



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.02.2010 Patentblatt 2010/07**

(51) Int Cl.:  
**A47L 9/10<sup>(2006.01)</sup>** **A47L 9/16<sup>(2006.01)</sup>**  
**A47L 9/19<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **09010332.6**

(22) Anmeldetag: **11.08.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(71) Anmelder: **Miele & Cie. KG**  
**33332 Gütersloh (DE)**

(72) Erfinder: **Tiekötter, Stefan**  
**33699 Bielefeld (DE)**

(30) Priorität: **13.08.2008 DE 102008038893**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung des Füllgrades eines in einem Staubsauger angeordneten Sammelorgans**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Füllgrades eines in einem Staubsauger (1) mit einem Antriebsmotor (4) angeordneten Staubabscheide- und Sammelorgans sowie auf einen Staubsauger (1) mit einem Antriebsmotor (4), einem Staubabscheide- und Sammelorgan und einer Vorrichtung zur Erfassung des Füllgrades des Staubabscheide- und Sammelorgans.

Um den Füllgrad des Staubabscheide- und Sammelorgans messen zu können, wird für das Verfahren vorgeschlagen, dass eine Auswerteelektronik beim Betrieb des Staubsaugers (1) die absolute und/oder relative Drehzahl des Antriebsmotors (4) als Ist-Wert ermittelt,

mit einem Referenzwert für die Drehzahl vergleicht und aus dem Vergleich einen Indikatorwert für den Füllgrad ableitet. Für den Staubsauger wird vorgeschlagen, dass die Vorrichtung eine Auswerteelektronik aufweist, von der mit einer geeigneten softwaregesteuerten Schaltung

- eine aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors (4) als relativer und/oder absoluter Ist-Wert ermittelbar,
- ein Referenzwert zugreifbar,
- eine Differenz und/oder ein Quotient zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert bestimmbar und
- aus der bestimmten Differenz und/oder dem bestimmten Quotienten ein Wert für den Füllgrad des Feinstaubfilters (3) ableitbar ist.

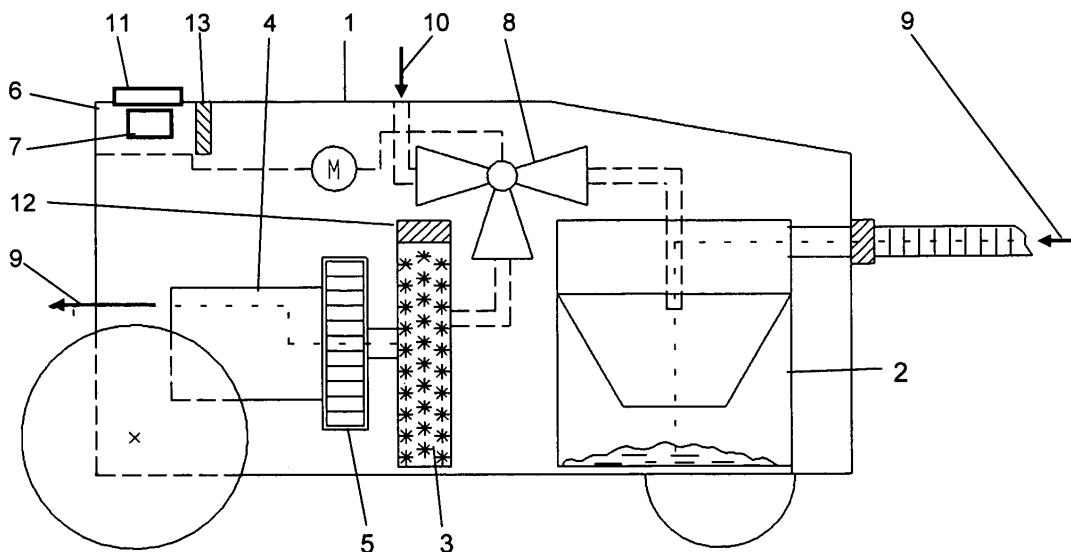


Fig.1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Füllgrades eines in einem Staubsauger mit einem Antriebsmotor angeordneten Staubabscheide- und Sammelorgans. Die Erfindung bezieht sich außerdem auf einen Staubsauger mit einem Antriebsmotor, einem Staubabscheide- und Sammelorgan und einer Vorrichtung zur Erfassung des Füllgrades des Staubabscheide- und Sammelorgans.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, durch den Einsatz von Messtechnik den Füllgrad eines in einem Staubsauger angeordneten Sammelorgans für Staub zu bestimmen. So finden sich beispielsweise in der Schrift WO 2007/022959 A2 Ausführungen über Füllstands-, Druck- oder Staubmengensensoren, über die der Füllgrad eines Behälters bestimmt werden soll. Der Nachteil dieser Sensoren ist darin zu sehen, dass diese vergleichsweise teuer und trotzdem anfällig gegen Störungen sind. Zudem ist es schwierig, einen geeigneten Einbauort für die Sensoren zu finden, an dem die ermittelten Sensorwerte möglichst unbeeinflusst sind von Einflüssen, die nicht zwangsläufig den Füllgrad des Staubsammelorgans abbilden. Bei den bekannten Sensoren ergeben sich Probleme in der Genauigkeit der Messung, weil der Wert für einen Unterdruck im Staubsauger durch sich verändernde Lastverhältnisse an der Bodendüse ständig schwankt. Drucksensoren sind darüber hinaus auch sehr verschmutzungsanfällig. Auch die Strömungswiderstände bzw. Füllgrade der Staubsammelorgane sind nur schwer isoliert voneinander bestimmbar.

**[0003]** Demgemäß ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur verbesserten Erfassung des Füllgrades eines Staubsammelorgans zu schaffen, durch die auf einfache Art und Weise mit einer vergleichsweise hohen Genauigkeit der Füllgrad bestimmt werden kann.

**[0004]** Die Aufgabe wird für ein gattungsgemäßes Verfahren gelöst, indem eine Auswerteelektronik beim Betrieb des Staubsaugers die absolute und/oder relative Drehzahl des Antriebsmotors als Ist-Wert ermittelt, mit einem Referenzwert für die Drehzahl vergleicht und aus dem Vergleich einen Indikatorwert für den Füllgrad ableitet. Die Aufgabe wird für einen gattungsgemäßen Staubsauger gelöst, indem die Vorrichtung zur Erfassung des Füllgrades des Staubabscheide- und Sammelorgans eine Auswerteelektronik aufweist, von der mit einer geeigneten softwaregesteuerten Schaltung eine aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors als relativer und/oder absoluter Ist-Wert ermittelbar, ein Referenzwert zugreifbar, eine Differenz und/oder ein Quotient zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert bestimmbar und aus der bestimmten Referenz und/oder dem bestimmten Quotienten ein Wert für den Füllgrad des Feinstaubfilters ableitbar ist.

**[0005]** Durch die erfindungsgemäße Ableitung des Füllgrades eines Staubabscheide- und Sammelorgans aus einem Drehzahlwert für den Antriebsmotor kann auf

die vorbekannten ungenauen Unterdrucksensoren verzichtet werden. Eine Sensorik zur Bestimmung einer aktuellen Drehzahl des Antriebsmotors ist kostengünstig realisierbar. Durch die indirekte Bestimmung des Füllgrads ist die Verschmutzungs- und Störanfälligkeit der verwendeten Messtechnik geringer als bei den vorbekannten Vorrichtungen und Verfahren.

**[0006]** Als Staubabscheide- und Sammelorgan kommt ein herkömmlicher Staubbeutel oder ein Feinstaubfilter in Betracht. Bei dem Feinstaubfilter handelt es sich um einen Filter, der einem ersten Abscheider im Staubsauger nachgeschaltet ist, weil dieser noch Partikel von einer bestimmten Größe an abwärts passieren lässt. Als erste Abscheider können beispielsweise herkömmliche Staubbeutel oder eine oder mehrere Stufen eines Zyklonabscheiders angesehen werden. Je nach Partikelgröße, die die erste Reinigungsstufe noch passieren kann, und den erwünschten Wechselintervallen für den Feinstaubfilter kann das Feinstaubfilter auch auf die Aufnahme größerer Staubmengen von beispielsweise 200 g oder mehr ausgelegt sein, siehe beispielsweise WO 2007/022959 A1.

**[0007]** Die Messung der absoluten und/oder relativen Drehzahl des Antriebsmotors kann beim Betrieb des Staubsaugers prinzipiell jederzeit erfolgen. Als Betrieb des Staubsaugers ist dabei der Zustand anzusehen, in dem der Antriebsmotor eingeschaltet ist und läuft. Während des Gebrauchs des Staubsaugers können sich unterschiedliche Drehzahlen ergeben. Strömungstechnisch stellt ein Staubsauger eine Anordnung einer Reihenschaltung von mehreren Strömungswiderständen dar. Als variable Widerstände sind der Strömungswiderstand der auf dem Bodenbelag bewegten Bodendüse sowie der Bodenbelag selbst, der Strömungswiderstand des Staubbeutels und der Strömungswiderstand des Ausblasfilters anzusehen. Da der Strömungswiderstand des Staubsaugers (ohne Filter) sowie eines eventuell verwendeten Zyklons im Wesentlichen einen fixen Charakter aufweisen, ist es vorteilhaft, für die Drehzahlmessung einen Zeitpunkt zu wählen, bei dem der Einfluss der variablen Widerstände möglichst gering ist. Da eine Benutzerperson beim Ein- und Ausschalten des Staubsaugers meistens die Bodendüse noch nicht über den Boden führt, bietet sich als Messzeitpunkt beispielsweise ein Zeitpunkt direkt nach dem Einschalten des Staubsaugers oder kurz vor dem Ausschalten des Staubsaugers an. Auch andere Messzeitpunkte sind möglich, wobei dann zur Erhöhung der Messgenauigkeit nach Möglichkeit ein günstiger Zeitpunkt in Abhängigkeit von anderen Betriebsparametern gewählt werden sollte.

**[0008]** Als Wert für die Drehzahl des Antriebsmotors kann der absolute Wert als Ist-Wert genommen werden. Bei einem Universalmotor ist für die Drehzahlerkennung ein dazu geeigneter Sensor vorteilhaft. Wenn ein elektronisch kommutierter Motor verwendet wird, so kann die Position des Rotors von einem Lagesensor oder rechnerisch aus dem Verlauf des Motorstroms ermittelt werden. Sodann ist es einfach, aus der zeitlichen Änderung

der Position des Rotors die Drehzahl zu ermitteln, so dass bei dieser Art von Motoren kein zusätzlicher Drehzahlsensor erforderlich ist. Ergänzend oder anstelle eines absoluten Drehzahlwerts als Ist-Wert kann auch ein relativer Drehzahlwert als Ist-Wert ermittelt und dazu genutzt werden, um diesen mit einem Referenzwert zu vergleichen. Der relative Drehzahlwert wird gebildet durch eine Verrechnung eines gemessenen Ist-Wertes mit weiteren Parametern, insbesondere mit dem Drehzahlwert bei leerem Staubabscheide-/Sammelorgan, wobei der errechnete Relativwert eine auswertbare Aussage über ein aktuelles Drehzahlniveau des Antriebsmotors enthält.

**[0009]** Bei dem Referenzwert kann es sich um einen Wert handeln, der schon zuvor als Ist-Wert ermittelt wurde, oder es handelt sich um einen abgespeicherten Wert, der repräsentativ ist entweder für den Leerzustand des Staubabscheide- und Sammelorgans oder für einen bestimmten Füllgrad, der von der Auswerteelektronik erkannt werden soll. Je nach dem, ob ein absoluter und/oder relativer Ist-Wert für die Drehzahl verwendet wird, kann auch für den Referenzwert ein entsprechender absoluter und/oder relativer Wert verwendet werden.

**[0010]** Bei dem Vergleich des Ist-Werts mit dem Referenzwert kann die Auswerteelektronik eine Größer-Als-, Kleiner-Als- und eine Gleich-Relation zwischen den Werten herstellen. Der Vergleich kann auch durch Berechnung eines Quotienten erfolgen, der einen Verhältniswert zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert abbildet. Der Ist-Wert kann auch von einem Referenzwert subtrahiert werden, um anhand der Differenz festzustellen, ob ein kritischer Zustand erreicht ist oder nicht.

**[0011]** Schließlich kann die Auswerteelektronik aus dem Vergleich des Ist-Werts mit dem Referenzwert einen Indikatorwert für den Füllgrad ableiten. Der Indikatorwert kann seinerseits abgespeichert werden, als Signal für eine Anzeige verwertet oder als Steuerungsgröße für die Steuerung des Staubsaugers verwendet werden.

**[0012]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Auswerteelektronik mit einer geeigneten Software versehen, um den erfindungsgemäßen Vergleich und die Auswertung vornehmen zu können. Die geeignete Software ermöglicht es, die aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors als relativen und/oder absoluten Ist-Wert zu ermitteln, auf einen Referenzwert zuzugreifen und eine Differenz und/oder einen Quotienten zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert zu bestimmen. Schließlich kann die geeignete Software auch aus der Differenz und/oder dem bestimmten Quotienten aus dem Vergleich einen Wert für den Füllgrad des Feinstaubfilters ableiten.

**[0013]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Staubabscheide- und Sammelorgan, dessen Füllgrad von der Auswerteelektronik bestimmbar ist, um ein Feinstaubfilter. Das Feinstaubfilter dient dem Zweck, solche Staubpartikel aus dem durch den Staubsauger strömenden Luftstrom auszufiltern, die zwar die erste Filterstufe passiert haben, jedoch nicht aus dem Staubsauger wieder austreten sollen. Hierbei kann es

sich insbesondere um besonders feine Staubpartikel und Pollen handeln, die bei einem Saugvorgang möglichst umfassend aus dem gereinigten Raum entfernt sein sollen. Die Porenweite des Feinstaubfilters sollte so beschaffen sein, dass die entsprechenden Partikelgrößen eines Feinstaubes auch in dem Feinstaubfilter zurückgehalten werden. Die Aufnahmekapazität des Feinstaubfilters kann je nach Größe der anzusammelnden Partikel, die die erste Filterstufe passieren können, nach Staubsaugerkonzept und nach der geplanten üblichen Nutzungsdauer des Feinstaubfilters gestaltet werden.

**[0014]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist das Feinstaubfilter stromabwärts eines Fliehkraftabscheiders angeordnet. Die Kombination eines Fliehkraftabscheiders mit der erfindungsgemäßen Messung des Füllgrades des Feinstaubfilters ist besonders geeignet, da der Widerstand des Fliehkraftabscheiders praktisch unverändert von seinem Füllgrad ist und die daraus resultierende Fehlermöglichkeit bei der Bestimmung des Füllgrades des Feinstaubfilters entsprechend gering bleibt. Bei dieser Kombination kann demgemäß der Füllgrad des Feinstaubfilters durch den erfindungsgemäßen Vergleich sehr genau bestimmt werden.

**[0015]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Referenzwert für die Drehzahl von der Auswerteelektronik aus einem Speicher auslesbar und/oder in einen Speicher einlesbar. Da der Referenzwert für die Drehzahl für einen oder mehrere spätere Vergleiche für die Auswerteelektronik hilfreich sein kann, ist es sinnvoll, diesen aus einem Speicher auslesen und/oder einlesen zu können. Der Referenzwert muss also nicht immer eine gleiche Größe haben, sondern kann variieren und unterschiedliche Größen annehmen. Durch den Speicher ist der Referenzwert für die Auswerteelektronik bei Bedarf sofort verfügbar. Genauso vorteilhaft ist es, wenn die Auswerteelektronik den Referenzwert von sich aus in einen Speicher einlesen kann. Erkennt die Elektronik, dass ein anderer Referenzwert nicht oder nicht mehr brauchbar ist, oder ist nach dem erfindungsgemäßen Auswerteverfahren vorgesehen, dass durch einen oder mehrere Vergleiche ein oder mehrere neue Referenzwerte gebildet werden, so stehen diese für nachfolgende Vergleiche und Auswertungen nur zur Verfügung, wenn der oder die Referenzwerte von der Auswerteelektronik auch abspeicherbar sind. Es ist auch möglich, dass die Auswerteelektronik mit verschiedenen Referenzwerten arbeitet, beispielsweise mehrere Referenzwerte, die in einer historischen Abfolge abgelegt werden, um den Füllungsverlauf zu dokumentieren, und/oder mehrere Referenzwerte, die für unterschiedliche Betriebszustände und/oder Betriebsparameter zugreifbar sind.

**[0016]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung berücksichtigt die Auswerteelektronik zur Ermittlung des Indikatorwertes eine zweite Prozessgröße. Als Prozessgröße können verschiedene Werte berücksichtigt werden, wie beispielsweise die Motorleistung, ein Unterdruckwert an einer Stelle des Staubsaugers, ein Geräuschwert, ein Kennwert aus einem Kennfeld oder eine

sonstige Prozessgröße. Die zweite Prozessgröße kann für eine Plausibilitätsprüfung des erfindungsgemäß ermittelten Indikatorwertes genutzt werden, oder die zweite Prozessgröße findet auf sonstige Weise Eingang in das Verfahren, um aus dem Vergleich des Ist-Wertes für die Drehzahl des Antriebsmotors mit dem Referenzwert einen Indikatorwert für den Füllgrad abzuleiten. So ist es möglich, aus der zweiten Prozessgröße einen aktuellen Betriebspunkt für den Betrieb des Staubsaugers zu ermitteln, um daraus einen Korrekturfaktor für das Ergebnis des Vergleiches des Ist-Wertes mit dem Referenzwert zu ermitteln. Die zweite Prozessgröße kann auch eine Information über den Betriebsmodus geben, in dem sich der Staubsauger aktuell befindet. So ist es möglich, dass der Staubsauger zum Zeitpunkt der Ermittlung des Ist-Wertes für die Drehzahl des Antriebsmotors auf eine niedrigere als die maximal mögliche Drehzahl geregelt war, was sich auf das Ergebnis des Vergleiches des Ist-Wertes mit dem Referenzwert auswirken kann.

**[0017]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung entspricht der Referenzwert dem Ist-Wert der Drehzahl des Antriebsmotors bei leerem Staubabscheide- und Sammelorgan oder einem Soll-Wert für die Drehzahl des Antriebsmotors, insbesondere bei leerem Staubabscheide- und Sammelorgan. Wenn als Referenzwert der Ist-Wert der Drehzahl bei leerem Staubabscheide- und Sammelorgan oder ein entsprechender Soll-Wert bekannt ist und dieser mit dem aktuellen Ist-Wert verglichen wird, kann die Auswerteelektronik leicht eine Aussage über den aktuellen Füllgrad treffen. Ergeben sich aus dem Vergleich des so definierten Referenzwertes und dem Ist- beziehungsweise Soll-Wert Unterschiede zwischen beiden Werten, kann dieser Unterschied als ein Indikator für den Füllgrad des Staubabscheide- und Sammelorgans angesehen werden. Der Wert des Indikators und/oder das Ergebnis der Auswertung kann einer Bedienperson über eine entsprechende Anzeige mitgeteilt werden. Als Anzeige können dabei optische und/oder akustische Signale, eine alphanumerische Anzeige auf einem Display und dergleichen sein.

**[0018]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere zu unterschiedlichen Leistungsstufen des Antriebsmotors korrelierende Referenzwerte für die Auswerteelektronik verfügbar. Je nachdem, auf welcher Leistungsstufe des Antriebsmotors der Staubsauger aktuell betrieben wird, ist auf diese Weise sichergestellt, dass der Ist-Wert für die aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors mit einem Referenzwert verglichen wird, der der aktuellen Leistungsstufe des Antriebsmotors entspricht. In einer einfachen Ausgestaltung der Erfindung ist es auch möglich, dass nur für eine Leistungsstufe des Antriebsmotors ein vergleichbarer Referenzwert vorliegt und der Referenzwert für die übrigen Leistungsstufen aus einer Fehler-Meldung besteht.

**[0019]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Ist-Wert beim Einschalten des Staubsaugers ermittelbar. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung schaltet die Auswerteelektronik beim Einschalten des Staubsaugers au-

tomatisch in einen Auswertemodus, in dem ein Ist-Wert für die absolute und/oder relative Drehzahl des Antriebsmotors ermittelt wird. Dieser Zeitpunkt ist für die Ermittlung eines Ist-Wertes besonders günstig, weil unmittelbar beim Einschalten des Staubsaugers noch nicht mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Störeinflüssen zu rechnen ist, die sich aus den variablen Strömungswiderständen der auf dem Bodenbelag bewegten Bodendüse oder des Bodenbelags selbst herrühren. In gleicher Weise kann der Ist-Wert der absoluten und/oder relativen Drehzahl des Antriebsmotors auch beim Ausschalten des Staubsaugers ermittelt werden, indem die Auswerteelektronik bei der Betätigung der Aus-Taste in einen Auswertemodus schaltet, in dem vor dem Abschalten des Antriebsmotors noch kurz der Ist-Wert für die Drehzahl ermittelt wird. Die daraus resultierende Zeitverzögerung bei der Abschaltung des Staubsaugers ist für eine Bedienperson zeitlich kaum wahrnehmbar.

**[0020]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist für die Ermittlung des Ist-Wertes und/oder des Referenzwertes von der Auswerteelektronik ein Stellorgan ansteuerbar, mit dem eine Öffnung zur Zuführung von Nebenluft zu öffnen ist und/oder der Hauptströmungsweg schließbar ist. Wenn ein Stellorgan eine Öffnung zur Zuführung von Nebenluft öffnet, kann der Antriebsmotor die Zuluft von der Öffnung direkt in das Staubabscheide- und Sammelorgan einsaugen. Hierdurch können Fehlereinflüsse, die aus variablen Widerständen resultieren können, zumindest teilweise oder ganz eliminiert werden. Ein entsprechender Effekt ergibt sich, wenn durch das Stellorgan alternativ oder zusätzlich der Hauptströmungsweg für die angesaugte Luft geschlossen wird. Allerdings ist dann, wenn vom Stellorgan nur der Hauptströmungsweg schließbar ist, ein Nebenströmungsweg für die Saugluft erforderlich, mit dem eine möglichst von Fehlereinflüssen freie Menge an Saugluft an das Staubabscheide- und Sammelorgan herangeführt werden kann.

**[0021]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ermittelt die Auswerteelektronik die Differenz zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert und legt die Differenz bis zur Ermittlung eines neuen Ist-Wertes in einem Speicher ab.

**[0022]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung führt die Auswerteelektronik den Indikatorwert einer Anzeigevorrichtung zu.

**[0023]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung verfügt das Staubabscheide- und Sammelorgan über eine individuelle Kennzeichnung, die von der Auswerteelektronik auswertbar ist. Als individuelle Kennzeichnung kann eine individuelle Nummer vorgesehen sein, an der für die Auswerteelektronik zu einem Abfragezeitpunkt erkennbar ist, ob noch ein altes Feinstaubfilter eingelegt ist oder ob ein neues Feinstaubfilter eingelegt wurde. Die Nummer kann beispielsweise auch in einem Barcode oder einem Chip mit Lesefeld hinterlegt sein oder als Transpondersignal vom Staubabscheide- und Sammelorgan an die Auswerteelektronik übertragen

werden, wenn die Auswerteelektronik die Nummer braucht. Ebenso kann ein Hologramm verwendet werden, was gleichzeitig als Echtheitszertifikat dienen würde. Die individuelle Kennzeichnung kann auch oder zusätzlich aus einem Zahlenwert bestehen, der als Referenzwert und/oder als Soll-Wert von der Auswerteelektronik verarbeitbar ist. Erkennt die Auswerteelektronik, dass eine neue individuelle Kennzeichnung vorliegt, kann diese daraus schließen, dass beispielsweise ein Staubbeutel und/oder ein Feinstaubfilter ausgewechselt worden ist, was wiederum einen Anlass darstellen kann, eine neue Referenzmessung für einen neuen Staubbeutel und/oder Feinstaubfilter vorzunehmen, um einen neuen Referenzwert zu erhalten, und/oder den Verlauf des Ist-Wertes neu zu überwachen, um daraus Rückschlüsse auf den Füllgrad abzuleiten.

**[0024]** Es wird darauf hingewiesen, dass die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungen einzeln und zu mehreren beliebig miteinander kombinierbar sind. Dem Fachmann ist es unbenommen, die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausgestaltungen zu einer ihm als brauchbar erscheinenden individuellen Kombination zusammenzustellen.

**[0025]** Weitere Verbesserungen und bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden gegenständlichen Beschreibung, den Zeichnungen und den Merkmalen der Unteransprüche.

**[0026]** Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden. Es zeigen:

- Figur 1: eine schematische Querschnittsansicht eines Staubsaugers,  
 Figur 2: ein Strömungsdiagramm,  
 Figur 3: ein Drehzahldiagramm, und  
 Figur 4: verschiedene Arbeitspunkte des Staubsaugers.

**[0027]** In Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsansicht eines Staubsaugers gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel ist ein beutelloser Staubsauger 1 dargestellt, in dem an Stelle eines Staubbeutels ein Fliehkraftabscheider 2 in Gestalt eines Zyklons als erste Filterstufe vorgesehen ist. Außerdem ist im Staubsauger 1 ein Feinstaubfilter 3 angeordnet, der dem Antriebsmotor 4 mit dem Gebläse 5 vorgeordnet ist. Der Antriebsmotor 4 wird von der Steuerung 6 gesteuert, in dem sich die Auswerteelektronik befinden kann. Insbesondere kann in der Steuerung 6 ein Speicher 7 vorgesehen sein, in dem Software für die Auswerteelektronik, Ist-Werte, Soll-Werte, Referenzwerte und/oder Indikatorwerte speicherbar und aus dem Speicher 7 auslesbar sind.

**[0028]** Im Ausführungsbeispiel verfügt der Staubsauger 1 über ein Stellorgan 8, das im Ausführungsbeispiel eine Art Dreiwegeventil darstellt, mit dem je nach Schaltung der Hauptströmungsweg 9 zum Fliehkraftabscheider 2 hin absperrenbar und eine Öffnung zur Zuführung von Nebenluft 10 zu öffnen ist. An Stelle eines einzigen Stellorgans 8, das mit der Steuerung 6 verbunden

ist, können auch mehrere Stellorgane 8 vorgesehen sein, die jeweils individuell den Hauptströmungsweg 9 und/oder die Öffnung zur Zuführung von Nebenluft 10 öffnen und/oder schließen können. Das Stellorgan 8 kann manuell oder motorisch verstellbar sein, und es kann funktionsmäßig mit der Auswerteelektronik verbunden sein. Insbesondere in Gestalt einer automatischen Betätigung. Das Stellorgan 8 ist in Strömungsrichtung der Saugluft durch den Staubsauger 1 hindurch gesehen vor dem Feinstaubfilter 3 angeordnet. Durch die Nachordnung des Stellorgans 8 hinter dem Fliehkraftabscheider 2 wird sichergestellt, dass die Nebenluft 10 ohne störende Einflüsse durch sonstige Bauteile des Staubsaugers 1, insbesondere Staubsammelorgane, in den Feinstaubfilter 3 und von dort in das nachgeordnete Gebläse 5 einströmen kann. Vom Gebläse 5 wird die angesogene Luft wieder an die Außenluft ausgeblasen, nach Bedarf mit einem zusätzlichen Ausblasfilter. Je nach Befüllungsgrad des Feinstaubfilters 3 kann vom Gebläse 5 bei gleicher Leistung mehr oder weniger Luft durch den Feinstaubfilter 3 hindurch gesogen werden. Je voller das Feinstaubfilter 3 ist, um so weniger Luft strömt bei gleicher Antriebsleistung des Antriebsmotors 4 durch den Feinstaubfilter 3 hindurch, und wegen der geringeren Luftförderleistung des Gebläses 5 läuft dieses mit einer dann erhöhten Drehzahl. Dabei steigt die Drehzahl des Gebläses 5 um so stärker an, je mehr das Feinstaubfilter 3 voll ist.

**[0029]** Abweichend von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Staubsauger 1 an Stelle von oder zusätzlich zum Fliehkraftabscheider 2 mit einem herkömmlichen Staubbeutel ausgestattet sein. An Stelle des einzelnen in Fig. 1 abgebildeten Fliehkraftabscheiders 2 können auch mehrere hintereinander angeordnete Fliehkraftabscheider 2 in einem Staubsauger 1 angeordnet sein. An Stelle des oder zusätzlich zum Feinstaubfilter 3 als Beispiel für ein Staubabscheide- und Sammelorgan kann auch ein herkömmlicher Staubbeutel über ein stromaufwärts des Hauptströmungsweges 9 angeordnetes Stellorgan mit Nebenluft 10 versorgbar sein, um dadurch den Befüllungsgrad eines herkömmlichen Staubbeutels messen zu können. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Strömungsweg vom herkömmlichen Staubbeutel zum Gebläse 5 so gestaltet ist, dass sich darin keine variablen Strömungswiderstände finden wie beispielsweise Feinstaubfilter, um auf diese Weise den Befüllungsgrad über die Auswertung der Drehzahl des Antriebsmotors möglichst genau messen zu können. Der Luftkanal zur Führung der angesogenen Luft während einer Messung kann auch separat sein vom üblichen Luftkanal für angesogene Luft.

**[0030]** Für die Bestimmung des Befüllungsgrades des Staubabscheide- und Sammelorgans ist es nur erforderlich, die Zuströmung der Nebenluft 10 für die Dauer eines Messzyklusses zu ermöglichen. Ist ein Messzyklus abgeschlossen, kann das Stellorgan 8 manuell oder motorisch in den normalen Betriebszustand zurückgestellt werden, indem der Hauptströmungsweg 9 vom Flieh-

kraftabscheider 2 bzw. einem herkömmlichen Staubbeutel ungehindert zum Feinstaubfilter 3, dem Gebläse 5 bis zur Ausblasöffnung des Staubsaugers 1 verläuft.

**[0031]** Der Staubsauger 1 kann mit einer Anzeigevorrichtung 11 ausgestattet sein, mit der der Befüllungsgrad des überwachten Staubabscheide- und Sammelorgans anzeigbar ist. Bei der Anzeigevorrichtung 11 kann es sich beispielsweise um eine Ampel handeln, die bei einem unkritischen Füllungsgrad ein grünes Licht, bei einem sich der Füllgrenze nähernden Befüllungsgrad ein gelbes Licht und bei einem vollen Zustand ein rotes Licht zeigt. Der Befüllungsgrad kann aber auch über eine einzige LED angezeigt werden, die in verschiedenen Farben leuchten kann, oder die Anzeige erfolgt alphanumerisch oder über Symbole auf einem Display oder einer sonstigen Anzeigevorrichtung.

**[0032]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung verfügt das Feinstaubfilter 3 über eine individuelle Kennzeichnung, die von der in der Steuerung 6 befindlichen Auswerteelektronik auswertbar ist. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel verfügt das Feinstaubfilter 3 über einen Transponder 12, dessen Signal von einer Transponderempfangseinrichtung 13 empfangbar ist. Die Transponderempfangseinrichtung 13 ist so an die Steuerung 6 angeschlossen, dass der vom Transponder 12 übermittelte Wert von der Auswerteelektronik verarbeitbar ist. Als Transpondersignal kann eine Nummer des eingelegten Feinstaubfilters 3, die mit anderen Nummern vergleichbar ist, insbesondere mit der Nummer des vorherigen Feinstaubfilters, übermittelt werden, oder es handelt sich um Daten, die einen Referenzwert, einen Sollwert und/oder einen sonstigen Wert darstellen, so dass diese Daten nach dieser Ausgestaltung der Erfindung nicht gesondert ermittelt werden müssen, sondern der Auswerteelektronik über den Feinstaubfilter 3 geliefert werden.

**[0033]** In Fig. 2 ist ein Strömungsdiagramm abgebildet, in dem die Strömungswiderstände R Parabeln darstellen, die im Schnitt mit der Gebläsekennlinie GBL die Systemarbeitspunkte I, II, u.s.w. bilden. Die Drehzahl des Antriebsmotors 4 bildet prinzipiell bzw. näherungsweise eine fallende Gerade, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist. Bei steigendem Durchfluss sinkt die Drehzahl des Antriebsmotors 4. Ein sich füllendes Feinstaubfilter 3 bewirkt im Prinzip eine Bewegung der Lastkennlinie vom Arbeitspunkt I in den Arbeitspunkt II.

**[0034]** Um einen Referenzwert für einen unbeaufschlagten Feinstaubfilter zu ermitteln, kann die Auswerteelektronik der Steuerung 6 in einen Ermittlungsmodus geschaltet werden. Die Schaltung in den Ermittlungsmodus kann manuell, automatisch - beispielsweise über eine Zeittaktung - oder durch ein Signal der vorstehend beschriebenen Transponderempfangseinrichtung 13 ausgelöst werden. Im Ermittlungsmodus der Auswerteelektronik kann nach dem Einschalten des Antriebsmotors 4 die absolute und/oder relative Drehzahl des Antriebsmotors als Ist-Wert ermittelt werden. Da der leere Feinstaubfilter 3 bzw. das leere Staubabscheide- und

Sammelorgan der hindurchströmenden Saugluft kaum einen Widerstand entgegengesetzt, muss das Gebläse 5 eine vergleichsweise hohe Förderleistung erbringen, wodurch die Drehzahl des Antriebsmotors 4 gedrückt ist. Es ist vorteilhaft, wenn die Messung der Drehzahl des Antriebsmotors 4 in einer Leistungsstufe vorgenommen wird, die reproduzierbar ist für spätere Ermittlungs- und Auswertevorgänge. So kann der Ist-Wert beispielsweise in einer höheren oder der maximalen Leistungsstufe des Antriebsmotors 4 ermittelt werden, weil hier die Drehzahlunterschiede deutlich erkennbar sind. Ist der Staubsauger 1 mit einem Stellorgan 8 versehen, wie es in der Fig. 1 dargestellt ist, so kann die Auswerteelektronik zur Ermittlung der Drehzahl des Antriebsmotors 4 den Hauptströmungsweg 9 schließen und die Öffnung zur Zuführung von Nebenluft 10 öffnen, insbesondere in einem automatisierten Verfahren, das von der Auswerteelektronik steuerbar ist. Der ermittelte Ist-Wert für die Drehzahl des Antriebsmotors 4 kann nach erfolgter Ermittlung im Speicher 7 hinterlegt werden, beispielsweise als Referenzwert für spätere Vergleiche.

**[0035]** In Fig. 4 ist ein typischer Arbeitspunkt I eines unbeaufschlagten Feinstaubfilters 3 in den verschiedenen Diagrammen  $p = f(q)$ ,  $n = f(q)$  und  $P = f(q)$  gezeigt. In den Diagrammen steht  $p$  für den Unterdruck,  $n$  für die Drehzahl,  $P$  für die Aufnahmeleistung und  $q$  für den Durchfluss.

**[0036]** In der Figur 4a sind mit P1, P2 und P3 verschiedene Leistungsstufen des Gebläses 5 dargestellt. Auf der Gebläsestufe P1 findet sich der beispielhaft ausgewählte Arbeitspunkt I, für den sich bei einem leeren Feinstaubfilter 3 ein dem Arbeitspunkt I entsprechendes Verhältnis zwischen dem Unterdruck im Staubsauger 1 und dem daraus resultierenden Durchfluss  $q$  ergibt. Füllt sich das Feinstaubfilter 3 mit Staub, so nimmt der Strömungswiderstand durch das Feinstaubfilter 3 zu. Der Unterdruck im Staubsauger 1 steigt, und die Durchflussmenge  $q$  verringert sich, so dass sich auf der Leistungsebene P1 bei einem sich füllenden Feinstaubfilter 3 beispielsweise der Arbeitspunkt II in der Figur 4a einstellt. Bei einer niedrigeren Leistungsstufe P2 des Gebläses 5 ergibt sich bei einem leeren Feinstaubfilter 3 der Arbeitspunkt III, der bei einem gefüllten Feinstaubfilter 3 in den Arbeitspunkt IV wandert.

**[0037]** In der Fig. 4b sind die Drehzahlkurven für die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors 4 dargestellt. Aus dem Diagramm in Fig. 4b ist erkennbar, dass sich die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors 4 erhöht, wenn der Staubsauger 1 an Stelle des Arbeitspunktes I mit leerem Feinstaubfilter 3 im Arbeitspunkt II mit einem volleren Feinstaubfilter III betrieben wird. Gleiches gilt für die in Fig. 4b gezeigte Leistungsstufe P2.

**[0038]** Aus der Fig. 4c ist ersichtlich, dass die Aufnahmeleistung  $P$  des Antriebsmotors 4 sich verringert, wenn der Staubsauger 1 in den Arbeitspunkten II bzw. IV an Stelle der Arbeitspunkte I bzw. III betrieben wird. Die Fig. 4 macht somit deutlich, wie sich in Abhängigkeit vom Füllgrad des Feinstaubfilters 3 die Drehzahlen, der Un-

terdruck, die Aufnahmeleistung und Durchflussmengen im Staubsauger 1 verändern.

**[0039]** Wenn die Auswerteelektronik unmittelbar nach dem Einsetzen eines neuen Feinstaubfilters den Ist-Wert der Drehzahl des Antriebsmotors 4 im Arbeitspunkt I ermittelt, diesen als Referenzwert für spätere Vergleiche speichert und zu einem späteren Zeitpunkt für einen Arbeitspunkt II die dann für eine Leistung P1 bestehende Drehzahl des Antriebsmotors 4 als Ist-Wert ermittelt, kann durch die Größe der Differenz und/oder Relation zum Referenzwert im Arbeitspunkt I der Füllgrad des Feinstaubfilters 3 mit einer hinreichenden Genauigkeit bestimmt werden. Es ist möglich, neue Ist-Werte in Abhängigkeit von der Betriebsdauer des Staubsaugers 1 in regelmäßigen Zeittakten und/oder bei jedem Einschalten und/oder Ausschalten des Staubsaugers 1 zu bestimmen. Da relative Aussagen verlässlichere Angaben liefern können als absolute Zahlenwerte, müssen bei einem Vergleich nicht immer absolute Zahlenwerte direkt miteinander verglichen werden. Bei dem Vergleich muss auch nicht immer auf den Referenzwert bei leerem Feinstaubfilter 3 Bezug genommen werden, auch andere Bezugsgrößen sind erfindungsgemäß möglich.

**[0040]** In der Fig. 4 sind drei Leistungsstufen P1, P2 und P3 eingezeichnet, es ist jedoch selbstverständlich, dass auch mehr oder weniger Leistungsstufen vorgesehen sein können oder der Antriebsmotor 4 stufenlos regelbar ist. Für die Durchführung eines Vergleiches ist es wichtig, dass die Werte für die zu vergleichenden Arbeitspunkte zumindest in etwa jeweils einem vergleichbaren Leistungsniveau entsprechen.

**[0041]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung können ausgehend von der minimalen Leistungsstufe alle oder ausgewählte weitere Leistungsniveaus, die entsprechend einstellbar sein können, von der Auswerteelektronik angesteuert und zugehörige Bezugswerte ermittelt werden. Dabei können einzelne, mehrere Punkte oder die gesamte Lastkennlinie des Feinstaubfilters 3 abgebildet werden.

**[0042]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird bei dem Vergleich des Ist-Wertes mit dem Referenzwert der Unterschied in der Aufnahmeleistung des Antriebsmotors 4 in den einzelnen Arbeitspunkten mit in die Bewertung der Auswerteelektronik einbezogen.

**[0043]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung werden nach dem Erkennen des Einlegens eines neuen Feinstaubfilters 3 alle oder bestimmte ausgewählte gespeicherte Bezugswerte im Speicher 7 zurückgesetzt. Beim nächsten Einschalten des beutelosen Staubsaugers 1 kann von der Auswerteelektronik wieder ein neuer Referenzwert für die Drehzahl ermittelt werden.

**[0044]** Für das erfindungsgemäße Verfahren und einen erfindungsgemäßen Staubsauger kann insbesondere ein bürstenloser Antriebsmotor 4 verwendet werden, insbesondere mit einem Reluktanzmotor, da diese Antriebe keine zusätzlichen Drehzahlsensoren benötigen und demzufolge eine kostengünstige Umsetzung des Verfahrens ermöglichen. Bei dieser Antriebsvariante

lässt sich die Aufnahmeleistung beispielsweise durch stromrichterspezifische Größen abbilden. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass diese Antriebe aufgrund des elektronischen Kommutators keinen Ausblasfilter benötigen, so dass sich der Strömungswiderstand des Feinstaubfilters 3 besonders genau ermitteln lässt. Werden Staubsauger 1 mit Universalmotoren verwendet, sollten diese zur Realisierung der Erfindung mit geeigneten Messsensoren zur Bestimmung der relevanten Bezugswerte ausgestattet sein.

**[0045]** Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Dem Fachmann bereitet es keine Schwierigkeiten, die Erfindung auf eine ihm als geeignet erscheinende Weise an besondere Einsatzbedingungen anzupassen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Füllgrades eines in einem Staubsauger (1) mit einem Antriebsmotor (4) angeordneten Staubabscheide- und Sammelorgans,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Auswerteelektronik beim Betrieb des Staubsaugers (1) die absolute und/oder relative Drehzahl des Antriebsmotors (4) als Ist-Wert ermittelt, mit einem Referenzwert für die Drehzahl vergleicht und aus dem Vergleich einen Indikatorwert für den Füllgrad ableitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** es sich beim Staubabscheide- und Sammelorgan um ein Feinstaubfilter (3) handelt.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Feinstaubfilter (3) stromabwärts eines Fliehkraftabscheiders (2) angeordnet ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Referenzwert für die Drehzahl von der Auswerteelektronik aus einem Speicher (7) auslesbar und /oder in einen Speicher (7) einlesbar ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Auswerteelektronik zur Ermittlung des Indikatorwertes eine zweite Prozessgröße berücksichtigt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

- dass** der Referenzwert dem Ist-Wert der Drehzahl des Antriebsmotors (4) bei leerem Staubabscheide- und Sammelorgan oder einem Sollwert für die Drehzahl des Antriebsmotors (4) entspricht.
- 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mehrere, zu unterschiedlichen Leistungsstufen (P1, P2, P3) des Antriebsmotors (4) korrelierende Referenzwerte für die Auswerteelektronik verfügbar sind.
- 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Ist-Wert beim Einschalten des Staubsaugers (1) ermittelbar ist.
- 15
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** für die Ermittlung des Ist-Wertes und/oder des Referenzwertes von der Auswerteelektronik ein Stellorgan (8) ansteuerbar ist, mit dem eine Öffnung zur Zuführung von Nebenluft (10) öffnenbar und/oder der Hauptströmungsweg (9) schließbar ist.
- 20
- 25
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Auswerteelektronik die Differenz zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert ermittelt und die Differenz bis zur Ermittlung eines neuen Istwertes in einem Speicher (7) ablegt.
- 30
- 35
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Auswerteelektronik den Indikatorwert einer Anzeigevorrichtung zuführt.
- 40
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Staubabscheide- und Sammelorgan über eine individuelle Kennzeichnung verfügt, die von der Auswerteelektronik auswertbar ist.
- 45
13. Staubsauger (1) mit einem Antriebsmotor (4), einem Staubabscheide- und Sammelorgan und einer Vorrichtung zur Erfassung des Füllgrades des Staubabscheide- und Sammelorgans, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung eine Auswerteelektronik aufweist, von der mit einer geeigneten softwaregesteuerten Schaltung
- 50
- 55
- eine aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors (4) als relativer und/oder absoluter Ist-Wert ermittelbar,
  - ein Referenzwert zugreifbar,
  - eine Differenz und/oder ein Quotient zwischen dem Ist-Wert und dem Referenzwert bestimmbar und
  - aus der bestimmten Differenz und/oder dem bestimmten Quotienten ein Wert für den Füllgrad des Feinstaubfilters (3) ableitbar ist.
14. Staubsauger (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Staubabscheide- und Sammelorgan ein Feinstaubfilter (3) ist.
15. Staubsauger (1) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Feinstaubfilter (3) stromabwärts eines Fliehkraftabscheiders (2) angeordnet ist.
16. Staubsauger (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Antriebsmotor (4) ein bürstenloser Motor, insbesondere ein Reluktanzmotor verwendet ist.
17. Staubsauger (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Staubsauger (1) ein Stellorgan (8) aufweist, mit dem der Zuluftstrom zum Staubabscheide- und Sammelorgan ganz oder teilweise vom Hauptströmungsweg (9) zu einem Nebenluftströmungsweg umschaltbar ist.
18. Staubsauger (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Staubsauger (1) eine Lesevorrichtung aufweist, mit der individuelle Kennzeichnungen des Staubabscheide- und Sammelorgans auslesbar und an die Auswerteelektronik übermittelbar sind.
19. Staubsauger (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Staubsauger (1) eine Anzeigevorrichtung aufweist, über die der von der Auswerteelektronik ermittelte Füllgrad anzeigbar ist.

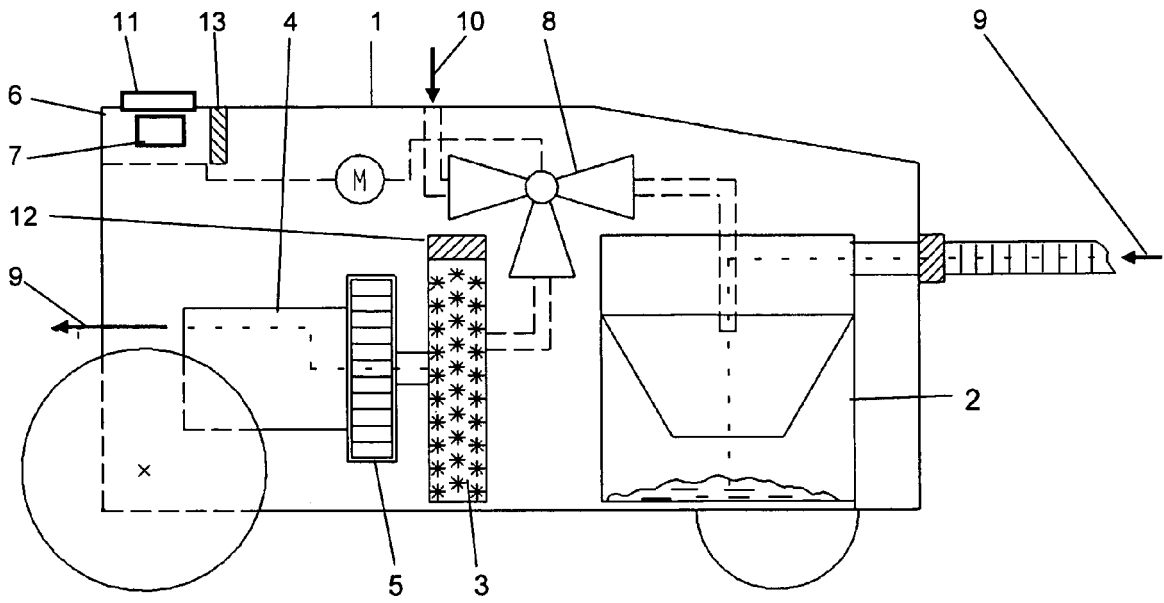


Fig.1

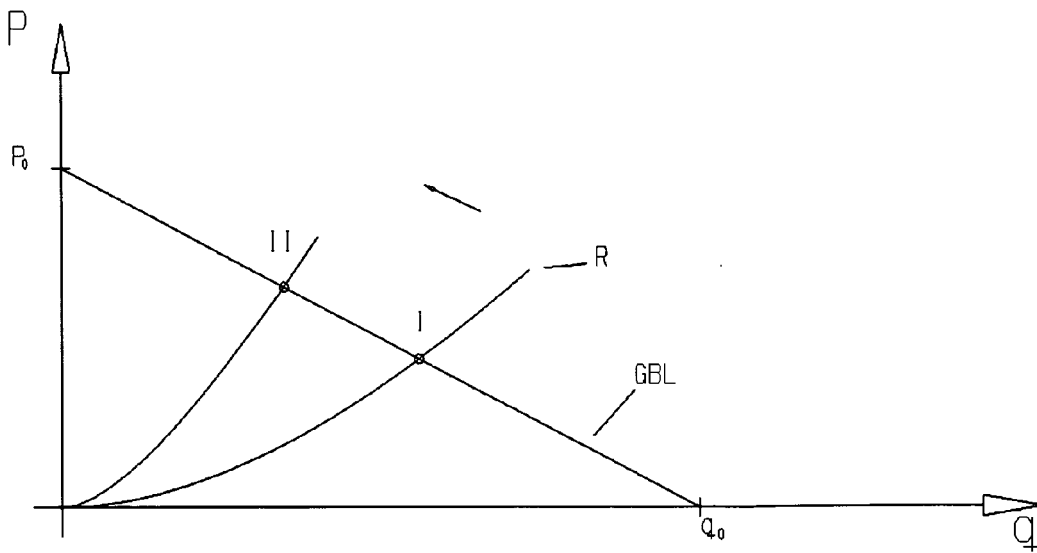


Fig.2

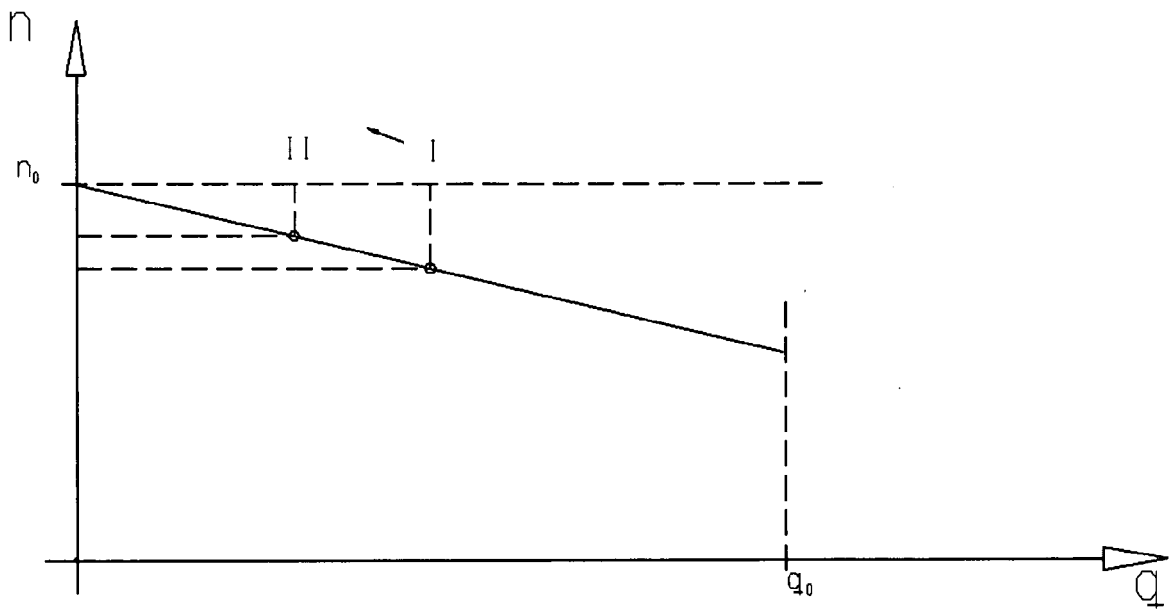


Fig.3

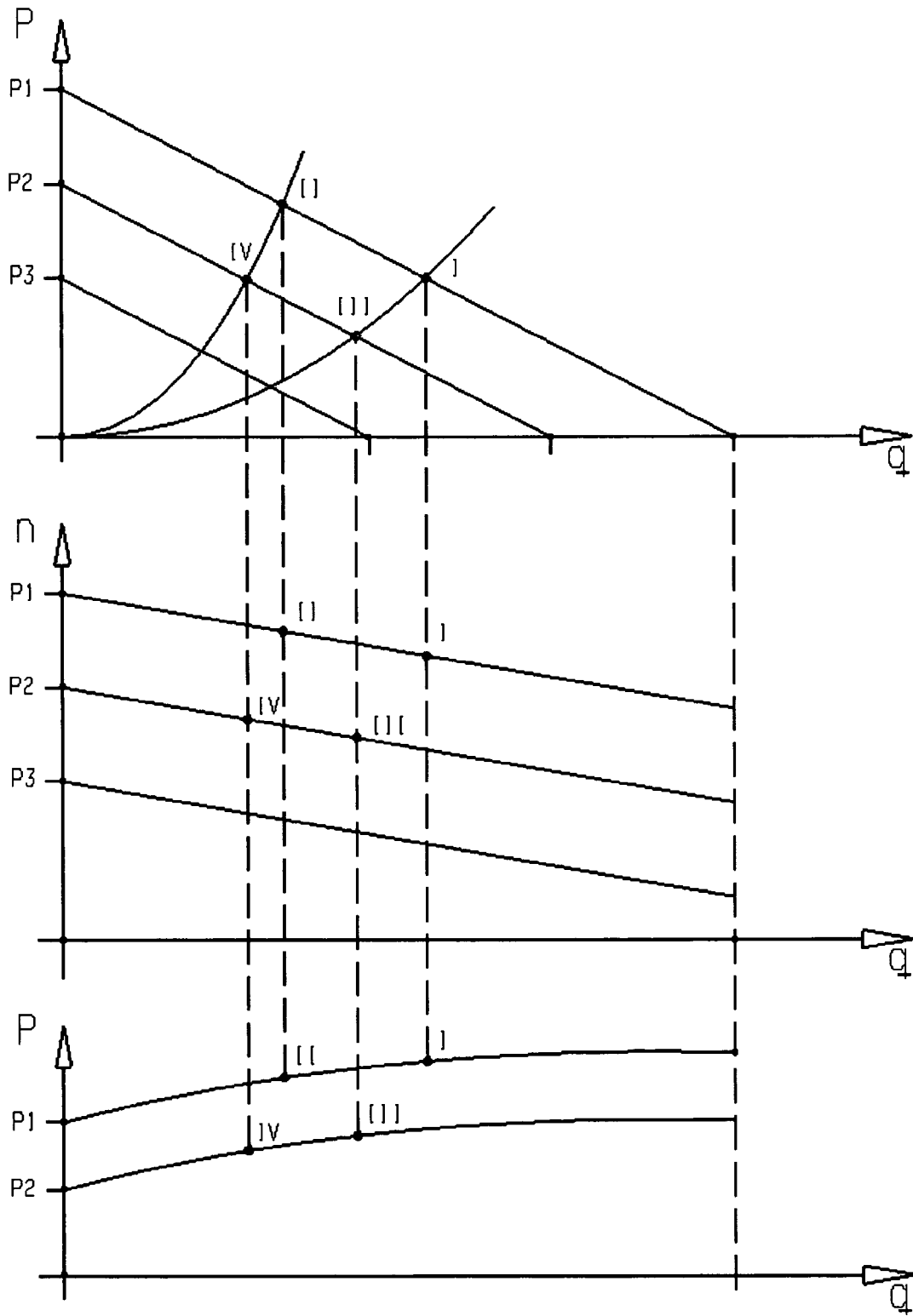


Fig.4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2007022959 A2 **[0002]**
- WO 2007022959 A1 **[0006]**