den Flugkörper mit der Geschwindigkeit des Aufpralls und der Größe des Objekts.

[0004] Um größere Objekte aus dem Weltraum zu beseitigen, werden diese gezielt angesteuert und eingefangen oder abgelenkt, so dass sie keine Gefahr mehr darstellen. Alternativ ist es möglich, den Kurs der Flugkörper so weit zu verändern, dass eine Kollision mit diesen Objekten sicher vermieden werden kann. Insbesondere kleine Objekte im Bereich von 1 mm bis 10 cm lassen sich jedoch nur schwer lokalisieren, weshalb auch eine Vermeidung des Zusammenpralls mit diesen Objekten kaum möglich ist.

[0005] Dieses Problem wird noch dadurch verstärkt, dass sich die Raumfahrt auf einige wenige bevorzugte Umlaufbahnen konzentriert. Dies sind wie zum Beispiel die geostationäre Umlaufbahn in einer Höhe von 35.786 km, die insbesondere für Kommunikations- und Wettersatelliten genutzt wird, oder niedrige Umlaufbahnen im Bereich von wenigen hundert Kilometern, die aufgrund ihrer Erdnähe bevorzugt für die Navigation, die Erdbeobachtung und auch bemannte Raumflüge genutzt werden. Somit besteht insbeson-

dere auf diesen bevorzugten Umlaufbahnen die Notwendigkeit, den Betrieb der Flugobjekte sicherer zu gestalten, indem ein Kollisionsrisiko mit Weltraummüll weitgehend ausgeschlossen wird.

[0006] Eine Vorrichtung zum Einfangen von Müllobjekten im Weltraum ist zum Beispiel aus der US 4.936.528 A bekannt. Diese Vorrichtung verfügt über eine trichterförmige Öffnung, in der auftreffende Müllobjekte mit einer Größe kleiner als 1 cm mit Tröpfchen eines Kollisionsmediums, das am oberen Rand der Trichteröffnung zugeführt wird, oder mit Sammelfäden kollidieren und dabei verdampfen. Die Rückstände des Aufschlags werden in der Vorrichtung gesammelt, wobei die Rückstände von dem Kollisionsmedium getrennt werden, so dass die Flüssigkeit wiederverwendet werden kann. Das Funktionsprinzip beruht hier also auf Kollision mit sehr großen Geschwindigkeiten zwischen dem Kollisionsmedium und den Müllobjekten, bei der die Objekte verdampfen und die Überreste in der Vorrichtung eingesammelt werden.

[0007] Nachteilig an diesem Stand der Technik ist, dass diese Vorrichtung im Betrieb einen sehr großen Aufwand durch das Bereitstellen des Kollisionsmediums erfordert. Auch kann nur ein kleiner Bereich in der Flugbahn vor der Vorrichtung von Müllobjekten befreit werden.

[0008] In der DE 39 43 374 C2 wird eine andere Vorrichtung beschrieben, die mit Hilfe eines Laserstrahls Müllobjekte im Weltraum entweder vollständig verdampft oder durch teilweise Verdampfung aus ihrer bisherigen Umlaufbahn ablenkt. Hier wird als nachteilig angesehen, dass für den Betrieb des Lasers eine sehr große Energie erforderlich ist. Das Verfahren ist aufgrund der Größe und der teilweise hohen Geschwindigkeit der Müllobjekte auch äußerst schwierig anzuwenden, und es besteht die Gefahr der versehentlichen Bestrahlung und Zerstörung von anderen im Betrieb befindlichen Flugobjekten. Des Weiteren ist ein gezielter Einsatz dieser Vorrichtung nur bei bereits erfassten Objekten möglich, d. h. Objekten von etwa 0,5 m Durchmesser und größer. Kleinere Objekte müssen von dieser Vorrichtung selbstständig erkannt und ihrer Position entsprechend bestimmt werden, was äußerst schwierig durchzuführen ist.

[0009] Eine weitere derartige Vorrichtung ist aus der US 4.991.799 A bekannt. Diese Vorrichtung verfügt über eine Mehrzahl Einschlagplatten, die an einer Müllüberwachungsvorrichtung, die an einer zentralen Rotationsachse der Müllsammelvorrichtung vorgesehen ist, angebracht sind. Die Müllüberwachungsvorrichtung erfasst individuelle Weltraummüllpartikel und entscheidet abhängig von Größe und Geschwindigkeit, ob die Platten der Müllsammelvorrichtung so ausgerichtet werden, dass das Partikel auf eine der

Platten aufrifft und damit aufgesammelt wird, oder zwischen den Platten hindurchgelassen wird, um die Müllsammelvorrichtung vor Beschädigungen zu schützen. Damit ist diese Müllsammelvorrichtung lediglich für Partikel mit einer geringen kinetischen Energie geeignet, d. h. entweder größere Partikel mit einer geringen Geschwindigkeit oder kleine Partikel mit einer größeren Geschwindigkeit.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die auf einfache Weise eine möglichst große Menge von Müllobjekten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Größen aus dem Weltraum entfernen kann.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Auffangplatte eine vordere Wandung und eine hintere Wandung aufweist, wobei zwischen den Wandungen ein Hohlraum gebildet ist.

[0012] Grundgedanke der Erfindung ist es mit einer Platte Müllobjekte, die sich in der Bewegungsbahn der Vorrichtung befinden, abzubremesen und einzusammeln. Dabei werden die Müllobjekte zunächst durch den Aufprall auf die vordere Wandung des Auffangtrichters abgebremst und dann entlang der vorderen Wandung in den Sammelbehälter geleitet. Wenn der Aufprall so stark ist, dass die Müllobjekte die vordere Wandung durchschlagen, treten sie in den Hohlraum hinter der vorderen Wandung ein und werden dort gesammelt. Beim Durchschlagen der vorderen Wandung entstehende Trümmerteilchen, die nicht in den Hohlraum eintreten, werden ebenfalls von der Auffangplatte in den Sammelbehälter geleitet. Dieser Aufbau der Sammelvorrichtung ermöglicht somit das Sammeln von Müllobjekten unterschiedlicher Größe und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

[0013] Insbesondere kann die Auffangplatte trichterförmig ausgeführt sein. Dadurch wird ermöglicht, dass Müllobjekte, die an einer beliebigen Stelle auf die Auffangplatte auftreffen, zuverlässig in den Sammelbehälter geleitet werden.

[0014] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Auffangplatte aufklappbar. Damit kann die Platte im zusammengeklappten Zustand auf einfache und bekannte Weise in den Weltraum transportiert werden und entfaltet nach dem Aufklappen ihre volle Funktionalität.

[0015] Auch kann vor der Einlassöffnung eine Abschirmung vorgesehen sein, welche die Einlassöffnung überdeckt. Die Abschirmung verhindert, dass Müllobjekte direkt mit der Sammelvorrichtung kollidieren können, wodurch eine Beschädigung der Sammelvorrichtung weitgehend vermieden wird.

[0016] Insbesondere kann die Abschirmung eine

vordere Wandung und eine hintere Wandung aufweisen, wobei zwischen den Wandungen ein Hohlraum ausgebildet ist. Damit weist die Abschirmung prinzipiell den gleichen bzw. ähnlichen Aufbau und die gleiche Funktion auf wie die Auffangplatte.

[0017] Zusätzlich können die Hohlräume der Auffangplatte und/oder der Abschirmung durch wenigstens eine Zwischenschicht parallel zu den Wandungen unterteilt sein. Der mehrschichtige Aufbau ermöglicht es, besonders energiereiche Müllobjekte aufzufangen, ohne dass diese die Auffangplatte in ihrer Gesamtheit durchschlagen und damit teilweise unbrauchbar machen. Andererseits kann die Verwendung mehrerer Schichten auch für ein kontrolliertes Eindringen der Müllobjekte in die Auffangplatte oder der Abschirmung genutzt werden, so dass ein größerer Teil von Müllobjekten darin gesammelt wird, ohne in den Sammelbehälter geleitet zu werden.

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Hohlräume der Auffangplatte und/oder der Abschirmung mit einem Füllmaterial ausgefüllt. Das Füllmaterial kann ein Schaummaterial, insbesondere ein Aerogel oder ein Kunststoffschäum sein. Das Füllmaterial dient dazu, die Müllobjekte bzw. die beim Durchschlagen von wenigstens der vorderen Wandung der Auffangplatte oder der Abschirmung entstehenden Bruchstücke weiter abzubremesen und zu binden, wodurch sie nicht wieder aus dem Hohlraum austreten können. Die Verwendung eines Schaummaterials ermöglicht auch ein Ausschäumen erst nach dem Transport in den Weltraum, wobei der Schaum eine gleichmäßige Struktur aufweist.

[0019] Des weiteren kann an der Rückseite der hinteren Wandung der Auffangplatte eine beutelartige Auffangvorrichtung vorgesehen sein, die insbesondere die gesamte Rückseite der hinteren Wandung der Auffangplatte bedeckt. Der Zweck dieser Auffangvorrichtung besteht darin, Müllobjekte bzw. deren Bruchstücke, welche die hintere Wandung der Auffangplatte durchschlagen, einzusammeln.

[0020] In besonderer Ausgestaltung der Erfindung weist der Sammelbehälter eine zweite Einlassöffnung auf und umgibt eine zweite Auffangplatte die zweite Einlassöffnung. Somit können sowohl Müllobjekte, die sich der Sammelvorrichtung von vorne nähern, wie auch Müllobjekte, die sich der Sammelvorrichtung von hinten nähern, gesammelt werden.

[0021] Auch die zweite Auffangplatte kann trichterförmig ausgeführt sein, wobei die Trichter in entgegengesetzte Richtungen zeigen. Die Trichterform ermöglicht wiederum ein besonders effektives Einsammeln von Müllobjekten, da Müllobjekte, die an einer beliebigen Stelle auf die Auffangplatte auftreffen, zuverlässig in den Sammelbehälter geleitet werden.

[0022] Die zweite Auffangplatte kann lediglich mit einer einfachen Wandung ausgeführt sein, da die Müllobjekte sich von hinten aufgrund der gleichen Umlaufrichtung nur mit einer geringeren Differenzgeschwindigkeit annähern können. Auch die zweite Auffangplatte kann aufklappbar sein, wodurch der Transport in den Weltraum erleichtert wird.

[0023] Zusätzlich kann in oder oberhalb der Auffangplatte ein magnetisches, ein elektrostatisches oder ein -dynamisches Feld erzeugbar sein, um Müllobjekte abzubremsen und/oder zu dem Sammelbehälter zu leiten. Somit wird nicht die gesamte Aufprallenergie von der Platte aufgenommen, so dass auch größere Objekte ohne die Gefahr von Beschädigungen eingesammelt werden können und die Lebensdauer der Platte erhöht wird.

[0024] An den Einlassöffnungen des Sammelbehälters können Verschlussklappen vorgesehen sein, durch welche die jeweilige Einlassöffnung verschlossen werden kann. Dadurch kann der Sammelbehälter bei Nichtbenutzung verschlossen werden, so dass die gesammelten Müllobjekte nicht entweichen können. Auch können die Verschlussklappen beispielsweise selektiv geöffnet werden, wenn ein Detektor erkennt, dass ein Müllobjekt entlang der Auffangplatte zu dem Sammelbehälter geleitet wird.

[0025] Besonders vorteilhaft sind Auffangplatte, Sammelbehälter und Antriebseinheit jeweils trennbar miteinander verbunden. Dies ermöglicht einen einfachen Transport der Sammelvorrichtung in den Weltraum, wobei gleichzeitig die Benutzung besonders großer Auffangplatten möglich ist. Außerdem können die Baugruppen einzeln ausgetauscht werden, wenn zum Beispiel der Sammelbehälter voll ist oder die Antriebseinheit über keinen Treibstoff mehr verfügt. Insbesondere bei der vorderen Auffangplatte ist davon auszugehen, dass sie einer kontinuierlichen Abnutzung durch das Aufsammeln insbesondere von Müllobjekten mit einer hohen Differenzgeschwindigkeit unterliegt und in gewissen Wartungsintervallen auszutauschen ist.

[0026] Außerdem weist die Sammelvorrichtung eine Steuerung auf, welche sie auf einer elliptischen Bahn zwischen einer inneren Umlaufbahn und einer äußeren Umlaufbahn um die Erde steuert. Diese Steuerung ist zum Beispiel nötig, um anderen Flugobjekten ausweichen zu können oder auch um bekannte Müllobjekte gezielt anzusteuern. Durch die Verwendung der elliptischen Bahn kann die Sammelvorrichtung Weltraummüllobjekten mit einer geringen Differenzgeschwindigkeit einsammeln, da auf einer stabilen Umlaufbahn alle Objekte näherungsweise die gleiche Geschwindigkeit aufweisen und nur Objekte mit entgegengesetztem Kurs gesammelt werden können. Bei der elliptischen Bahn beschleunigt die Sammelvorrichtung von einer geringen Geschwindigkeit an ei-

nem erdfernen Punkt ihrer Umlaufbahn zu einer hohen Geschwindigkeit auf einem erdnahen Punkt der Umlaufbahn, wobei diese Geschwindigkeiten von der Geschwindigkeit eines Objekts auf einer jeweils stabilen Umlaufbahn an einem dieser Punkte abweichen. Deshalb können die Müllobjekte mit einer geringen Differenzgeschwindigkeit sowohl mit dem vorderen wie auch mit dem hinteren Auffangtrichter eingesammelt werden.

[0027] Das Erzwingen einer Umlaufbahn mit einer von dieser Geschwindigkeit abweichenden Umlaufgeschwindigkeit würde den kontinuierlichen Betrieb des Antriebs erfordern und wäre damit in der Praxis kaum durchführbar. Wenn sich die Müllobjekte zwar mit der gleichen Geschwindigkeit, jedoch in die entgegengesetzte Drehrichtung bewegen, führt dies dazu, dass die Müllobjekte mit einer großen Differenzgeschwindigkeit auf die Sammelvorrichtung treffen.

[0028] Schließlich können mehrere Sammelvorrichtungen gekoppelt sein, um an einem größeren Bereich gemeinsam Müllobjekte einzusammeln. Die Kopplung kann sowohl mechanisch ausgeführt sein, indem mehrere Sammelvorrichtungen aneinander verbunden werden, als auch durch eine gemeinsame Steuerung der Sammelvorrichtungen, bei der die Sammelvorrichtungen so gesteuert werden, dass sich die Auffangplatten jeweils möglichst nah aneinander annähern. Um eine möglichst lückenlose Abdeckung des Sammelbereichs zu erreichen, sind die Auffangplatten hier beispielsweise quadratisch oder rechteckig ausgeführt, so dass sie sich ohne Zwischenräume einander anfügen lassen.

[0029] Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung wird auf die Unteransprüche sowie die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen verwiesen. In der Zeichnung zeigt:

[0030] [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße Sammelvorrichtung in Schnittansicht im Zusammenhang mit auftreffenden Müllobjekten, und

[0031] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der Flugbahn der Sammelvorrichtung aus [Fig. 1](#) zwischen zwei Erdumlaufbahnen.

[0032] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Sammelvorrichtung **1** zum Einfangen von Müllobjekten im Weltraum gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Sammelvorrichtung **1** verfügt über eine Antriebseinheit **2** und einen Sammelbehälter **3**, der vor der Antriebseinheit **2** angeordnet ist. Der Sammelbehälter **3** weist in seiner vorderen Stirnfläche eine Einlassöffnung **4a** und am hinteren Ende in seinen Seitenwänden Einlassöffnungen **4b** auf. An den Einlässen **4a**, **4b** sind Verschlussklappen **5a**, **5b** vorgesehen, um die Einlässe **4a**, **4b** zu verschließen.

[0033] Die Einlassöffnungen **4a**, **4b** sind von einem vorderen Auffangtrichter **6** und einem hinteren Auffangtrichter **7** umgeben. Der vordere Auffangtrichter **6** ist als Hohlkörper mit einer vorderen Trichterwand **8** und einer hinteren Trichterwand **9** ausgeführt, wobei der zwischen den Trichterwänden **8**, **9** gebildete Hohlraum von einem Füllmaterial, hier z. B. auch ein Schaummaterial, ausgefüllt ist. An der Rückseite der hinteren Trichterwand **9** ist ein Sammelbeutel **10** vorgesehen, der die gesamte hintere Wand **9** abdeckt.

[0034] Der hintere Auffangtrichter **7** ist mit einer einfachen Wandung **11** ausgeführt und umgibt zusätzlich die Antriebseinheit **2**.

[0035] An dem vorderen Trichter **6** ist eine Abschirmung **12** befestigt, die die vordere Einlassöffnung **4a** des Sammelbehälters **3** vollständig überdeckt. Die Abschirmung **12** weist eine vordere Wand **13** und eine hintere Wand **14** auf, wobei ein dazwischen liegender Hohlraum mit Füllmaterial, hier z. B. ein Schaummaterial, gefüllt ist. Die Abschirmung **12** ist durch Verbindungsstreben **15**, die sich von der hinteren Wand **14** der Abschirmung **12** zu der vorderen Wand **8** des Auffangtrichters **6** erstrecken, an dem vorderen Auffangtrichter **6** befestigt.

[0036] In der [Fig. 1](#) ist die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Sammelvorrichtung **1** gezeigt, die sich in Richtung des Pfeils **V** bewegt. In Bewegungsrichtung vor der Sammelvorrichtung **1** befinden sich ein Müllobjekt **16**, das sich der Sammelvorrichtung **1** mit einer geringen Geschwindigkeit nähert, und ein Müllobjekt **17**, das sich mit einer großen Geschwindigkeit nähert. Hinter der Sammelvorrichtung **1** befinden sich ein Müllobjekt **18** und ein kleines Müllobjekt **19** ebenfalls mit einer geringen Annäherungsgeschwindigkeit an die Sammelvorrichtung **1**.

[0037] Die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen der Sammelvorrichtung **1** und den Müllobjekten **16**, **17**, **18**, **19** ergeben sich dadurch, dass die Sammelvorrichtung **1** auf einer elliptischen Bahn **E** zwischen einer inneren Kreisbahn **I** und einer äußeren Kreisbahn **A** um die Erde kreist. Die Sammelvorrichtung ändert dabei ihre Geschwindigkeit zwischen einem Punkt **P1**, der sich auf einer inneren Kreisbahn **I** befindet, und einem Punkt **P2**, der sich auf einer äußeren Kreisbahn **A** befindet (siehe [Fig. 2](#)). Die Geschwindigkeit ist an dem Punkt **P2** am geringsten und nimmt auf dem Weg zu dem Punkt **P1** kontinuierlich zu, um bei der Rückkehr zu dem Punkt **P2** wieder abzunehmen. Die Geschwindigkeit der Sammelvorrichtung **1** bei Überschneidung mit den Kreisbahnen **I**, **A** ist jeweils unterschiedlich zu den Geschwindigkeiten von Objekten, die sich auf einer stabilen Kreisbahn auf den Kreisbahnen **I**, **A** bewegen.

[0038] Die Umlaufgeschwindigkeit der Sammelvorrichtung **1** an dem Punkt **P2** auf der äußeren Umlauf-

bahn **A** ist geringer als die von Objekten auf der äußeren Kreisbahn **A**, während die Geschwindigkeit der Sammelvorrichtung **1** an dem Punkt **P1** auf der inneren Kreisbahn größer ist, als die von Objekten, die sich auf der Kreisbahn **I** bewegen.

[0039] An dem Punkt **P1** auf der inneren Kreisbahn **I** bewegt sich also ein Müllobjekt **16**, **17**, **18**, **19** mit der Geschwindigkeit V_i um die Erde, wobei die Rotation in entgegengesetzten Richtungen erfolgen kann. Die Sammelvorrichtung **1** bewegt sich an dem Punkt **P1** mit der Geschwindigkeit V_e , die größer ist als die der Müllobjekte **16**, **17**, **18**, **19**. Damit können die Müllobjekte **16**, **17**, **18**, **19** im Fall der gleichlaufenden Umlaufbahn mit der Differenzgeschwindigkeit $V_e - V_i$ auf den vorderen Auffangtrichter **6** auftreffen oder im Falle der entgegenlaufenden Umlaufbahn mit der Differenzgeschwindigkeit $V_e + V_i$ ebenfalls auf den vorderen Auffangtrichter **6** auftreffen.

[0040] An dem Punkt **P2** bewegen sich die Müllobjekte **16**, **17**, **18**, **19** mit der Geschwindigkeit V_a auf einer stabilen Umlaufbahn um die Erde, wobei sich die Müllobjekte **16**, **17**, **18**, **19** in entgegengesetzten Richtungen bewegen können. Die Geschwindigkeit der Sammelvorrichtung **1** beträgt V_e' und ist kleiner als V_a . Damit können die Müllobjekte **16**, **17**, **18**, **19** entweder mit der Differenzgeschwindigkeit $V_a - V_e'$ auf den hinteren Auffangtrichter **7** auftreffen, oder mit der Differenzgeschwindigkeit $V_a + V_e'$ im Fall der entgegengesetzten Umkreisung der Erde auf den vorderen Auffangtrichter **6** auftreffen.

[0041] Die Müllobjekte **16**, **17** treffen mit einer geringen Differenzgeschwindigkeit auf die Vorderwand **8** des Auffangtrichters **6**. Objekt **16** zerfällt ggf. durch den Aufprall in mehrere Teile und wird durch seine verbleibende Bewegungsenergie entlang der Vorderwand **8** des Auffangtrichters **6** in Richtung des Sammelbehälters **3** geleitet. Im Betrieb sind die vorderen Einlassklappen **5a** geöffnet, so dass das Müllobjekt **16** in seiner Gesamtheit in dem Sammelbehälter **3** aufgenommen wird.

[0042] Das Müllobjekt **17** trifft mit einer großen kinetischen Energie auf die Vorderwand **8** des vorderen Auffangtrichters **6**, so dass das Müllobjekt **17** die Vorderwand **8** durchschlägt und dabei in mehrere Einzelteile zerfällt. Diese Einzelteile werden in dem Schaummaterial zwischen der Vorderwand **8** und der Hinterwand **9** weiter abgebremst und gebunden. Einige Einzelteile des Müllobjekts **17** verfügen jedoch nach dem Aufprall noch über eine so große kinetische Energie, dass sie auch durch die Hinterwand **9** des Auffangtrichters **6** hindurchtreten und dabei weiter zerfallen. Die entstehenden Bruchstücke liegen im wesentlichen als Staub vor und werden von dem Auffangbeutel **10** aufgesammelt. Bruchstücke des Müllobjekts **17**, die nicht durch die Vorderwand **8** des Auffangtrichters **6** hindurchgetreten sind, werden wie

bereits am Müllobjekt **16** beschrieben, in den Sammelbehälter **3** geleitet.

[0043] Die Funktionsweise der Abschirmung **12** ist vergleichbar mit der des vorderen Auffangtrichters **6**. Trümmerstücke oder Staub, die durch die Abschirmung **12** hindurchtreten, werden auf bereits beschriebene Weise von dem Auffangtrichter **6** eingefangen und in den Sammelbehälter **3** geleitet. Somit wird auch beim Auftreffen von Müllobjekten auf die Abschirmung **12** das Objekt vollständig eingesammelt.

[0044] Die Müllobjekte **18, 19** nähern sich von hinten der Sammelvorrichtung **1** an, wobei das Müllobjekt **18** beim Auftreffen auf den hinteren Auffangtrichter **7** zerfällt und die entstehenden Einzelteile entlang der Trichterwand **11** in den Sammelbehälter **3** geleitet werden. Das Müllobjekt **19** zerfällt beim Aufprall auf den Auffangtrichter **7** nicht, sondern wird in seiner Gesamtheit entlang der Trichterwand, **11** in den Sammelbehälter **3** geleitet.

[0045] Um die Sammelvorrichtung **1** möglichst effektiv zu gestalten, sollten die Auffangtrichter **6, 7** möglichst groß sein. Dies ist jedoch ein besonderes Problem, wenn die Sammelvorrichtung **1** von der Erde in das Weltall transportiert wird. Daher ist es sinnvoll, die Auffangtrichter **6, 7** auf nicht gezeigte Weise zusammenfaltbar auszuführen, so dass sich die Sammelvorrichtung **1** mit einer üblichen Transportvorrichtung ins Weltall transportieren lässt. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, die Sammelvorrichtung **1** in Einzelteilen in das Weltall zu transportieren, zum Beispiel wenn ihre Größe oder ihr Gewicht das Fassungsvermögen üblicher Raketen übersteigen. Für diesen Fall ist vorgesehen, dass die Auffangtrichter **6, 7** trennbar an dem Sammelbehälter **3** angebracht sind, so dass die Sammelvorrichtung **1** nachträglich im Weltall montiert werden kann. Außerdem weist insbesondere der vordere Auffangtrichter **6** nur eine begrenzte Lebensdauer auf, da Müllobjekte **17** mit einer großen Differenzgeschwindigkeit die Vorderwand **8** des vorderen Auffangtrichters **6** teilweise zerstören. Wenn die Zerstörung zu weit fortgeschritten ist, wird die Funktion des vorderen Auffangtrichters **6** eingeschränkt, so dass er ausgetauscht werden muss.

[0046] Der Sammelbehälter **3** hat ein endliches Fassungsvermögen, so dass bei vollständiger Befüllung das weitere Aufsammeln von Müllobjekten **16, 17, 18, 19** im Weltraum nicht mehr möglich ist. In diesem Fall muss auch der Sammelbehälter **3** separat ausgetauscht werden, wobei Austauschintervalle für den Sammelbehälter **3** und die Auffangtrichter **6, 7** zweckmäßigerweise synchronisiert werden. Auch die Antriebseinheit **2** weist aufgrund des begrenzten Treibstoffvorrats eine Lebensdauer auf, so dass auch hier ein Austausch notwendig werden kann.

Patentansprüche

1. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum mit einer Antriebseinheit (**2**), einem daran befestigten Sammelbehälter (**3**), der an seiner Vorderseite eine Einlassöffnung (**4a**) aufweist, und eine die Einlassöffnung (**4a**) umgebene Auffangplatte (**6**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auffangplatte (**6**) eine vordere Wandung (**8**) und eine hintere Wandung (**9**) aufweist, wobei zwischen den Wandungen (**8, 9**) ein Hohlraum gebildet ist.

2. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auffangplatte (**6**) trichterförmig ausgeführt ist.

3. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auffangplatte (**6**) aufklappbar ist.

4. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Einlassöffnung (**4a**) eine Abschirmung (**12**) vorgesehen ist, welche die Einlassöffnung (**4a**) überdeckt.

5. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschirmung (**12**) eine vordere Wandung (**13**) und eine hintere Wandung (**14**) aufweist, wobei zwischen den Wandungen (**13, 14**) ein Hohlraum gebildet ist.

6. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hohlräume der Auffangplatte (**6**) und/oder der Abschirmung (**12**) durch wenigstens eine Zwischenschicht parallel zu den Wandungen (**8, 9, 13, 14**) unterteilt sind.

7. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hohlräume der Auffangplatte (**6**) und/oder der Abschirmung (**12**) mit einem Füllmaterial ausgefüllt sind.

8. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Füllmaterial ein Schaummaterial, insbesondere ein Aerogel oder ein Kunststoffschäum ist.

9. Sammelvorrichtung (**1**) zum Einfangen von Müllobjekten (**16, 17, 18, 19**) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass an der Rückseite der hinteren Wandung (9) der Auffangplatte (6) eine beutelartige Auffangvorrichtung (10) vorgesehen ist.

10. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beutelartige Auffangvorrichtung (10) insbesondere die gesamte Rückseite der hinteren Wandung (9) der Auffangplatte (6) bedeckt.

11. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelbehälter (3) eine zweite Einlassöffnung (4b) aufweist und eine zweite Auffangplatte (7) die zweite Einlassöffnung (4b) umgibt.

12. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Auffangplatte (7) trichterförmig ausgeführt ist, wobei die Öffnungen der Auffangtrichter (6, 7) in entgegengesetzte Richtungen zeigen.

13. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Auffangplatte (7) aufklappbar ist.

14. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in oder oberhalb der Auffangplatte (6, 7) ein magnetisches, elektrostatisches oder -dynamisches Feld erzeugbar ist, um Müllobjekte (16, 17, 18, 19) abzubremesen und/oder zu dem Sammelbehälter (3) zu leiten.

15. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass an den Einlassöffnungen (4a, 4b) des Sammelbehälters (3) Verschlussklappen (5a, 5b) vorgesehen sind, durch welche die jeweilige Einlassöffnung (4a, 4b) verschlossen werden kann.

16. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffangplatten (6, 7), Sammelbehälter (3) und Antriebseinheit (2) jeweils trennbar miteinander verbunden sind.

17. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelvorrichtung (1) eine Steuerung aufweist, welche sie auf einer elliptischen

Bahn E zwischen einer inneren Kreisbahn 1 und einer äußeren Kreisbahn A um die Erde steuert.

18. Sammelvorrichtung (1) zum Einfangen von Müllobjekten (16, 17, 18, 19) im Weltraum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sammelvorrichtungen (1) gekoppelt sind, um in einem größeren Bereich gemeinsam Müllobjekte (16, 17, 18, 19) einzusammeln.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

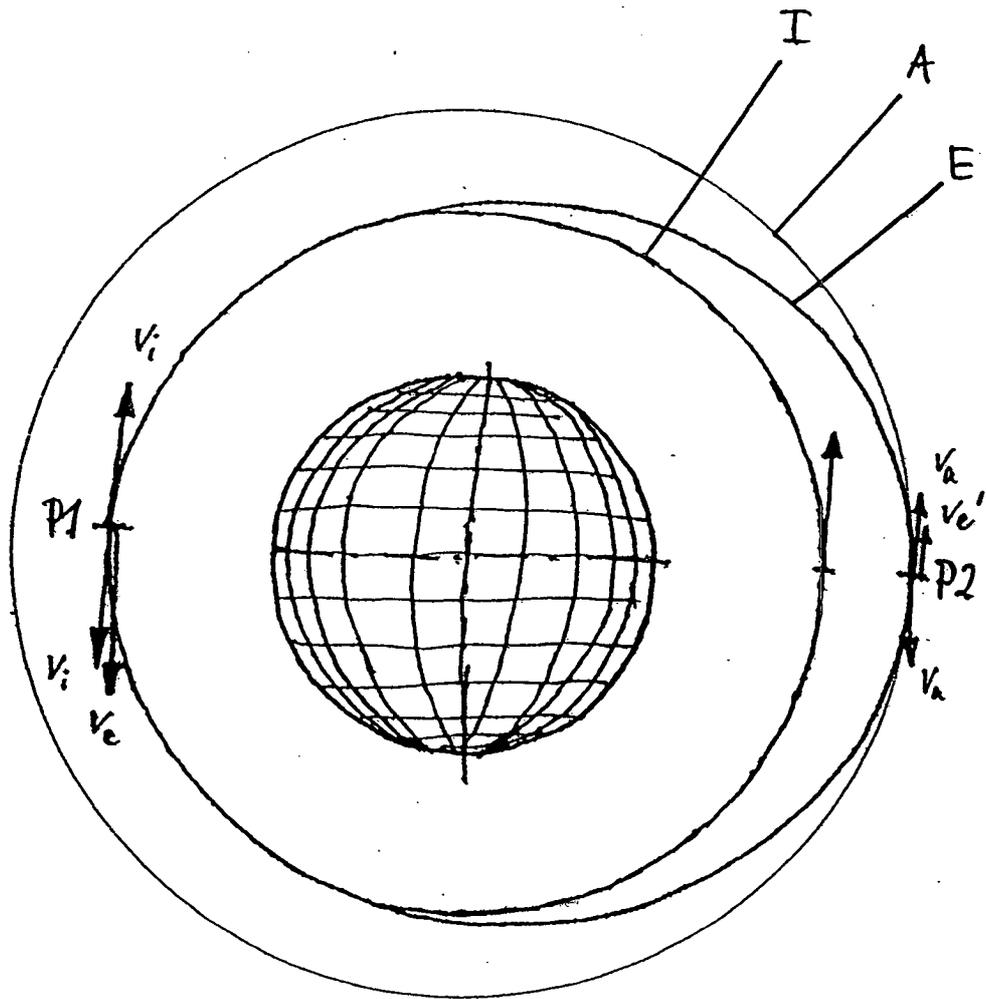


Fig. 2