

TITEL

5

Vakuumpumpe

TECHNISCHES GEBIET

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

15

Vakuumpumpen dienen der Erzeugung von Unterdruck. Sie lassen sich beispielsweise als Brustpumpen zum Abpumpen von Muttermilch und als Drainagepumpen, insbesondere im Bereich der Thorax- oder Wunddrainage, einsetzen. Membranvakuumpumpen lassen sich relativ klein und kostengünstig ausbilden.

20

WO 2011/035447 offenbart eine motorbetriebene Brustpumpe zum Abpumpen von Muttermilch mit einer Vakuummembran, welche gleichzeitig zur Erzeugung oder Weiterleitung des Vakuums, zur Medientrennung zwischen Luft und Milch und als Transportmittel für die abgesaugte Milch dient. Die Vakuummembran ist entweder direkt
25 über einen Motor und mechanische Kraftübertragungsmittel angetrieben oder über eine Vakuumleitung mit einem vakuum erzeugenden Pumpaggregat verbunden.

WO 2008/057218 offenbart ebenfalls eine Vakuummembran einer Brustpumpe. Diese Vakuummembran ist über eine Druckleitung mit einem Pumpaggregat verbunden. Sie
30 weist eine angeformte Ventilklappe auf.

Insbesondere bei Drainagepumpen ist eine Messung des erzeugten bzw. des beim Benutzer angelegten Vakuums bekannt. Üblicherweise wird innerhalb der Vakuumpumpe in einer

Vakuumleitung oder in einer externen Saug- oder Vakuumleitung der Unterdruck mit Sensoren bekannter Art gemessen. Beispielsweise werden hierfür piezoelektrische Sensoren eingesetzt. Bei Brustpumpen ist die Messung des erzeugten Unterdrucks bisher nicht üblich.

5

Im Stand der Technik ist eine Vielfalt von Drucksensoren bekannt. So offenbart US 2003/0116702 einen optischen Drucksensor mit einem Gehäuse, einer darin gehaltenen Membran mit Lichtblocker, einer Photodiode, einem Photodetektor und Prismen, welche Licht von der Photodiode zum Photodetektor leiten. Die Position der Membran und somit
10 die Lage des Lichtblockers im Strahlweg zwischen Photodiode und Photodetektor ist vom Druckverhältnis im Gehäuse abhängig.

WO 03/034014 offenbart einen Drucksensor zur Bestimmung eines Fluiddrucks, wobei der Druck über eine Membran an einen Sensor übertragen wird.

15

Auch WO 2011/027117 betrifft einen Drucksensor, welcher eine Membran zur Übertragung des Drucks verwendet.

20

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Vakuumpumpe mit einem Drucksensor zu schaffen, welche sich insbesondere als Brustpumpe zum Abpumpen von menschlicher Muttermilch einsetzen lässt.

25

Diese Aufgabe löst eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die erfindungsgemässe Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Unterdrucks weist eine Pumpkammer mit einem Eingang und einem Ausgang auf, wobei der Ausgang mit einem
30 Ventil ausgestattet ist. Vorzugsweise ist der Ausgang mit dem Ventil, insbesondere einem Rückschlagventil versehen. Erfindungsgemäss ist die Pumpkammer mit einem Drucksensor versehen bzw. in der Pumpkammer ist ein Drucksensor angeordnet.

Durch die Anordnung des Druckssensors an oder in der Vakuumkammer, hier auch Pumpkammer genannt, lässt sich die Vakuumpumpe klein und kompakt ausbilden. Es wird keine zusätzliche Leitung zu einem Drucksensor benötigt. Durch die Anordnung des Sensorelements an oder in der Vakuumkammer wird der Unterdruck vor Ort gemessen, es
5 sind keine Verluste und Undichtheiten zu berücksichtigen. Die Bestimmung des Unterdrucks ist somit relativ genau.

Der gemessene Vakuumwert lässt sich zur Steuerung der Pumpe einsetzen, auf einem Display der Pumpe für den Benutzer anzeigen oder anderweitig verwenden.

10

Vorzugsweise umfasst der Drucksensor eine Sensormembran, welche in Abhängigkeit des in der Pumpkammer herrschenden Drucks ausgelenkt wird und so einem Detektor den herrschenden Druck bzw. die Grösse einer Druckänderung übermittelt. Die Sensormembran bildet somit das Sensorelement.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform ist an der Sensormembran eine Fahne angeordnet, deren Lage relativ zur Pumpkammer detektierbar ist. Die Fahne und die restliche Sensormembran sind vorzugsweise gemeinsam einstückig ausgebildet, wobei die Fahne vorzugsweise im Vergleich zur restlichen Sensormembran steifer ist. Die Fahne bildet
20 somit ein Übertragungselement, welches die Information bezüglich der Auslenkung der Sensormembran, d.h. die Druckveränderung, weiter leitet.

Die Detektion der Auslenkung der Sensormembran, insbesondere die Lageveränderung der abstehenden Fahne, kann mit bekannten Mitteln, beispielsweise kapazitiv oder induktiv,
25 erfolgen. In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Detektion der Lage der Membran durch ein optisches Detektionsmittel.

Vorzugsweise umfasst das optische Detektionsmittel einen Lichtemitter und einen Lichtdetektor, wobei die Fahne durch Auslenkung der Sensormembran in einen Lichtpfad
30 zwischen Lichtemitter und Lichtdetektor bewegbar ist. Die detektierte Lichtmenge ist abhängig davon, wie weit die Fahne in den Lichtpfad hineinragt, und ergibt somit nach entsprechender Umrechnung die Auslenkung der Sensormembran und dadurch den in der Pumpkammer herrschenden Druck.

Vorzugsweise wird dieser Sensor in einer Membranvakuumpumpe eingesetzt, in welcher eine Vakuummembran eine Wand der Pumpkammer bildet, wobei das Volumen der Pumpkammer durch Bewegung der Vakuummembran verkleinert und vergrößert wird und
5 somit der Unterdruck in der Pumpkammer zyklisch erzeugt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind Vakuummembran und Sensormembran gemeinsam einstückig ausgebildet. Vorzugsweise bildet die Sensormembran in diesem Fall eine einseitige Verlängerung der Vakuummembran. Sie ist vorzugsweise in einem
10 Randbereich der Vakuummembran angeordnet.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind die Vakuummembran und die Sensormembran zwei voneinander getrennt ausgebildete Teile. Vorzugsweise sind in diesem Fall beide rund ausgebildet.
15

Die Sensormembran und die Vakuummembran sind vorzugsweise aus Silikon oder einem thermoplastischen Elastomer (TPE) gefertigt. Die Sensormembran kann dünner oder dicker ausgebildet sein als die Vakuummembran. Vorzugsweise weist sie dieselbe Dicke, insbesondere 0.8 mm auf.
20

Insbesondere die Vakuummembran ist vorzugsweise tellerförmig ausgebildet mit kreisförmigen Vertiefungen und Erhebungen.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Pumpkammer einen ersten
25 Kammerbereich und einen mit diesem ersten Kammerbereich über eine Durchgangsöffnung verbundenen zweiten Kammerbereich auf. Beide Kammerbereiche weisen dasselbe Druckniveau auf. Der erste Kammerbereich dient als Pumpbereich, der zweite als Sensorbereich. Werden Membranen verwendet, so überdeckt die Vakuummembran vorzugsweise den ersten Kammerbereich und die Sensormembran den
30 zweiten Kammerbereich. Im ersten Kammerbereich ist vorzugsweise der Eingang und im zweiten Kammerbereich der Ausgang angeordnet.

Die Durchgangsöffnung ist im Vergleich zum ersten Kammerbereich verjüngt ausgebildet

und besteht vorzugsweise aus einem Verbindungskanal zwischen dem ersten und dem zweiten Kammerbereich. Der zweite Kammerbereich kann denselben Durchmesser aufweisen wie der Verbindungskanal, oder er kann breiter bzw. mit einem grösseren Volumen versehen sein. Das Volumen des Verbindungskanals und/oder der Durchmesser
5 der Durchgangsöffnung bleibt auch bei sich bewegender Sensormembran und Vakuummembran konstant. Die Volumina des ersten und des zweiten Kammerbereichs ändern sich bei sich bewegenden Membranen. Der erste Kammerbereich ist vorzugsweise wesentlich grösser ausgebildet als der zweite Kammerbereich.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vakuummembran einen Mittelpunkt auf, wobei dieser Mittelpunkt mit einem Antriebselement zur Betätigung der Vakuummembran verbindbar ist. In diesem Mittelpunkt ist vorzugsweise ein Verbindungskopf zur Verbindung mit dem Antriebsaggregat angeordnet.

15 Die erfindungsgemässe Vakuumpumpe lässt sich insbesondere als Brustpumpe zum Abpumpen von Muttermilch oder als Drainagepumpe, insbesondere für die Wund- oder Thoraxdrainage einsetzen. Die Vakuummembran kann direkt über einen Motor und eine mechanische Kraftübertragungseinheit, beispielsweise eine Pleuelstange, angetrieben sein. Sie kann jedoch auch manuell betrieben oder über eine Vakuumleitung mit einem motor-
20 oder manuellbetriebenen vakuumerzeugenden Pumpaggregat verbunden sein.

Insbesondere lässt sich die brusthaubenseitige Pumpkammer der medientrennenden Membran gemäss der WO 2011/035447 mit einem derartigen Drucksensor ausstatten.

25 Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

30 Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemässen Vakuumpumpe in der Verwendung als Brustpumpe;

Figur 2 die Vakuumpumpe gemäss Figur 1 in teilweiser Explosionsdarstellung;

5

Figur 3 einen vergrösserten Ausschnitt der Vakuumpumpe gemäss Figur 2;

Figur 4 einen Teil der Vakuumpumpe Figur 2 in einer weiteren vergrösserten Explosionsdarstellung mit einer leicht anders ausgebildeten Sensoreinheit;

10

Figur 5 einen Längsschnitt durch die Pumpkammer der Vakuumpumpe gemäss Figur 1 in einer ersten Stellung der Membran;

Figur 6 einen Längsschnitt durch die Pumpkammer der Vakuumpumpe gemäss Figur 1 in einer zweiten Stellung der Membran;

15

Figur 7 eine perspektivische Explosionsdarstellung einer erfindungsgemässen Vakuumpumpe gemäss einer zweiten Ausführungsform und in der Verwendung als Brustpumpe und

20

Figur 8 eine zweite perspektivische Explosionsdarstellung der Vakuumpumpe gemäss Figur 7.

25

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Vakuumpumpe in Form einer Brustpumpe zum Abpumpen von menschlicher Muttermilch dargestellt. Sie weist ein Gehäuse 1 einer Vakuumpumpe mit einem Elektromotor 10 auf. Eine Brusthaubeneinheit 5 umfasst eine Brusthaube 51 mit einem auf eine Mutterbrust dichtend aufsetzbaren Brusthaubentrichter 52 sowie eine erste Leitung 50. Diese erste Leitung 50 ist über ein erstes Kopplungsteil 53 mit dem Gehäuse 1 der Vakuumpumpe lösbar verbindbar. Eine Milchsammeleinheit 4 weist einen Milchsammelbehälter 44 mit einem

30

Verbindungsstutzen 43 sowie eine zweite Leitung 41 auf. Diese zweite Leitung 41 ist mit einem zweiten Kopplungsteil 40 versehen, mit welchem sie mit dem Gehäuse 1 der Vakuumpumpe lösbar verbindbar ist. Am gegenüberliegenden Ende der zweiten Leitung 41 ist ein drittes Kopplungsteil 42 vorhanden, welches in den Verbindungsstutzen 43
5 einsteckbar oder über ihn stülpmbar ist.

Wie in Figur 2 erkennbar ist, ist ein Deckel 13 auf einer Aussenwand des Gehäuses 1 befestigt. Vorzugsweise ist er lösbar befestigt, beispielsweise verschraubt. In diesem Deckel 13 ist, dem Gehäuse 1 zugewandt, eine Pumpkammer ausgebildet. Sie besteht aus
10 zwei Kammerbereichen 14, 15. Beide Kammerbereiche 14, 15 sind im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet und bilden je eine Vertiefung im Deckel 13. Der erste Kammerbereich 14 weist einen wesentlich grösseren Durchmesser auf als der zweite Kammerbereich 15. Die zwei Kammerbereiche 14, 15 sind über einen Verbindungskanal 18 miteinander verbunden. Der Verbindungskanal 18 ist bis auf seine zwei in die
15 Kammerbereiche 14, 15 führenden Mündungsöffnungen vollständig geschlossen. Er weist üblicherweise keine Ventile auf.

Im ersten Kammerbereich 14 ist eine Eingangsöffnung 143 vorhanden, mit welcher das erste Kopplungsteil 53 der Brusthaubeneinheit 5 verbindbar ist. Hier ist es eingesteckt. Im
20 zweiten Kammerbereich 15 ist eine Ausgangsöffnung 150 vorhanden, welche gegen die Aussenseite des Deckels 13 mit einem Ventil 3 versehen ist. Vorzugsweise ist diese Ausgangsöffnung 150 mittig im kreisförmigen Kammerbereich 15 angeordnet. Das Ventil ist vorzugsweise ein Rückschlagventil, insbesondere ein Schnabelventil. Andere Ventilarten und -typen lassen sich auch verwenden.

25

Der erste Kammerbereich 14 weist einen kreisförmigen Dichtrand 140 auf. Beabstandet zu diesem Dichtrand 140 ist ein geschlossener Ring 141 mit einer innen liegenden, vorzugsweise planen Grundfläche 144 vorhanden. Der Ring ist von Radialrillen 142 durchsetzt, welche die Grundfläche 144 mit der Aussenseite des Rings 141 verbinden. Die
30 Eingangsöffnung 143 und das diesseitige Ende des Verbindungskanals 18 befinden sich zwischen Dichtrand 140 und Ring 141, wobei sie vorzugsweise einander diametral gegenüberliegen. Dies ist in Figur 3 gut erkennbar.

Im bestimmungsgemässen Gebrauch der Brustpumpe ist die Eingangsöffnung 143 vorzugsweise über dem Verbindungskanal 18 angeordnet bzw. der erste Kammerbereich 14 oberhalb des zweiten Kammerbereichs 15.

- 5 Zwischen Deckel 13 und der Aussenwand des Gehäuses 1 ist eine Membran 2 angeordnet. Diese Membran 2 ist vorzugsweise aus Silikon oder einem thermoplastischen Elastomer (TPE) gefertigt. Die Membran 2 weist einen kreisförmigen Membrankörper 21 mit einem annähernd vollständig umlaufenden Rand 20 auf. Der Membrankörper 21 mit seinem Rand 20 ist vorzugsweise tellerförmig ausgebildet. Er weist vorzugsweise Erhebungen und
10 Vertiefungen auf. Mittig im Membrankörper 21 ist ein Verbindungskopf 22 einstückig angeformt oder befestigt. Dieser Verbindungskopf 22 ist über ein Kopplungsteil 7 (siehe Figur 4) mit einer Kraftübertragungsstange 11 des Antriebs lösbar oder fest verbunden.

- Wie in Figur 3 gut erkennbar ist, weist der Antrieb den genannten Elektromotor 10 auf, welcher mit einer Drehscheibe 16 versehen ist. Auf der Drehscheibe 16 ist ein Pleuelkopf 110 der Kraftübertragungsstange 11, beispielsweise einer Pleuelstange, angeordnet. Ein dem Pleuelkopf 110 entgegen gesetztes Ende der Kraftübertragungsstange 11 ist als Verbindungselement 111 ausgebildet. Dieses Verbindungselement 111 ist über das
20 Kopplungsteil 7 mit der Membran 2 verbunden. Hierfür weist das Gehäuse 1 eine erste Durchgangsöffnung 12 auf. Somit wird eine Rotationsbewegung des Motors 10 über die Kraftübertragungsstange 11 in eine lineare Bewegung der Membran 2, genauer des Membrankörpers 21, übertragen.

- Der Membrankörper 21 überdeckt den ersten Kammerbereich 14, insbesondere den Ring 25 141 und die von ihm umschlossene Kavität. Durch die lineare Bewegung der Membran 2 entlang der Längsachse des Verbindungskopfes 22 lässt sich im Innern der Kavität und somit im ersten Kammerbereich 14 ein Unterdruck erzeugen. Membrankörper 21 und Rand 20 bilden somit eine Vakuummembran zur Erzeugung eines Unterdrucks. Der erste Kammerbereich 14 bildet einen Pumpbereich zur Erzeugung des Vakuums.

30

Die Membran 2 weist ferner eine einseitige Verlängerung in Form eines Lappens 23 auf. Der Lappen 23 ist hier im Wesentlichen rechteckig und plan ausgebildet. An diesem Lappen 23 ist eine Nase oder Fahne 24 angeformt, welche dem Lappen 23 senkrecht in

Richtung Gehäuse 1 vorsteht. Die Fahne 24 ist vorzugsweise steifer ausgebildet als der Lappen 23 und als die restliche Membran 20, 21. Einzig der Verbindungskopf 22 weist vorzugsweise eine gleiche oder grössere Steifheit auf.

5 Der Lappen 23 überdeckt den zweiten Kammerbereich 15, wobei die Fahne 24 im montierten Zustand vorzugsweise über die Ausgangsöffnung 150 zu liegen kommt. Zumindest liegt die Fahne 24 im zweiten Kammerbereich 15. Auch der Bereich des Lappens 23 ist dichtend zwischen Deckel 13 und Aussenseite der Gehäusewand 1 gehalten, so dass die Pumpkammer, gebildet durch die zwei Kammerbereiche 14 und 15, 10 gegenüber dem Gehäuse 1 abgedichtet ist. Die Aussenseite der Gehäusewand 1 ist vorzugsweise plan ausgebildet. Der Bereich des Lappens 23, welcher über dem zweiten Kammerbereich 15 liegt, bildet eine Sensormembran. Der zweite Kammerbereich 15 bildet einen Sensorbereich, wie nachfolgend dargelegt wird.

15 Im Bereich der Fahne 24 weist das Gehäuse 1 eine zweite Durchgangsöffnung 17 auf, durch welche die Fahne 24 hindurchragen kann. Beidseitig dieser zweiten Durchgangsöffnung 17, auf der Innenseite des Gehäuse 1, ist eine optische Sensoreinheit 6 angeordnet. Sie weist einen Lichtemitter 60, z. B. eine Photodiode, und einen Lichtdetektor 62, z.B. eine Photodiode, auf. Lichtemitter 60 und Lichtdetektor 62 sind vorzugsweise 20 gemeinsam mit einer Steuerungs- und Auswerteelektronik 61 auf einer gemeinsamen Leiterplatine angeordnet. Lichtemitter 60 und Lichtdetektor 62 sind einander diametral gegenüberliegend am Rand der zweiten Durchgangsöffnung 17 angeordnet. Lichtemitter 60 und Lichtdetektor 62 definieren einen Lichtpfad oder Strahlengang, welcher senkrecht zur Fahne 24 verläuft und von dieser durchsetzbar ist.

25

In den Figuren 5 und 6 ist nun die Bewegung der Membran 2 erkennbar. In beiden Figuren ist erkennbar, wie der Rand 20 und die Peripherie des Lappens 23 dichtend zwischen dem Gehäuse 1 und dem Deckel 13 eingespannt sind.

30 In Figur 5 wird die Membran 2, konkret der Membrankörper 21, über das Kopplungsteil 7 und den Antrieb 1 zum Gehäuse 1 hin gezogen. Das Volumen des ersten Kammerbereichs 14 wird vergrössert. Luft aus der ersten Leitung 50 der Brusthaubeneinheit 5 wird in die Kammer gesogen. Das Rückschlagventil 3 ist geschlossen. Durch den im ersten

Kammerbereich 14 entstehende Unterdruck wird auch die Sensormembran, das heisst der über dem zweiten Kammerbereich 15 liegende Teil des Lappens 23, in den zweiten Kammerbereich 15 hinein gezogen. Dadurch bewegt sich der Lappen 23 zur Ausgangsöffnung 150 hin und somit weg vom Lichtemitter 60 und Lichtdetektor 62. Der
5 Lappen 23 bewegt sich somit mindestens teilweise aus dem Lichtpfad heraus.

In Figur 6 ist die Membran 2, konkret wiederum der Membrankörper 21, zur Grundfläche 144 hingepresst. Vorzugweise liegt der Membrankörper 21 auf dieser Grundfläche 144 auf. Die Verbindung mit der ersten Leitung 50 der Brusthaubeneinheit 5 ist vorzugsweise
10 unterbrochen, indem die Membran 2 die Eingangsöffnung 143 verschliesst. Das Ventil 3 ist geöffnet. Die Sensormembran 23 ist entspannt und plan und die Fahne 24 ragt in den Lichtpfad hinein und überdeckt somit mindestens teilweise den Lichtemitter 60. Dies entspricht für die Messung des Vakuums einer Nullstellung. Je nach erzeugtem Vakuum bzw. Unterdruck wird, wie in Figur 5 erkennbar, die Sensormembran mit der Fahne 24
15 unterschiedlich weit aus dem Strahlengang gezogen, so dass in Abhängigkeit des erzeugten Vakuums eine bestimmte Lichtmenge vom Lichtemitter zum gegenüberliegenden Lichtdetektor gelangen kann. Diese Lichtmenge wird von der Steuer- und Auswerteelektronik 61 bestimmt und einem Vakuumwert zugeordnet. Der gemessene Vakuumwert entspricht genau dem Vakuumwert der Pumpkammer, da der erste
20 Kammerbereich 14 und der zweite Kammerbereich 15 aufgrund des Verbindungskanal 18 stets auf einem gemeinsamen Druckniveau liegen. Die Position der Fahne 24 im Lichtpfad kann auch ohne Zuordnung eines konkreten Vakuumwertes an eine Steuereinheit der Pumpe übermittelt und zur Steuerung der Pumpe verwendet werden. Des Weiteren kann anstelle einer optischen Sensoreinheit 6 auch ein anderes Mittel zur Detektion der Lage der
25 Fahne 24 eingesetzt werden.

In den Figuren 7 und 8 ist ein zweites Ausführungsbeispiel dargestellt. Auch hier wird die erfindungsgemässe Vakuumpumpe als Brustpumpe zum Abpumpen von menschlicher Muttermilch eingesetzt. Gleiche Teile sind analog zum ersten Ausführungsbeispiel mit
30 denselben Bezugsziffern bezeichnet und werden hier nicht mehr im Detail beschrieben. Im Gegensatz zum ersten Beispiel ist die Membran 2 jedoch nicht mehr einstückig dargestellt. Vakuummembran und Sensormembran sind zwei voneinander getrennt ausgebildete Membranen. Die Vakuummembran ist rund ausgebildet und wird durch den

Membrankörper 21 und den Rand 20 gebildet. Die Sensormembran 23' ist hier ebenfalls rund und vorzugsweise plan ausgebildet und weist die vorstehende Fahne 24 auf. Sie kann einen umlaufenden Dichtrand aufweisen.

- 5 Wie bereits in WO 2011/035447 beschrieben, wird in beiden oben genannten Beispielen die abgepumpte Milch durch die Vakuum- oder Pumpkammer gepumpt. Die Membran 2 dient somit als vakuum erzeugende Membran, zum Transport der Milch und als Medientrennung zwischen der Luft im Gehäuse der Pumpe und der Milch. Diese Membran 2 lässt sich auch gemäss den weiteren Ausführungsbeispielen der WO'447 mit einem
- 10 vakuum erzeugenden Pumpaggregat koppeln, so dass sie durch einen an sie über eine Unterdruckleitung applizierten zyklischen Unterdruck bewegt wird. In diesem Fall erzeugt sie nach wie vor einen Unterdruck in der Pumpkammer 14, wobei sich dieser Unterdruck proportional zum angelegtem zyklischen Unterdruck des Vakuuaggregats verhält. Die übrigen genannten Funktionen bleiben dadurch erhalten.

15

Die erfindungsgemässe Vakuumpumpe verfügt über einen relativ genauen und kostengünstigen Vakuumsensor. Vorteilhaft ist zudem, dass der Sensor, da integriert in die Pumpkammer, kaum störungsanfällig ist und einen geringen Platzbedarf aufweist.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Gehäuse	24	Fahne
10	Elektromotor		
11	Kraftübertragungsstange	3	Ventil
110	Pleuelkopf		
111	Verbindungselement	4	Milchsammeleinheit
12	erste Durchgangsöffnung	40	zweites Kopplungsteil
13	Deckel	41	zweite Leitung
14	erster Kammerbereich	42	drittes Kopplungsteil
140	Dichtrand	43	Verbindungsstutzen
141	Ring	44	Milchsammelbehälter
142	Radialrille		
143	Eingangsöffnung	5	Brusthaubeneinheit
144	Grundfläche	50	erste Leitung
15	zweiter Kammerbereich	51	Brusthaube
150	Ausgangsöffnung	52	Brusthaubentrichter
16	Drehscheibe	53	erstes Kopplungsteil
17	zweite Durchgangsöffnung		
18	Verbindungskanal	6	optische Sensoreinheit
		60	Lichtemitter
2	Membran	61	Steuer- und
20	Rand		Auswertelektronik
21	Membrankörper	62	Lichtdetektor
22	Verbindungskopf		
23	Lappen	7	Kopplungsteil
23'	Sensormembran		

PATENTANSPRÜCHE

1. Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Unterdrucks, wobei die Vakuumpumpe eine Pumpkammer (14, 15) aufweist mit einem Eingang (143) und einem Ausgang (150), wobei der Ausgang (150) mit einem Ventil (3) ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpkammer (14, 15) mit einem Drucksensor (23, 23', 24) versehen ist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei der Drucksensor eine Sensormembran (23, 23') umfasst.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 2, wobei an der Sensormembran (23, 23') eine Fahne (24) angeordnet ist, deren Lage relativ zur Pumpkammer (14, 15) detektierbar ist.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, wobei ein optisches Detektionsmittel (6) vorhanden ist, um die Lage der Fahne (24) zu detektieren.
5. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei das optische Detektionsmittel (6) einen Lichtemitter (60) und einen Lichtdetektor (62) umfasst und wobei die Fahne (24) durch Auslenkung der Sensormembran (23, 23') in einen Lichtpfad zwischen Lichtemitter (60) und Lichtdetektor (62) bewegbar ist.
6. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Vakuumpumpe eine Vakuummembran (20, 21) zur Erzeugung des Unterdrucks in der Pumpkammer (14, 15) aufweist.
7. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 2 und 6, wobei die Vakuummembran (20, 21) und die Sensormembran (23, 23') gemeinsam einstückig ausgebildet sind.
8. Vakuumpumpe nach Anspruch 7, wobei die Sensormembran (23) eine einseitige Verlängerung der Vakuummembran (20, 21) ist.

9. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 2 und 6, wobei die Vakuummembran (20, 21) und die Sensormembran (23') zwei voneinander getrennt ausgebildete Teile sind.
10. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Pumpkammer einen ersten Kammerbereich (14) und einen mit diesem ersten Kammerbereich (14) über eine Durchgangsöffnung (18) verbundenen zweiten Kammerbereich (15) aufweist, wobei im ersten Kammerbereich (14) der Eingang (143) und im zweiten Kammerbereich (15) der Ausgang (15) angeordnet ist.
11. Vakuumpumpe nach den Ansprüchen 2, 6 und 10, wobei die Vakuummembran (20, 21) den ersten Kammerbereich (14) überdeckt und die Sensormembran (23, 23') den zweiten Kammerbereich (15).
12. Vakuumpumpe nach Anspruch 6, wobei die Vakuummembran (20, 21) im Wesentlichen einen runden Querschnitt aufweist.
13. Vakuumpumpe nach Anspruch 12, wobei die Vakuummembran (20, 21) einen Mittelpunkt aufweist, wobei dieser Mittelpunkt mit einem Antriebselement (10, 11) zur Betätigung der Vakuummembran (20, 21) verbindbar ist.
14. Vakuumpumpe nach Anspruch 13, wobei im Mittelpunkt ein Verbindungskopf (22) zur Verbindung mit dem Antriebselement (10, 11) angeordnet ist.