



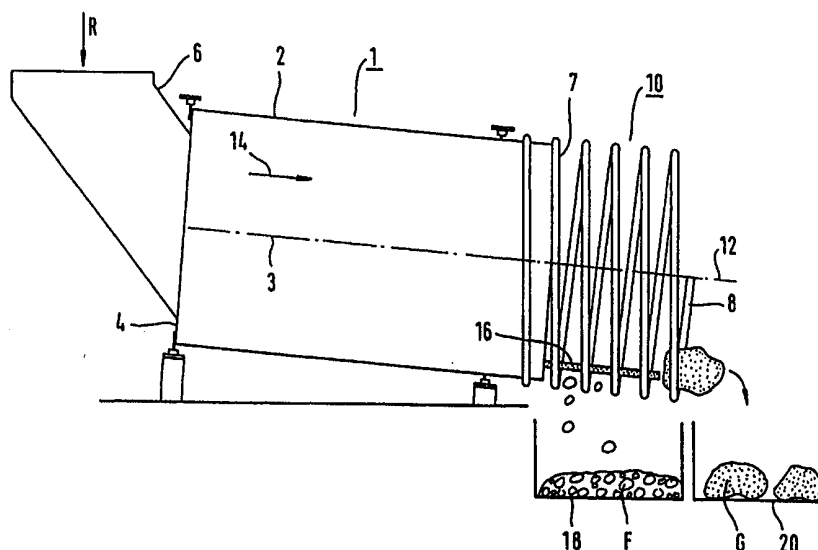
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B07B 1/18</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/61172</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Dezember 1999 (02.12.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01482 (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 1999 (17.05.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 23 018.4 22. Mai 1998 (22.05.98) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WERDINIG, Helmut [AT/DE]; Meuschelstrasse 13, D-90408 Nürnberg (DE). VON RHEIN, Winfried [DE/DE]; Goethestrasse 7, D-63579 Freigericht (DE). RIGGENMANN, Reinhold [DE/DE]; Spitalweg 39, D-89264 Weißenhorn (DE). GROPPER, Georg [DE/DE]; Tulpenweg 11, D-89264 Weißenhorn (DE).  (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, CZ, HU, IN, JP, KR, PL, RU, SK, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: SIEVING DEVICE FOR SOLID MATERIAL AND A METHOD FOR SIEVING SOLID MATERIAL

(54) Bezeichnung: SIEBVORRICHTUNG FÜR FESTSTOFF UND VERFAHREN ZUM SIEBEN VON FESTSTOFF

(57) Abstract

The aim of the invention is to provide a sure and trouble-free sieving of a solid material (R) using a sieving device (1) having an arrangement which is as simple as possible. To this end, a spiral (10) formed by a rod (8) which is wound in a helicoidal manner, or a plurality of such rods (8) are provided as a sieving device. Said rod(s) (8) can rotate around a longitudinal axis (3). For sieving, the solid material (R) is introduced into the inner space (11) formed by the rod (8), preferably with the assistance of an aligning device (2) for longitudinally extended solid material parts (16). The spirals (10) comprise, in particular, a bend so that the lodged solid materials (R) can automatically detach themselves. The sieving device (1) is especially suited for sieving pyrolysis residual material.



### (57) Zusammenfassung

Um eine sichere und störungsfreie Siebung von Feststoff (R) mit einer möglichst einfach ausgestalteten Siebvorrichtung (1) zu ermöglichen, ist gemäß der Erfindung als Siebvorrichtung (1) eine von einer schraubenförmig gewickelten Stange (8) gebildete Spirale (10) bzw. sind mehrere solche Stangen (8) vorgesehen, die um eine Längsachse (3) drehbar ist/sind. In den von der Stange (8) gebildeten Innenraum (11) wird der Feststoff (R) zur Siebung bevorzugt mit Hilfe einer Ausrichtvorrichtung (2) für langgestreckte Feststoffteile (16) eingebracht. Die Spirale (10) weist insbesondere eine Krümmung auf, so daß festgeklemmte Feststoffteile (R) sich selbsttätig lösen. Die Siebvorrichtung (1) dient insbesondere zur Siebung von Pyrolysereststoff.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Siebvorrichtung für Feststoff und Verfahren zum Sieben von Feststoff

5

Die Erfindung betrifft eine Siebvorrichtung sowie ein Verfahren zum Sieben von Feststoff, mit denen grobe Feststoffteile von feineren Feststoffteilen getrennt werden.

10 In vielen technischen Anwendungsgebieten ist es notwendig, daß Feststoffe, die beispielsweise in Schüttgut enthalten sind, in mehrere Fraktionen getrennt werden. Die Fraktionen werden in der Regel nach unterschiedlichen Feststoffgrößen, Feststoffgeometrien oder Feststoffbeschaffenheiten unter-

15 teilt. Eine Trennung der Feststoffe ist immer dann erwünscht, wenn die unterschiedlichen Feststofffraktionen einer weiteren Behandlung zugeführt werden sollen.

In der Bauindustrie wird beispielsweise anfallender Bauschutt von großen und sperrigen Schuttanteilen getrennt, die dann sortiert und wiederverwertet werden. Der abgetrennte feinere Bauschutt wird beispielsweise auf einer dafür vorgesehenen Deponie entsorgt.

25 Auf dem Gebiet der Abfallentsorgung wird im Hinblick auf eine möglichst umweltschonende Entsorgung eine Trennung und Sortierung des Abfalls oder der bei der Abfallverwertung anfallenden Reststoffe immer bedeutender. Ein wesentlicher Punkt hierfür ist eine Trennung des Abfalls nach seiner Größe. Die

30 Trennung kann vor der Verwertung des Abfalls durchgeführt werden; sie kann aber auch ein wesentlicher Verfahrensschritt bei der Abfallverwertung selbst sein.

Zur Abfallbeseitigung sind thermische Verfahren bekannt, bei denen der Abfall in Müllverbrennungsanlagen verbrannt oder in Pyrolyseanlagen pyrolisiert, d.h. unter Luftabschluß einer

35 Temperatur von etwa 400 °C bis 700 °C unterzogen wird. Bei

beiden Verfahren ist es sinnvoll, den nach der Verbrennung bzw. den nach der Pyrolyse verbleibenden Reststoff zu trennen, um ihn entweder einer Wiederverwertung zuzuführen oder ihn in geeigneter Weise zu entsorgen. Ziel ist es dabei, den  
5 auf einer Deponie endzulagernden Reststoff möglichst gering zu halten.

Aus der EP-A-0 302 310 und aus der Firmenschrift „Die Schwel-Brenn-Anlage, eine Verfahrensbeschreibung“, Herausgeber Siemens AG, Berlin und München, 1996, ist als Pyrolyseanlage  
10 eine sogenannte Schwel-Brenn-Anlage bekannt, bei der im wesentlichen ein zweistufiges Verfahren durchgeführt wird. In der ersten Stufe wird der angelieferte Abfall in eine Schweltrommel (Pyrolysereaktor) eingebracht und dort verschwelt  
15 (pyrolisiert). Bei der Pyrolyse entstehen in der Schweltrommel Schwelgas und Pyrolysereststoff. Das Schwelgas wird zusammen mit brennbaren Teilen des Pyrolysereststoffs in einer Hochtemperatur-Brennkammer bei Temperaturen von ca. 1200 °C verbrannt. Die dabei entstehenden Abgase werden anschließend  
20 gereinigt.

Der Pyrolysereststoff weist neben den brennbaren Teilen auch nichtbrennbare Anteile auf. Die nichtbrennbaren Anteile setzen sich im wesentlichen aus einer Inertfraktion, wie Glas,  
25 Steine oder Keramik, sowie aus einer Metallfraktion zusammen. Die Wertstoffe des Reststoffs werden aussortiert und der Wiederverwertung zugeführt. Für die Aussortierung sind Verfahren und Komponenten notwendig, die einen zuverlässigen und kontinuierlichen Betrieb gewährleisten.

30 Bei Siebvorrichtungen besteht oftmals das Problem, daß sich die Siebflächen zusetzen. Dann fällt die Siebvorrichtung aus, oder sie muß zumindest einer aufwendigen und personalintensiven Reinigung unterzogen werden. Das Problem der Verstopfung  
35 der Siebvorrichtung tritt insbesondere bei einer stark inhomogenen Zusammensetzung des zu trennenden Feststoffs auf. So verhaken sich beispielsweise Drähte in als Siebflächen ver-

wendeten Lochblechen, so daß die einzelnen Löcher zunächst verengt werden und sich mit der Zeit zusetzen.

Der bei der Pyrolyse anfallende Reststoff ist typischerweise ein solch stark inhomogener Feststoff, der hinsichtlich seiner stofflichen Zusammensetzung, seiner Größe und der Geometrie seiner Feststoffteile große Unterschiede aufweist. In dem Reststoff befinden sich neben Steinen, Glasscherben und größeren Metallteilen auch langgestreckte Stangen sowie in sich verwundene Drähte (Drahtgewölle).

Zur Trennung von grobem Pyrolysereststoff ist beispielsweise aus der WO 97/26495 eine Austragsvorrichtung für Pyrolysereststoff aus einer Schweltrommel bekannt. Die Austragsvorrichtung umfaßt eine Fördereinrichtung, die einen sägezahnartig profilierten Trennboden mit einem daran angeschlossenen Stangensieb aufweist. Der Trennboden wird in Schwingungen versetzt, so daß sich auf dem Trennboden die feinen von den groben Anteilen trennen. Die feinen Anteile fallen durch das anschließende Stangensieb hindurch, während die groben Anteile auf dem Stangensieb weitergleiten. Drahtgewölle kann sich jedoch an den Stangen verhängen und zu einer Verstopfung führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Siebvorrichtung sowie ein Verfahren zum Sieben von Feststoff anzugeben, bei denen ein kontinuierlicher Betrieb mit einfachen Mitteln gewährleistet ist, ohne daß Verstopfungen auftreten.

Die auf die Vorrichtung bezogene Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch eine Siebvorrichtung für Feststoff gelöst, die um ihre Längsachse drehbar ist, die eine entlang einer Schraubenlinie gewundene Stange aufweist, und in deren durch die Stange gebildeten Innenraum der Feststoff einbringbar ist.

Der entscheidende Vorteil einer derartig ausgestalteten Siebvorrichtung ist darin zu sehen, daß an der Stange kein Drahtgewölle oder sonstiger Feststoff haften bleiben kann. Denn durch die Drehung der Siebvorrichtung wird das Drahtgewölle aufgrund der Stangenwindung in Förderrichtung von dieser heruntergeschoben. Verstopfungen sind also wirksam vermieden.

In einer bevorzugten Ausführung ist die Stange als Spirale mit mehreren Windungen, insbesondere mit etwa vier bis zehn Windungen, ausgebildet.

Bei einer derartigen Siebvorrichtung, die auch als „Spiralsieb“ bezeichnet werden kann, wird der zu siebende Feststoff in den von der dreidimensionalen Spirale gebildeten Innenraum eingebracht. Feiner Feststoff, der geringere Ausmaße aufweist als der Abstand zwischen zwei Windungen der Spirale, fällt durch die Spirale hindurch, während grober Feststoff im Innenraum weiter gefördert wird. Durch eine geeignete Wahl der Abstände zwischen den Windungen kann die maximale Größe des gesiebten feineren Feststoffanteils eingestellt werden. Durch die Drehbewegung der Spirale wird ein sicherer und kontinuierlicher Transport der gröberen Feststoffteile in Förderrichtung vom Spiralbeginn zum Spiralende gewährleistet.

Ein wesentlicher Vorteil bei der Spirale besteht darin, daß eventuell zwischen zwei Windungen festgeklemmte Abfallteile durch die Drehbewegung emporgehoben werden und insbesondere am oberen Umkehrpunkt aufgrund ihres Eigengewichts herabfallen. Die einfache und robuste Ausgestaltung der Siebvorrichtung als Spirale vermeidet daher selbsttätig bleibende Verstopfungen und ermöglicht einen kontinuierlichen Betrieb.

In einer zweckdienlichen Ausführung ist eine Anzahl von Stangen vorgesehen, deren Stangenanfänge drehversetzt angeordnet sind. Jede Stange verläuft dabei entlang einer Schraubenli-

nie. Ein solches Sieb mit mehreren Stangen wird auch als mehrgängiges Sieb bezeichnet.

In einer zu dem Spiralsieb alternativen Ausführungsform ist der Drehwinkel der Stangen kleiner als  $360^\circ$ . Insbesondere ist der Drehwinkel kleiner oder etwa gleich  $180^\circ$ . Durch die Ausgestaltung mit mehreren Stangen, die keine volle Umdrehung vollziehen, kann die Siebvorrichtung im Vergleich zu einem Spiralsieb mit mehreren Windungen robuster ausgestaltet werden.

Vorteilhafterweise ist sowohl beim Spiralsieb als auch beim mehrgängigen Sieb ein bezüglich der Stange feststehendes Stangenelement vorgesehen. Dieses verläuft im wesentlichen parallel zu der von der Spirale gebildeten Außenfläche bzw. parallel zu der von dem mehrgängigen Sieb gebildeten Außenfläche.

Dieses Stangenelement wirkt folgendermaßen als Abstreifelement: Verhakt sich ein Drahtgewölle an der Stange, so wird dieses Drahtgewölle aufgrund der Drehbewegung des Siebs gegen das feststehende Stangenelement geführt und wird durch dieses entlang der Schraubenlinie von der Stange abgestreift. Um dies zu erreichen ist der Drehsinn der Stange auf die Drehrichtung der Siebvorrichtung geeignet abgestellt.

Für ein möglichst effizientes Abstreifen ist das Stangenelement ebenfalls entlang einer Schraubenlinie gewunden, und zwar insbesondere gegenläufig zu der Stange, so daß es mit der Stange beispielsweise einen Winkel von bevorzugt  $90^\circ$  einschließt.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist beim Spiralsieb die Spirale nur an einem ihrer beiden Enden befestigt, so daß die Spiralachse aufgrund des Eigengewichts zu ihrem unbefestigten Ende hin in Richtung der Schwerkraft nach unten gekrümmt ist. Bevorzugt wird die Spirale nur am Spiral-

beginn gehalten, während das in Förderrichtung gelegene Spirale frei hängend ausgebildet ist.

Alternativ zu einer einseitig befestigten Spirale kann auch  
5 eine bereits gekrümmt ausgebildete Spirale beidseitig befestigt werden. Wesentlich ist, daß die Spirale gekrümmt ist.

Der entscheidende Vorteil der Krümmung ist darin zu sehen,  
10 daß die Abstände der Windungen an der unteren Seite der Spirale kleiner sind als die Abstände an der Oberseite der Spirale. In die Spirale eingebrachter Feststoff kann sich prinzipiell nur zwischen Windungen auf der unteren Seite der Spirale verklemmen, da er - sobald hochgehoben - aufgrund seines Eigengewichts nach unten fällt. Mit anderen Worten: Durch die  
15 Spiralbewegung wird ein verklemmtes Feststoffteil mit der Spirale nach oben angehoben. Zugleich weitet sich der Abstand der Windungen, so daß das Feststoffteil zwischen den Windungen nicht festgeklemmt bleiben kann und aufgrund seines Eigengewichts zwangsläufig herabfällt. Die Siebvorrichtung mit  
20 gekrümmter Spirale ist somit in hohem Maße selbstreinigend.

Um die Krümmung der Spirale zu ermöglichen, ist es zweckdienlich, die Spirale flexibel auszugestalten. Zugleich werden  
dadurch Spannungen, die durch eingeklemmte Feststoffteile auf  
25 die Spirale einwirken, gering gehalten.

Für eine stabile und einfache Ausführung ist die die Spirale bildende Stange vorteilhafterweise metallisch und insbesondere ein Rundeisen oder ein Rohr aus Eisen oder Stahl. Eine  
30 solche Spirale ist äußerst robust und eignet sich insbesondere auch zur Grobtrennung von schweren und großen Feststoffen. Für Anwendungsfälle, bei denen nur geringe Belastungen auftreten, ist die Spirale beispielsweise aus Kunststoff.

35 In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist zur Ausrichtung von langgestreckten Feststoffteilen in Förderrichtung bei der Siebvorrichtung eine Ausrichtungsvorrichtung vorgesehen,

die in Förderrichtung vor der Stange angeordnet ist, und die in den Innenraum mündet.

Die Ausrichtung der langgestreckten Feststoffteile stellt sicher, daß diese im wesentlichen parallel zu der Längsachse in den Innenraum eingebracht werden. Langgestreckte Feststoffteile werden daher ebenfalls automatisch als grobe Feststoffteile behandelt und weiterbefördert. Sie können nicht senkrecht zur Längsachse durch die Spirale hindurch fallen. Somit ist gewährleistet, daß durch das von der Stange bzw. von den Stangen gebildete Sieb ausschließlich Feststoffteile durchfallen, deren größte Abmessung kleiner ist als der Abstand zweier Windungen der Spirale bzw. als der Abstand zweier Stangen.

Um ein einfaches Ausrichten der langgestreckten Feststoffteile zu gewährleisten, ist die Ausrichtvorrichtung als eine um ihre Längsachse drehbare Trommel ausgestaltet. Aufgrund der Drehbewegung der Trommel richten sich die Feststoffteile automatisch in Richtung der Trommelachse aus.

Besonders vorteilhaft ist die Anordnung einer Wendel an der Innenseite der Trommel, also die Anordnung einer schraubenförmig gewundenen Leiste. Mit dieser Wendel wird verhindert, daß Feststoff, der beispielsweise über einen Einfüllschacht in das eine Trommelende eingebracht wird, die Trommel mit einer zu großen Geschwindigkeit durchläuft, so daß der Feststoff durch den von der Stange gebildeten Innenraum „hindurchfliegt“, ohne daß eine Siebung stattfindet. Bevorzugt ist die Wendel hierzu mehrgängig ausgebildet, d.h. es sind mehrere schraubenförmige Leisten vorgesehen, die drehversetzt angeordnet sind. Die Wendel ist insbesondere unmittelbar an der Einlaßseite der Trommel angeordnet und weist eine relativ hohe Flanke auf.

Die Wendel ist insbesondere derart ausgebildet, daß sie - in einer Draufsicht in Richtung der Längsachse der Trommel gese-

hen - einen geschlossenen Kreis bildet. Damit ist ausgeschlossen, daß Feststoff am Trommelboden geradlinig vom Trommeleingang bis zum Trommelausgang ohne Hindernis hindurchgleiten kann. Um den Feststofffluß nicht unnötig zu behindern, wird eine mehrgängige Wendel mit einem Drehwinkel kleiner 5 360° bevorzugt. In diesem Fall wird der gewünschte Überlapp der Flanke erreicht und gleichzeitig wird eine relativ flache Steigung der Wendel ermöglicht, so daß ein schneller Feststofftransport innerhalb der Trommel ermöglicht ist.

10

In einer alternativen Ausgestaltung ist die Ausrichtvorrichtung als ein mit Längsrillen versehener profiliertes Schwingboden ausgestaltet, bei dem die Längsrillen in Förderrichtung verlaufen und bei dem die langgestreckten Feststoffteile aufgrund der Schwingungen des Schwingbodens in diesen Längsrillen ausgerichtet werden. 15

Die Stange ist vorteilhafterweise an der in Förderrichtung gelegenen Stirnseite der Trommel an dieser befestigt und dort insbesondere verschweißt. Die Stange ist bevorzugt derart befestigt, daß der Trommelausgang in den von der Stange gebildeten Innenraum mündet. Für einen reibungslosen Materialaus- 20 trag aus der Trommel ist die Stange also auf der Trommelaußenwand oder zumindest mit der Trommel fluchtend befestigt.

25

Bei dieser konstruktiven Ausgestaltung bilden Ausrichtvorrichtung und Stange eine besonders einfach ausgestaltete Baueinheit, die robust und zuverlässig ist.

30

Die Siebvorrichtung ist in einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit der Austragsseite der Schweltrommel einer Pyrolyseanlage zur Siebung von aus der Schweltrommel erhaltenen Pyrolysereststoffen verbunden.

35

Mit der Siebvorrichtung wird bei der Pyrolyseanlage bevorzugt eine erste Trennung des Pyrolysereststoffs in eine feine und eine grobe Reststofffraktion vorgenommen. Aufgrund der einfa-

chen und besonders robusten Ausgestaltung der Siebvorrichtung ist ein sicherer und kontinuierlicher Betrieb der gesamten Pyrolyseanlage sichergestellt.

5 Besonders vorteilhaft und zweckdienlich ist es, die Siebvorrichtung unmittelbar mit der Schweltrommel an deren Austragsseite fest zu verbinden. Somit sind zwischen der Schweltrommel und der Siebvorrichtung keine weiteren Komponenten zwischengeschaltet, die eine Störung verursachen können. Die  
10 Stange ist beispielsweise unmittelbar an einem Austragsrohr der Schweltrommel befestigt und innerhalb einer Austragsvorrichtung angeordnet. Diese Austragsvorrichtung ist bevorzugt gegen die Außenatmosphäre gasdicht abgedichtet, um den Eintritt von Luftsauerstoff zu vermeiden, der zu einer Verbrennung des brennbaren und heißen Pyrolysereststoffs führen  
15 würde.

Insbesondere zum Zweck der Grobsiebung von Reststoff aus einer großtechnischen Pyrolyseanlage beträgt der Abstand zwischen zwei Windungen der Spirale bzw. zwischen zwei Stangen vorteilhafterweise etwa 100 mm bis 300 mm und insbesondere etwa 180 mm. Der von der Stange gebildete Innenraum weist eine Länge von etwa 0,5 bis 1,5 m auf. Sein Durchmesser beträgt etwa 1,5 m, und eine Siebvorrichtung mit Trommel und  
20 Sieb weist bevorzugt eine Gesamtlänge von etwa 2 bis 4 m auf. Die Länge des Innenraums ist zweckmäßigerweise kleiner oder gleich dem Durchmesser der Trommel.

Die auf das Verfahren zum Sieben von Feststoff gerichtete  
30 Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst, indem der Feststoff in den Innenraum einer sich um ihre Längsachse rotierenden Siebvorrichtung mit einer entlang einer Schraubenlinie gewundenen Stange eingebracht wird, wobei die groben Feststoffanteile auf der Stange entlangbefördert und dabei von den feinen Feststoffanteilen abgetrennt werden.  
35

Die in Bezug auf die Siebvorrichtung erläuterten Vorteile und besonderen Ausgestaltungen sind sinngemäß auch für das Verfahren gültig.

5 Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen jeweils in einer schematischen Ansicht:

10 FIG 1 eine Siebvorrichtung, bei der eine Trommel als Ausrichtvorrichtung mit einer Spirale fest verbunden ist,

15 FIG 2 einen Schnitt durch eine gekrümmte Spirale zur Erläuterung der vorteilhaften Wirkung der Siebvorrichtung,

FIG 3 eine Schweltrommel mit daran befestigter Spirale, und

20 FIG 4 eine Siebvorrichtung mit einer Anzahl von Stangen als mehrgängiges Sieb.

Gemäß Figur 1 umfaßt eine Siebvorrichtung 1 eine Ausrichtvorrichtung, und zwar eine um ihre Längsachse drehbare Trommel 2, die gegenüber der Horizontalen geneigt ist. An deren linken Stirnseite 4 ist eine schaftartige Aufgabevorrichtung 6 für Feststoff R angeordnet. Bei diesem Feststoff R handelt es sich z.B. um Pyrolysereststoff oder Bauschutt. An der der Aufgabevorrichtung 6 gegenüberliegenden rechten 30 Stirnseite 7 der Trommel 2 ist eine entlang einer Schraubenlinie gewickelte Stange 8 aus Metall befestigt, die eine Spirale 10 mit einem Innenraum 11 bildet. Die Spirale 10 ist beispielsweise mit einer geeigneten Schweiß-, Schraub- oder 35 Klemmverbindung an der Trommel 2 befestigt. Die Spirale 10 fluchtet in etwa mit der Trommel 2, so daß der Durchmesser der Trommel 2 und der der Spirale 10 etwa gleich sind. Dies

ermöglicht, daß die gesamte rechte Stirnseite 7 als Trommelausgang für den Feststoff R verwendet werden kann, und daß die Trommel 2 beispielsweise als einfaches Rohr aus Metall ausgestaltet sein kann. Die gemeinsame Längsachse 3 der  
5 Siebvorrichtung 1 und der Trommel 2 fällt im wesentlichen mit der Spiralachse 12 der Spirale 10 zusammen.

Die Trommel 2 ist drehbar gelagert. Sie kann über einen nicht näher dargestellten Antrieb in Rotation versetzt werden. Zusammen mit der Trommel 2 rotiert auch die an der Trommel 2 befestigte Spirale 10. Diese weist gemäß Figur 1 fünf Windungen auf. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen richtet sich nach der Art des Feststoffs R. Er beträgt vorliegend vorzugsweise etwa 180 mm. Die spiralförmig gewickelte  
15 Stange 8 besteht aus einem robusten Material und ist insbesondere metallisch. Sie ist beispielsweise ein Rundeisen oder ein Stahlrohr. Die Spirale 10 ist nur einseitig, und zwar an der Trommel 2, befestigt. Ihr der Trommel 2 abgewandtes Spiralende ist frei von Befestigungsmitteln und wird nicht abgestützt. Die Spirale 10 wird sich daher zu ihrem unbefestigten  
20 Ende hin aufgrund der Schwerkraft nach unten krümmen. Hierauf wird weiter unten zur Figur 2 näher eingegangen.

Der Feststoff R wird über die Aufgabevorrichtung 6 in die  
25 Trommel 2 gegeben und wird aufgrund der Neigung der Trommel 2 und der Drehbewegung in Förderrichtung 14 zur Spirale 10 hin transportiert. In der Spirale 10 wird feiner Feststoff F abgetrennt, während grober Feststoff G von der Spirale 10 weitertransportiert wird.

30 Ein wesentlicher Vorteil der Siebvorrichtung 1 mit der Spirale 10 ist darin zu sehen, daß selbst schwer fließender Feststoff R durch die Drehbewegung in einfacher Weise in Förderrichtung 14 transportiert wird.

35 Aufgrund der Drehbewegung der Trommel 2 richten sich zugleich langgestreckte Feststoffteile 16 in Förderrichtung 14 aus, so

daß sie etwa parallel zur Spiralachse 12 in den Innenraum 11 der Spirale 10 geführt werden. Dadurch wird sicher vermieden, daß die langgestreckten Feststoffteile 16 senkrecht zur Spiralachse 12 in die Spirale 10 gelangen und durch die Spirale 10 durchfallen. Durch die Spirale 10 kann daher nur der feine Feststoff F hindurchfallen, der in einem ersten Sammelbehälter 18 gesammelt und bei Bedarf abtransportiert wird. Der grobe Feststoff G wird durch die Spirale 10 hindurchgeführt. Er fällt am Ende der Spirale 10 in einen zweiten Sammelbehälter 20 und wird ebenfalls bei Bedarf abtransportiert. Anstelle der Sammelbehälter 18, 20 können auch Fördervorrichtungen, wie Transportbänder oder Transportschnecken, vorgesehen sein, um den Feststoff F, G kontinuierlich abzutransportieren.

Figur 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine gekrümmte Spirale 10. Hieran wird das wesentliche Funktionsprinzip der gekrümmten Spirale 10 erläutert. Die Spiralachse 12 (und mit ihr die gesamte Spirale 10) weist gemäß Figur 2 eine Krümmung auf. Aufgrund der Krümmung ist der obere Abstand  $o$  zwischen zwei aufeinanderfolgenden Windungen größer als der untere Abstand  $u$  zwischen zwei Windungen. Ein Feststoffteil R kann sich nur im unteren Bereich der Spirale 10 festklemmen, wo der Abstand  $u$  zwischen zwei Windungen klein ist. Ein festgeklemmtes Feststoffteil P wird durch die Drehbewegung der Spirale 10 nach oben gefördert, und gleichzeitig wird der Abstand der Windungen größer, so daß sich das Feststoffteil P löst und herunterfällt.

Gleiches gilt in ähnlicher Weise für Drahtstücke 24 oder ähnliche Feststoffteile, die hakenförmig ausgebildet sind und sich mit der Hakenöffnung über die Stange 8 hängen. Bei einem nur in einer Ebene sich bewegenden Sieb würden solche Drahtstücke 24 in der Regel zu einer Verstopfung führen. Im vorliegenden Fall wird das Drahtstück 24 bei der Rotation zusammen mit der Spirale 10 nach oben geführt. Insbesondere am oberen Umkehrpunkt der Spirale 10 ist die Hakenöffnung nach

oben gerichtet, so daß das Drahtstück 24 herunterfallen kann. Dieser vorteilhafte Mechanismus der Spirale 10 ist unabhängig davon, ob eine Krümmung der Spirale 10 vorhanden ist.

5 Gemäß Figur 3 wird die Schweltrommel 26 einer Pyrolyseanlage über einen Aufgabeschacht 27 und eine Zufuhreinrichtung 28 mit Abfall A beschickt. Der Abfall A wird in der Schweltrommel 26 bei etwa 450 °C verschwelt. Dabei entstehen ein  
10 Schwelgas S sowie ein Feststoff oder Pyrolysereststoff R. Die Schweltrommel 26 wird bevorzugt über nicht näher dargestellte innenliegende Heizrohre beheizt. Sie ist gegenüber der Horizontalen geneigt und drehbar gelagert. Auf der der Zufuhreinrichtung 28 gegenüberliegenden Stirnseite der Schweltrommel 26 ist ein Austragsrohr 29 angeordnet, an dem endseitig  
15 die Spirale 10 befestigt ist. Das Austragsrohr 29 und die Spirale 10 bilden die Siebvorrichtung 1. Das Austragsrohr 29 dient gleichzeitig als Ausrichtvorrichtung für langgestreckte Feststoffteile. Mit der Spirale 10 werden die feinen Feststoffanteile F von den groben Feststoffanteilen G getrennt.

20 Das Austragsrohr 29 mit angeschlossener Spirale 10 mündet in einer Austragsvorrichtung 30, die gegenüber der rotierenden Schweltrommel 26 über Gleitringdichtungen 32 gasdicht abgedichtet ist. Ebenso wie die Austragsvorrichtung 30 ist auch  
25 die Zufuhreinrichtung 28 zur Schweltrommel 26 hin über Gleitringdichtungen 32 gasdicht abgedichtet. Damit soll vermieden werden, daß Luftsauerstoff in die Schweltrommel 26 eindringt und den in der Schweltrommel 26 weitgehend sauerstofffrei ablaufenden Pyrolyseprozeß beeinträchtigt. Neben dem Pyrolysereststoff R entsteht in der Schweltrommel 26 das Schwelgas S,  
30 welches über das Austragsrohr 29 in die Austragsvorrichtung 30 strömt und von dort über einen Schwelgasabzugsstutzen 34 abgeleitet wird.

35 An die in der Austragsvorrichtung 30 angeordnete Spirale 10 kann sich in einer alternativen Ausführung ein in Figur 3 gestrichelt dargestelltes Rohr 37 anschließen, durch das der

grobe Feststoff G aus der Austragsvorrichtung 30 ausgetragen wird. Die Spirale 10 ist in diesem Fall zwischen dem Austragsrohr 29 und dem Rohr 37 angeordnet.

5 Mit der Anordnung der Spirale 10 am Austragsrohr 29 der Schweltrommel 26 wird der Pyrolysereststoff R unmittelbar nach der Schweltrommel 26 in einen feinen Feststoffanteil F und einen groben Feststoffanteil G getrennt. Die Gefahr einer Verstopfung von der Schweltrommel 26 nachgeschalteten Kompo-  
10 nenten ist daher nur gering.

Die Siebvorrichtung eignet sich generell zum direkten Anschluß an Drehrohre, wie z.B. Drehrohröfen oder Schweltrommeln, in denen der Feststoff einer Behandlung unterzogen  
15 wird, wonach er getrennt werden soll.

Der mit der Siebvorrichtung 1 abgetrennte feine Reststoff F wird zur weiteren Aufbereitung vorzugsweise einer sogenannten Windsichtung unterzogen. Dabei werden die leichten, insbeson-  
20 dere kohlenstoffhaltigen, Feststoffanteile von den schweren Feststoffanteilen getrennt. Bei einer solchen Windsichtung wird der Feststoff einem Luftstrom zugeführt, so daß die leichten Feststoffanteile mit dem Luftstrom mitgerissen werden. Als besonders zweckdienlich hat sich ein zick-zack-för-  
25 miger Schacht herausgestellt, in den die Luft von unten und der Feststoff von oben oder seitlich zugeführt wird.

In Figur 4 ist eine zu der Spirale 10 alternative Ausführungsform dargestellt, bei der anstelle der Spirale 10 eine  
30 Anzahl von Stangen 8 am Ende der Trommel 2 angeordnet ist. Die Stangen 8 sind jeweils entlang einer Schraubenlinie gewunden und können daher als eine mehrgängige Wendel angesehen werden. Die einzelnen Stangen 8 sind zueinander am Ende der Trommel 2 bevorzugt um einen Winkel von  $30^\circ$  drehversetzt an-  
35 geordnet. Jede einzelne Stange 8 besitzt einen Drehwinkel kleiner  $360^\circ$ , bildet also keine vollständige Drehung. Damit wird eine besonders robuste Ausgestaltung ermöglicht.

Der entscheidende Vorteil bei dieser mehrgängigen Wendel, wie auch bei der Spirale 10 gemäß Figur 1, besteht in der Anordnung einer oder mehrerer schraubenförmig gewundener Stangen 8, so daß durch die Drehbewegung der Siebvorrichtung 1  
5 eventuell festhängende Feststoffteile automatisch an das Ende der Siebvorrichtung weiter transportiert werden und dort abgeworfen werden.

Um diesen selbstreinigenden Mechanismus zu unterstützen ist  
10 die Anordnung eines Stangenelements 35 vorgesehen, das weitgehend parallel zu der von den Stangen 8 gebildeten Außenfläche verläuft. Das Stangenelement 35 kann ebenso bei der Ausführungsform mit der Spirale 10 angeordnet sein. Es bewirkt, daß ein an einer Stange 8 hängendes Feststoffteil aufgrund  
15 der Relativbewegung zwischen Stange 8 und Stangenelement 35 in Förderrichtung 14 von der Stange 8 abgezogen wird. Hierzu ist die Drehrichtung der Siebvorrichtung 1 und der Drehsinn der Stangen 8 aufeinander abgestimmt.

Um die Abstreifwirkung zu erhöhen, ist das Stangenelement 35  
20 ebenfalls entlang einer Schraubenlinie gewunden und kreuzt die Stangen 8 bevorzugt unter einem Winkel von  $90^\circ$ . Die Steigung des Stangenelements 35 nimmt in Förderrichtung 14 bevorzugt zu, um die Abstreifwirkung zu erhöhen. Die Wirkung wird  
25 weiter verbessert, wenn mehrere Stangenelemente 35 vorgesehen sind. Beispielsweise sind diese etwa halbkreisförmig unterhalb der Stangen 8 angeordnet.

Ein weiterer Vorteil der Anordnung des Stangenelements 34 ist  
30 darin zu sehen, daß längliche Feststoffteile 16, die in der Trommel 2 nicht vollständig parallel zu der Längsrichtung 3 ausgerichtet werden, nicht durch einen Spalt zwischen den Stangen 8 hindurchfallen können. Aufgrund der Drehbewegung der Trommel 2 kann es nämlich vorkommen, daß die länglichen  
35 Feststoffteile 16 mit emporgehoben werden, so daß sie am Austritt der Trommel 2 unter einem spitzen Winkel auf die Stangen 8 treffen.

Aus Figur 4 ist weiterhin zu entnehmen, daß an der Einlaufseite der Trommel 2 eine mehrgängige Wendel 36 angeordnet ist. Im Ausführungsbeispiel umfaßt die mehrgängige Wendel 36 zwei schraubenlinienförmige Bleche, die zueinander drehversetzt angeordnet sind. Es können auch weitere Bleche vorgesehen sein. Die Wendel 36 ist an der Innenseite der Trommel 2 angeordnet und ist derart ausgestaltet, daß sich an jeder Stelle des Trommelbodens zumindest zwei Wendelabschnitte überlappen. Zudem sind die Flanken der Wendel, also die Bleche, relativ hoch. Damit ist sichergestellt, daß der durch die Aufgabevorrichtung 6 eingebrachte Feststoff R abgebremst wird und nicht durch die Siebvorrichtung 1 hindurchfliegt oder hindurchschießt, ohne daß der Feststoff R eine Siebung erfährt.

15

Das zu Figur 4 beschriebene mehrgängige Sieb mit mehreren Stangen 8 kann ohne Einschränkung das Spiralsieb 10 aus Figur 3 ersetzen.

20 Die beschriebene Siebvorrichtung zeichnet sich durch eine sehr einfache und robuste Konstruktion aus und gewährleistet gleichzeitig einen störungsfreien Betrieb, ohne daß Verstopfungen auftreten. Entscheidende Aspekte für die Gewährleistung des sicheren Betriebs sind die Ausgestaltung der Siebvorrichtung mit der schraubenförmig gewundenen Stange 8 bzw. 25 mit den Stangen 8, die durch die Krümmung der Spirale 10 bedingten Unterschiede im Abstand der Windungen, die sichere Abscheidung von langgestreckten Feststoffteilen aufgrund der vorgeschalteten Ausrichtvorrichtung sowie der durch die Rotationsbewegung und Spiralbewegung bedingte automatische Transport des Feststoffs R. 30

## Patentansprüche

1. Siebvorrichtung (1) für Feststoff (R), die um ihre Längsachse (3) drehbar ist, die eine entlang einer Schraubenlinie gewundene Stange (8) aufweist, und in deren durch die  
5 Stange (8) gebildeten Innenraum (11) der Feststoff (R) einbringbar ist.
2. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die  
10 Stange (8) als Spirale (10) mit mehreren Windungen, insbesondere mit etwa 4 bis 10 Windungen, ausgebildet ist.
3. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der eine Anzahl von Stangen (8) vorgesehen ist, deren Stangenanfänge  
15 drehversetzt angeordnet sind.
4. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 3, bei der die Stangen (8) einen Drehwinkel kleiner  $360^\circ$ , insbesondere kleiner oder etwa gleich  $180^\circ$  aufweisen.  
20
5. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Stangenelement (35) vorgesehen ist, das bezüglich der gewundenen Stange (8) feststehend und im wesentlichen parallel zu der von der gewundenen Stange (8) gebildeten Außenfläche angeordnet ist.  
25
6. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 5, bei der das Stangenelement (35) gegenläufig zu der Stange (8) entlang einer Schraubenlinie gewunden ist, so daß es mit der Stange (8)  
30 insbesondere einen Winkel von etwa  $90^\circ$  einschließt.
7. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, bei der mehrere Stangenelemente (35) vorgesehen sind, deren Anfänge drehversetzt angeordnet sind.

8. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Stange (8) nur an ihrem Stangenanfang befestigt ist.
- 5 9. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Stange (8) flexibel ist.
10. Siebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, bei  
10 der die Spiralachse (12) der Spirale (10) nach unten gekrümmt ist.
11. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Stange (8) metallisch und insbesondere ein  
15 Rundeisen oder ein Rohr ist.
12. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zur Ausrichtung von langgestreckten Feststoff-  
teilen (R) in Förderrichtung (14) eine Ausrichtvorrichtung  
vorgesehen ist, die vor der Stange (8) angeordnet ist und die  
20 in den Innenraum (11) mündet.
13. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 12, bei der die Aus-  
richtvorrichtung eine um ihre Längsachse (3) drehbare Trom-  
mel (2) ist.
- 25 14. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 13, bei der die  
Stange (8) an der in Förderrichtung (14) gelegenen Stirn-  
seite (4) an der Trommel (2) befestigt, insbesondere ver-  
schweißt ist.
- 30 15. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 13 oder 14, bei der an  
der Innenseite der Trommel (2) eine Wendel (36), bevorzugt  
eine mehrgängige Wendel (36) angeordnet ist.
- 35 16. Siebvorrichtung (1) nach Anspruch 15, bei der die Wen-  
del (36) derart ausgestaltet ist, daß sie - in einer Drauf-

sicht in Richtung der Längachse (3) der Trommel (2) gesehen - einen geschlossenen Kreis bildet.

5 17. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mit einer Austragsseite einer Schweltrommel (26) zur Siebung von aus der Schweltrommel (26) erhaltenen Pyrolyse-  
reststoffen verbunden ist.

10 18. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Abstand zwischen zwei Windungen der Spirale (10) bzw. zwischen zwei Stangen (8) etwa 100 bis 300 mm, insbesondere 180 mm, beträgt.

15 19. Siebvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der durch die Stange (8) gebildete Innenraum (11) einen Durchmesser von etwa 1,5 m sowie eine Länge von etwa 0,5 bis 1,5 m aufweist.

20 20. Verfahren zum Sieben von Feststoff (R), bei dem der Feststoff (R) in den Innenraum einer sich um ihre Längsachse (3) rotierenden Siebvorrichtung (1) mit einer entlang einer Schraubenlinie gewundenen Stange (8) eingebracht wird, wobei die groben Feststoffanteile (G) auf der Stange (8) entlangbefördert und dabei von den feinen Feststoffanteilen (F) abgetrennt werden.  
25

30 21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem der Feststoff (R) zunächst in einer Ausrichtvorrichtung (2) in Förderrichtung (14) ausgerichtet und anschließend mit Hilfe der Stange (8) gesiebt wird.

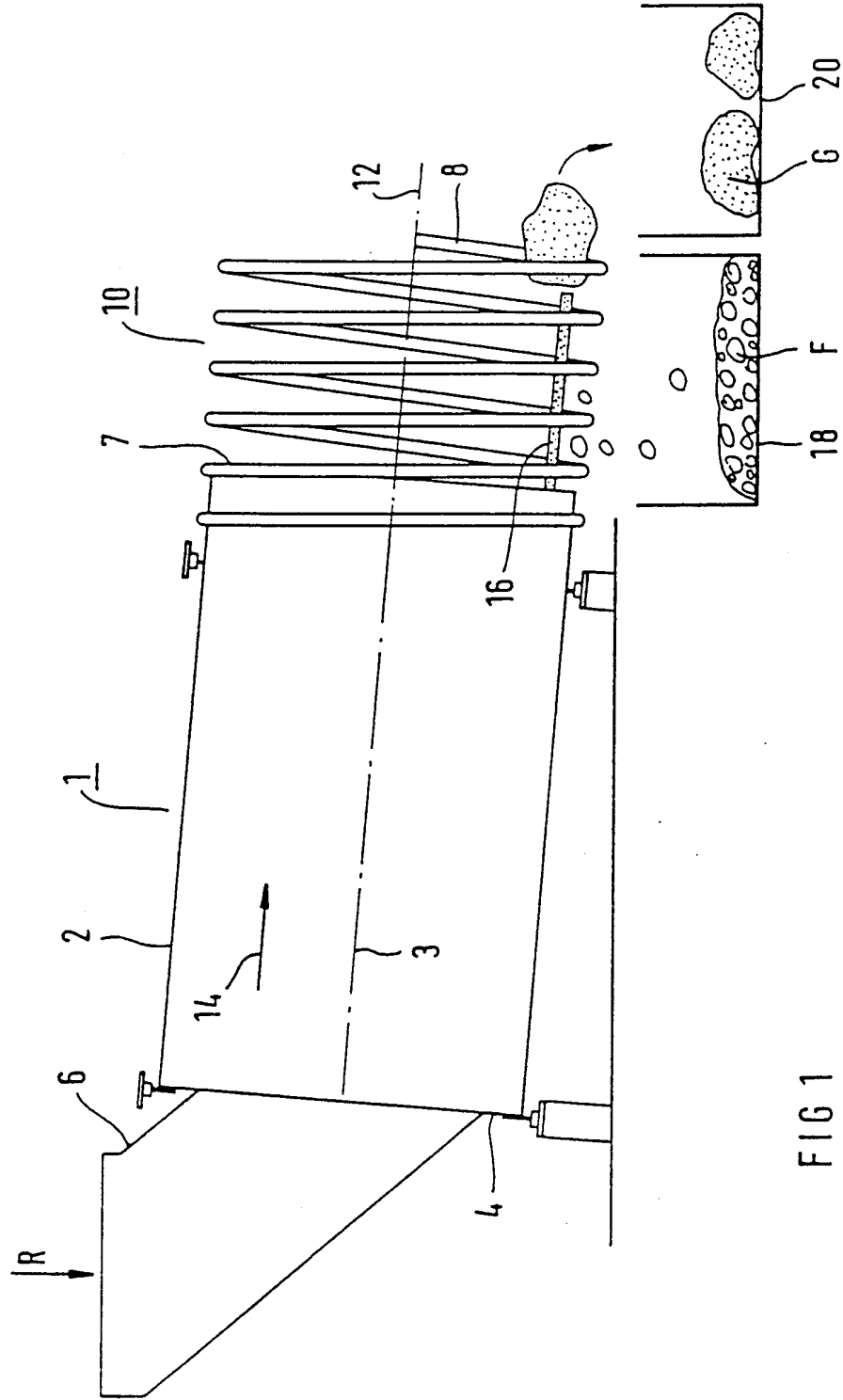


FIG 1

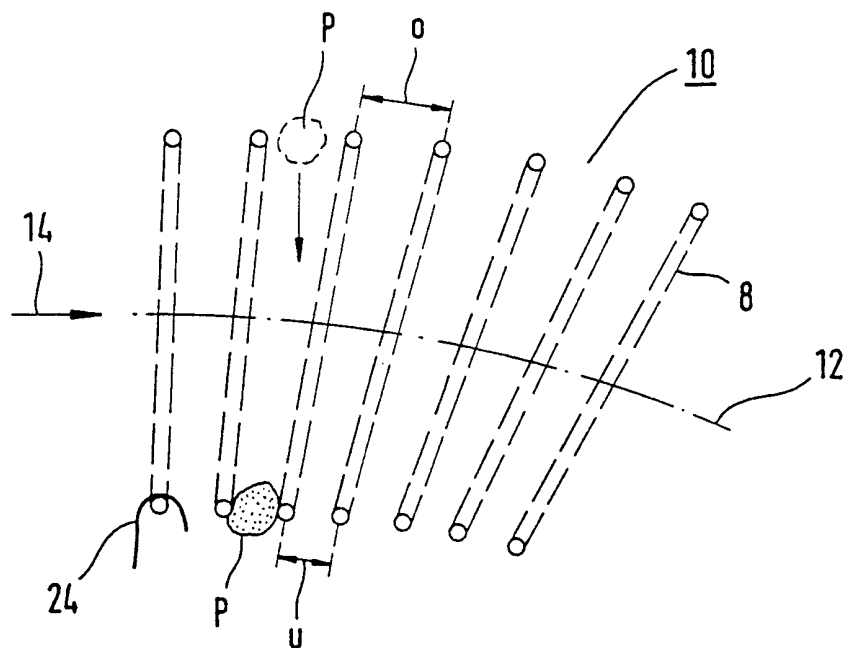


FIG 2

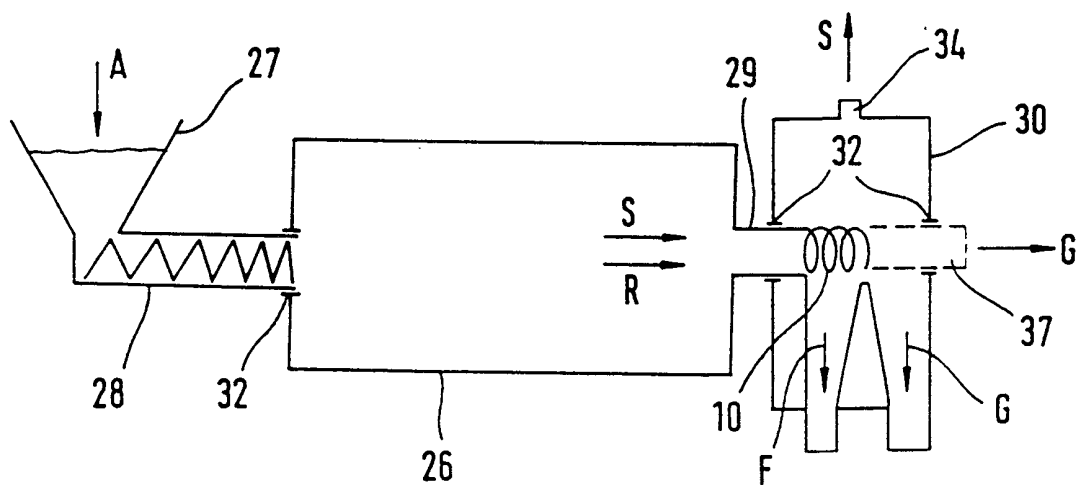


FIG 3

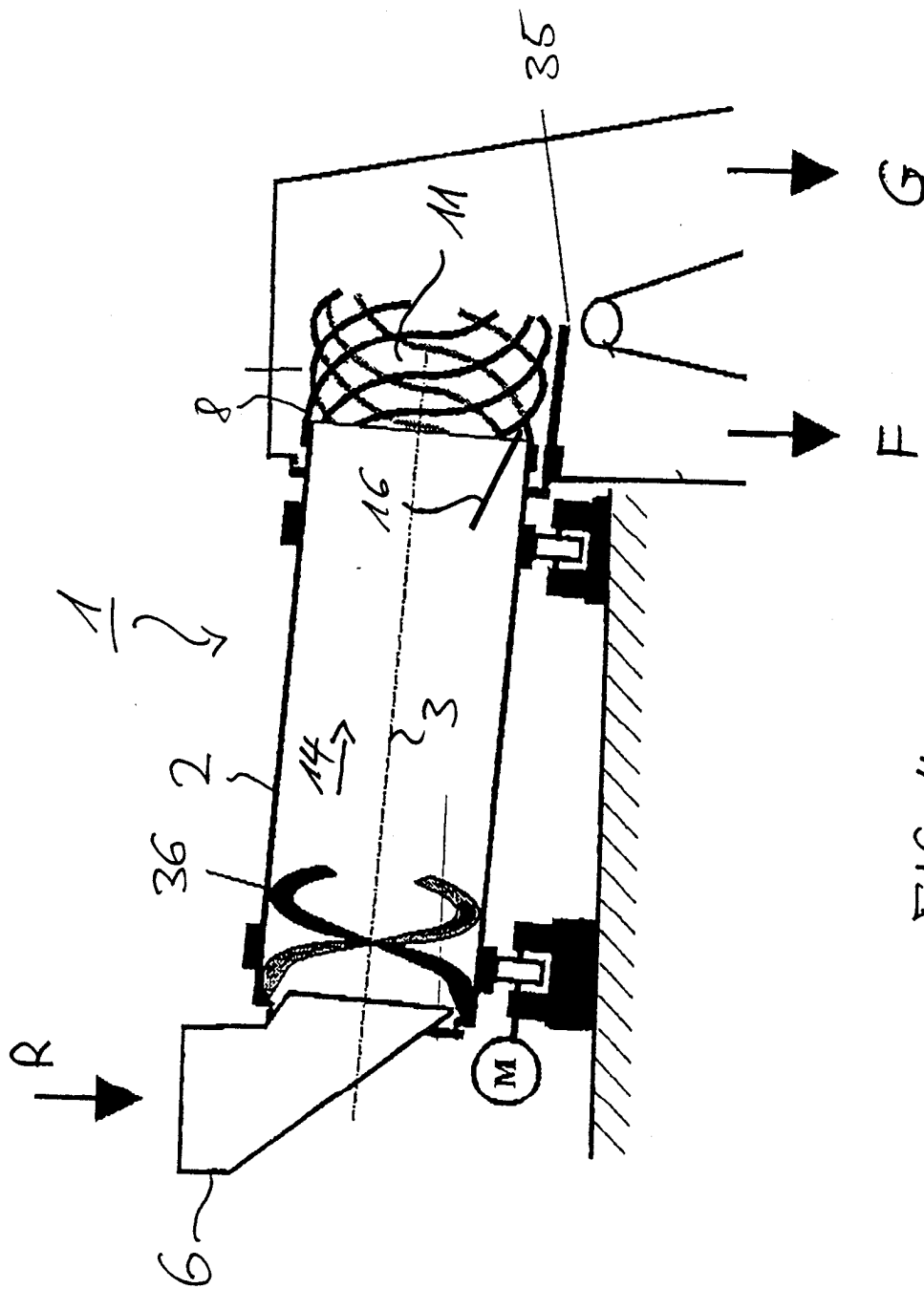


FIG 4