

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50250/2023 (51) Int. Cl.: **A61M 1/06** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 06.04.2023 **A61M 1/00** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2024

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 202010014785 U1  
EP 3789053 A1  
CN 110075375 A  
CN 111870750 A  
EP 3366329 A1  
WO 2014044423 A1  
CN 108030967 A

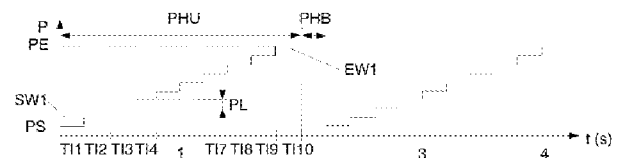
(71) Patentanmelder:  
MAM BABYARTIKEL GESELLSCHAFT M.B.H.  
1160 Wien (AT)

(72) Erfinder:  
Röhrig Peter  
1160 Wien (AT)  
Hufnagl Lukas  
2333 Leopoldsdorf (AT)  
Szabo Balazs  
9400 Sopron (HU)

(74) Vertreter:  
SONN Patentanwälte GmbH & Co KG  
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe**

(57) Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe (1) zum Abpumpen von Muttermilch, welche Milchpumpe (1) abwechselnd in einer Unterdruckphase (PHU) und einer darauffolgenden Belüftungsphase (PHB) betrieben wird, in welcher Unterdruckphase (PHU) zumindest ein Motor (2) der Milchpumpe (1) eine Unterdruckeinheit (3) der Milchpumpe (1) zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen einer Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube (4) der Milchpumpe (1) antreibt und in welcher Belüftungsphase (PHB) der Unterdruck abgebaut wird, wobei der zumindest eine Motor (2) am Beginn der Unterdruckphase (PHU) mit einer Startleistung (PS) und am Ende der Unterdruckphase (PHU) mit einer Endleistung (PE) betrieben wird, wobei in einem geräuscharmen Betriebsmodus die Motorleistung (P) von der Startleistung (PS) bis zur Endleistung (PE) zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen (TI), welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken, stufenweise erhöht wird.



## Zusammenfassung:

Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe (1) zum Abpumpen von Muttermilch, welche Milchpumpe (1) abwechselnd in einer Unterdruckphase (PHU) und einer darauffolgenden Belüftungsphase (PHB) betrieben wird, in welcher Unterdruckphase (PHU) zumindest ein Motor (2) der Milchpumpe (1) eine Unterdruckeinheit (3) der Milchpumpe (1) zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen einer Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube (4) der Milchpumpe (1) antreibt und in welcher Belüftungsphase (PHB) der Unterdruck abgebaut wird, wobei der zumindest eine Motor (2) am Beginn der Unterdruckphase (PHU) mit einer Startleistung (PS) und am Ende der Unterdruckphase (PHU) mit einer Endleistung (PE) betrieben wird, wobei in einem geräuscharmen Betriebsmodus die Motorleistung (P) von der Startleistung (PS) bis zur Endleistung (PE) zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen (TI), welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken, stufenweise erhöht wird.

(Fig. 1A)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe zum Abpumpen von Muttermilch, welche Milchpumpe abwechselnd in einer Unterdruckphase und einer darauffolgenden Belüftungsphase betrieben wird, in welcher Unterdruckphase zumindest ein Motor der Milchpumpe eine Unterdruckeinheit der Milchpumpe zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen einer Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube der Milchpumpe antreibt und in welcher Belüftungsphase der Unterdruck abgebaut wird, wobei der zumindest ein Motor am Beginn der Unterdruckphase mit einer Startleistung und am Ende der Unterdruckphase mit einer Endleistung betrieben wird.

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Einstellen einer Milchpumpe mit welcher das Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe durchgeführt wird.

Schließlich betrifft die Erfindung eine Milchpumpe zum Abpumpen von Muttermilch, mit einer Brusthaube zur Anlage an einer Mutterbrust, einer Unterdruckeinheit zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen der Mutterbrust und der an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube in einer Unterdruckphase, zumindest einem Motor zum Betreiben der Unterdruckeinheit, einer Antriebseinheit für den zumindest einen Motor und einer Belüftungseinrichtung zum Abbau des Unterdrucks in einer auf die Unterdruckphase folgenden Belüftungsphase, wobei am Beginn der Unterdruckphase eine Startleistung des zumindest einen Motors vorgesehen ist und am Ende der Unterdruckphase eine Endleistung des zumindest einen Motors vorgesehen ist.

Es ist bekannt Milchpumpen zum Abpumpen von Muttermilch abwechselnd in einer Unterdruckphase und einer darauffolgenden Belüftungsphase zu betreiben. In der Unterdruckphase wird zwischen einer Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube bspw. einem Trichter der Milchpumpe ein Unterdruck erzeugt, welcher in der Belüftungsphase wieder abgebaut wird. Besonders komfortabel für eine stillende Mutter sind Milchpumpen mit einem Motor, welcher eine Unterdruckeinheit antreibt, die den für den Abpumpvorgang erforderlichen Unterdruck erzeugt. Dem Vorteil den Abpumpvorgang nicht manuell über eine Handpumpe durchführen zu müssen steht jedoch der Nachteil gegenüber, dass

der Motor im Betrieb ein Motorgeräusch verursacht. Dabei hängt die Lautstärke des Motorgeräuschs besonders von der Drehzahl des Motors ab, welche bei bekannten Milchpumpen insbesondere am Anfang eines Unterdruckaufbaus groß ist, da zu diesem Zeitpunkt zwischen der Mutterbrust und der Brusthaube noch kein nennenswerter Unterdruck aufgebaut wurde und der Motor nur gegen eine sehr geringe Last arbeiten muss. Das am Beginn jeder Unterdruckphase aber auch während der Unterdruckphase vergleichsweise laute Motorgeräusch kann von der die Milchpumpe benutzenden Mutter als störend empfunden werden.

Im Stand der Technik sind Milchpumpen bekannt, welche zur Vermeidung lauter Motorgeräusche die Unterdruckphase mit einer verringerten Motordrehzahl starten.

Die EP 2 897 664 B1 betrifft ein Milchpumpensystem mit einer über einen Elektromotor angetriebenen Vakuumpumpe und einer Steuerung, welche den Elektromotor mit einer ersten Drehzahl antreibt, wenn die Vakuumpumpe eingeschaltet wird, und mit einer zweiten, höheren Drehzahl antreibt, nachdem eine Last am Motor einen vorgegebenen Wert erreicht hat. Die erste und zweite Drehzahl können mittels einer ersten Spannung am Elektromotor für die erste Drehzahl und mittels einer zweiten, höheren Spannung am Elektromotor für die zweite Drehzahl erzielt werden. Das Übergangsprofil von der ersten zur zweiten Spannung kann sprunghaft sein oder die erste Spannung wird in einem definierten Zeitintervall allmählich, insbesondere linear, auf die zweite Spannung erhöht, wodurch der Motor gleichmäßig beschleunigt.

Die Druckschrift EP 3 735 994 A1 betrifft eine Milchpumpe, welche eine Steuerung und eine durch einen Elektromotor betriebene Vakuumpumpe aufweist. Die Steuerung steuert den Elektromotor in einem auf einen Stimulationsmodus folgenden Extraktionsmodus, in welchem jeder Pumpzyklus eine Pumpperiode PP und eine Belüftungsperiode AP aufweist. Die Steuerung steuert die Versorgungsspannung des Motors während der Pumpperiode in fünf Stufen, wobei in zwei der Stufen die Versorgungsspannung des Elektromotors mit unterschiedlichen Steigungen erhöht wird. Auf diese Weise beschleunigt der Elektromotor rasch. Da der Strom im Elektromotor unter einem Schwellenwert gehalten wird, wird die Lebensdauer

er des Elektromotors erhöht.

Die bekannten Milchpumpen weisen jedoch den Nachteil auf, dass die Geräusentwicklung immer noch als störend empfunden werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Verfahrens zum Betreiben einer Milchpumpe, eines Verfahrens zum Einstellen einer Milchpumpe und in der Schaffung einer Milchpumpe der eingangs genannten Art, welche die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeiden oder zumindest verringern. Die Verfahren und die Milchpumpe sollen einen möglichst geräuscharmen, d.h. leisen, und dennoch zuverlässigen Betrieb der Milchpumpe gewährleisten.

Hierfür sieht die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe wie in Anspruch 1, ein Verfahren zum Einstellen einer Milchpumpe wie in Anspruch 8 und eine Milchpumpe zum Abpumpen von Muttermilch wie in Anspruch 10 definiert vor. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Hinsichtlich des Verfahrens zum Betreiben einer Milchpumpe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in einem geräuscharmen Betriebsmodus die Motorleistung von der Startleistung bis zur Endleistung zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise erhöht wird. Gemäß dem Verfahren wird die Milchpumpe somit abwechselnd in einer Unterdruckphase und einer darauffolgenden Belüftungsphase betrieben, bis der Vorgang des Abpumpens von Muttermilch durch die Mutter oder die Milchpumpe selbst beendet wird. In der Unterdruckphase treibt zumindest ein Motor der Milchpumpe eine Unterdruckeinheit der Milchpumpe an, um in einem Verwendungszustand der Milchpumpe, in welchem eine Brusthaube bspw. ein Trichter der Milchpumpe an der Mutterbrust anliegt, insbesondere einen Teil der Mutterbrust aufnimmt, einen Unterdruck zwischen der Mutterbrust und der Brusthaube zu erzeugen. Unter einem Unterdruck wird hierbei ein Druck verstanden der geringer als der die Milchpumpe umgebende Luftdruck ist. In der Belüftungsphase wird der in der Unterdruckphase aufgebaute

Unterdruck zumindest zum Teil wieder abgebaut, sodass am Ende der Belüftungsphase der Druck zwischen der Brusthaube und der Mutterbrust im Wesentlichen oder annähernd wieder dem die Milchpumpe umgebenden Luftdruck, bspw. einem Wert zwischen dem umgebenden Luftdruck und 30 mbar, entspricht. Beispielsweise kann für den Abbau des Unterdrucks ein nach der Unterdruckphase öffenbares Belüftungsventil vorgesehen sein. Um den Unterdruck aufzubauen, wird der Motor (d.h. der zumindest eine Motor) mit elektrischer Energie versorgt und dabei am Beginn der Unterdruckphase mit einer Startleistung und am Ende der Unterdruckphase mit einer Endleistung betrieben. Zwischen dem Beginn und dem Ende der Unterdruckphase erfolgt ein Übergang der Motorleistung von der Startleistung zur Endleistung.

Um die Milchpumpe nun möglichst leise, insbesondere mit möglichst geringer Drehzahl betreiben zu können, weist diese einen geräuscharmen Betriebsmodus auf. Im geräuscharmen Betriebsmodus wird die Motorleistung von der Startleistung bis zur Endleistung zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise erhöht. Es werden somit mehrere aufeinanderfolgende Zeitintervalle, nämlich ein erstes Zeitintervall und mehrere darauffolgende Zeitintervalle festgelegt, die sich aneinandergereiht über die gesamte Unterdruckphase erstrecken. Zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Zeitintervallen wird die Motorleistung stufenförmig erhöht. Die stufenförmige Erhöhung kann im Wesentlichen eine sprunghafte Erhöhung sein. Im Rahmen der Beschreibung sind jedoch geringfügige Abweichungen von einer exakt sprunghaften Erhöhung der Motorleistung mit umfasst, d.h. die Motorleistung kann im Grenzbereich zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, beispielsweise während höchstens eines Drittels oder eines Fünftels, bevorzugt während höchstens eines Zehntels eines Zeitintervalls, stetig und rasch ansteigen. Ein nicht exakter sprunghafter Anstieg der Motorleistung kann beispielsweise eine Folge kostengünstiger Bauteile oder allgemein einer kostengünstigen Konstruktion der Milchpumpe sein. In jedem Fall wird die Motorleistung durch die mehrmalige stufenweise Erhöhung nach und nach an die aktuelle, durch den Unterdruckaufbau entstehende zunehmende Belastung angepasst. Hierdurch wird auch die Drehzahl des Motors in einem geeigneten Drehzahlbereich ge-

halten und somit die vom Motor verursachte Lautstärke begrenzt. Am Beginn der Unterdruckphase, d.h. wenn noch kein Unterdruck erzeugt wurde, wird der Motor mit einer vergleichsweise geringen Startleistung und geringen Drehzahl betrieben, die ausreichen, um bis zum Ende des ersten Zeitintervalls einen geringen Unterdruck zu erzeugen. Daraufhin wird die Motorleistung erhöht, um einen Stillstand des Motors durch zunehmenden Unterdruck zu vermeiden, wodurch ein etwas größerer Unterdruck erzeugt wird. Die Drehzahl des Motors bleibt jedoch wegen der mittlerweile erhöhten Last immer noch gering. Dieser Vorgang wird fortgesetzt bis die Motorleistung im letzten Zeitintervall der Unterdruckphase die Endleistung angenommen hat und der Unterdruck fertig aufgebaut wurde. Auch unmittelbar vor dem Ende der Unterdruckphase ist die Drehzahl des Motors wegen der vergleichsweise hohen Endlast immer noch gering. Die Motorleistung wird somit vor jedem Zeitintervall hinreichend erhöht, um einen Stillstand der Motors auf Grund der zunehmenden Belastung des Motors in diesem Zeitintervall zu vermeiden. Die Motorleistung wird aber vor jedem Zeitintervall nur soweit erhöht, um den Motor mit möglichst geringer Drehzahl und somit möglichst leise betreiben zu können. Da die Motorleistung während der gesamten Unterdruckphase mehrmals stufenweise erhöht wird, wird auch die Drehzahl des Motors und somit die Geräuschentwicklung während der gesamten Unterdruckphase gering gehalten. Zwischen den stufenweisen Erhöhungen, d.h. während der einzelnen Zeitintervalle, kann die Motorleistung variieren. In diesem Fall ist ein Mittelwert der Motorleistung in einem Zeitintervall geringer als ein Mittelwert der Motorleistung in einem darauffolgenden Zeitintervall. D.h. die Mittelwerte der Motorleistung werden von der Startleistung bis zur Endleistung zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise erhöht. Die Dauer eines Zeitintervalls kann beispielsweise zwischen 10 ns und 500 ms, bevorzugt zwischen 1 ms und 100 ms betragen.

Wenn in dieser Beschreibung auf Orts- und Richtungsangaben wie „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“ oder „seitlich“ Bezug genommen wird, so sind diese Angaben in einer Verwendungsposition, in welcher die Milchpumpe an einer Mutterbrust eines aufrecht gehaltenen Oberkörpers positioniert ist, zu verstehen. Der Begriff

„vertikal“ bedeutet in Richtung der Schwerkraft, von „oben“ nach „unten“, oder umgekehrt. Selbstverständlich kann die Milchpumpe auch in anderen Positionen verwendet werden, wobei dann die Orts- und Richtungsangaben entsprechend zu übertragen sind. Zudem ist unter dem Motor der zumindest eine Motor zu verstehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest vier, bevorzugt zumindest zehn definierte aufeinanderfolgende Zeitintervalle vorgesehen sind, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken. Somit wird die Motorleistung zumindest drei mal, bevorzugt zumindest neun mal, jeweils ein mal zwischen aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, stufenweise erhöht. Durch die häufige Erhöhung der Motorleistung in entsprechend kleinen Leistungsschritten kann die Motorleistung besonders präzise an die aktuelle Belastung des Motors durch den sich allmählich aufbauenden Unterdruck angepasst werden. Demnach können auch die Drehzahl des Motors und die damit einhergehende Lautstärke der Milchpumpe möglichst gering gehalten werden und geringe Schwankungen in der Unterdruckphase aufweisen. Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn die Zeitintervalle gleich groß sind.

Das Verfahren kann besonders einfach und kostengünstig durchgeführt werden, wenn die Motorleistung durch eine Steuerung für den zumindest einen Motor um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen erhöht wird. Auf diese Weise kann die Drehzahl des Motors in einem geeigneten Drehzahlbereich gehalten werden, der einen leisen Betrieb der Milchpumpe ermöglicht. Die Milchpumpe wird bevorzugt vor der Verwendung mit diesen festgelegten Werten konfiguriert. Besonders bevorzugt sind die festgelegte Werte, um welche die Motorleistung gemäß diesem Steuerverfahren zwischen den Zeitintervallen, während der Unterdruckphase erhöht wird, gleich groß. Alternativ kann jedem Zeitintervall eine individuelle Erhöhung der Motorleistung, d.h. ein individueller Leistungsanstieg zugeordnet werden, falls wegen spezieller Eigenschaften der Milchpumpe ungleich große Leistungsanstiege einen besonders leisen Betrieb ermöglichen.

Für eine noch geringere Geräusentwicklung im Betrieb der Milchpumpe kann vorgesehen sein, dass eine aktuelle Drehzahl des

zumindest einen Motors erfasst wird, mit einer vorgegebenen, insbesondere in der Milchpumpe gespeicherten Soll-Drehzahl verglichen wird und die Motorleistung durch eine Regeleinrichtung für den zumindest einen Motor zwischen den Zeitintervallen um einen Wert erhöht wird, der die aktuelle Motordrehzahl an die Soll-Drehzahl angleicht. Bevorzugt wird die aktuelle Drehzahl des Motors in jedem Zeitintervall erfasst und mit einer Soll-Drehzahl verglichen die für die einzelnen Zeitintervalle gleich oder geringfügig unterschiedlich sein kann. Die Angleichung der aktuellen Motordrehzahl an die Soll-Drehzahl kann eine geringe Abweichung von der Soll-Drehzahl umfassen, beispielsweise um die Milchpumpe kostengünstig herstellen zu können, solange die Abweichung keinen nennenswerten Einfluss auf die Geräusentwicklung hat. Mit einem solchen Regelverfahren kann daher die Motorleistung zwischen den definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen in Stufen geeigneter Höhe erhöht werden, um die Drehzahl bei zunehmender Belastung durch den sich aufbauenden Unterdruck aufrecht zu erhalten, insbesondere möglichst konstant und auf einem geringen Sollwert zu erhalten. Die Stufenhöhe wird dabei durch die Regeleinrichtung ermittelt. Drehzahlschwankungen und damit verbundene Lautstärkeschwankungen können somit weitgehend vermieden werden. Die aktuelle Drehzahl kann beispielsweise mit einem Lichtschranken, über eine Winkelmessung in festen Zeitabständen, durch elektromagnetische Induktion oder mit einem Hall Sensor gemessen werden.

Der Betrieb der Milchpumpe kann besonders einfach erfolgen, wenn für die Erhöhung der Motorleistung eine Betriebsspannung des zumindest einen Motors erhöht wird. Somit kann im geräuscharmen Betriebsmodus die am Motor anliegende Betriebsspannung zwischen den definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise erhöht werden. Beispielsweise kann die Betriebsspannung in jedem Zeitintervall eine Gleichspannung sein, die von einem Zeitintervall zum nächsten erhöht wird.

Besonders günstig ist es, wenn der zumindest eine Motor über ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal, insbesondere ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal angesteuert wird und für die Erhöhung der Motorleistung die Pulsdauer des

pulsweitenmodulierten Spannungssignals erhöht wird. Auf diese Weise kann die am Motor anliegende Spannung, d.h. das am Motor anliegende Spannungssignal, einfach und kostengünstig mit geeigneter hoher Auflösung, die durch die Anzahl der Zeitintervalle vorgegeben ist, eingestellt werden. Wenn das Spannungssignal pulsweitenmoduliert und nicht gleichgerichtet ist, wird das Spannungssignal in jedem Zeitintervall im Wesentlichen als Menge von Rechtecksignalen mit definierter Amplitudenhöhe und einstellbarer Pulsweite und dazwischen liegenden spannungslosen Abschnitten an den Motor angelegt. Je größer die Pulsweiten (und daher je kürzer die spannungslosen Abschnitte) sind, desto mehr Energie wird dem Motor bereitgestellt. Wenn hingegen das Spannungssignal pulsweitenmoduliert und zudem gleichgerichtet ist, beispielsweise durch einen elektronischen Kondensator, wird das Spannungssignal in jedem Zeitintervall im Wesentlichen als gleichgerichtetes Wechselspannungssignal ohne spannungslose Abschnitte aber mit welligem Amplitudenverlauf an den Motor angelegt. Ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal hat den Vorteil, dass der Motor etwas mehr geschont wird, da dieser im gegenteiligen Fall eines nicht gleichgerichteten pulsweitenmodulierten Spannungssignals stärkeren Amplitudenschwankungen ausgesetzt ist. Das pulsweitenmodulierte Spannungssignal kann vor einer allfälligen Gleichrichtung bevorzugt eine Frequenz im Bereich zwischen 50 Hz und 200 kHz, besonders bevorzugt zwischen 10 kHz und 30 kHz, insbesondere etwa 20 kHz aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Milchpumpe im geräuscharmen Betriebsmodus oder in einem weiteren Betriebsmodus betrieben wird, im geräuscharmen Betriebsmodus die Unterdruckphase während einer ersten Zeitspanne ausgeführt wird, der zumindest eine Motor mit einer Startleistung im Ausmaß eines ersten Startwerts betrieben wird und der zumindest eine Motor mit einer Endleistung im Ausmaß eines ersten Endwerts betrieben wird, und im weiteren Betriebsmodus die Unterdruckphase während einer zweiten Zeitspanne ausgeführt wird, der zumindest eine Motor mit einer Startleistung im Ausmaß eines zweiten Startwerts betrieben wird und der zumindest eine Motor mit einer Endleistung im Ausmaß eines zweiten Endwerts betrieben wird, wobei der erste Endwert größer als der erste Startwert ist, die erste Zeitspanne größer als die

zweite Zeitpanne ist, der erste Startwert kleiner als der zweite Startwert ist und der erste Endwert kleiner als oder gleich dem zweiten Endwert ist. Somit erstreckt sich die Unterdruckphase im geräuscharmen Betriebsmodus über eine längere Zeitspanne als im weiteren Betriebsmodus. Da zudem die Motorleistung im geräuscharmen Betriebsmodus geringer als im weiteren Betriebsmodus ist, können die Drehzahl und somit die Lautstärke des Motors geringer als im weiteren Betriebsmodus gehalten werden, obwohl am Ende der Unterdruckphase im Wesentlichen ein gleich starker Unterdruck wie im weiteren Betriebsmodus erzeugt wird. Die Milchpumpe benötigt somit im geräuscharmen Betriebsmodus mehr Zeit zum Abpumpen der Muttermilch, arbeitet jedoch leiser als im weiteren Betriebsmodus. Bevorzugt beträgt die Dauer der ersten Zeitspanne das 1,3 fache bis 2,5 fache, insbesondere das 2 fache, der Dauer der zweiten Zeitspanne. Beispielsweise dauert die erste Zeitspanne 2 Sekunden und die zweite Zeitspanne 1 Sekunde. Der erste Startwert kann bevorzugt zwischen 10 % und 30 % des zweiten Startwerts betragen. Der erste Endwert kann bevorzugt zwischen 40 % und 100 % des zweiten Endwerts betragen. Bevorzugt kann die Drehzahl des Motors im geräuscharmen Betriebsmodus in einem Bereich zwischen 500 U/min und 1500 U/min, insbesondere zwischen 700 U/min und 1300 U/min liegen, während die Drehzahl des Motors im weiteren Betriebsmodus in einem Bereich zwischen 1000 U/min und 4000 U/min, insbesondere zwischen 1400 U/min und 3600 U/min liegen kann. Bevorzugt wird die Milchpumpe manuell von der Benutzerin zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und dem weiteren Betriebsmodus umgeschaltet. Ebenso könnte die Milchpumpe automatisiert bei Vorliegen definierter Ereignisse selbst den geräuscharmen Betriebsmodus auswählen, beispielsweise abhängig von der Tageszeit, um am Abend geräuscharm abzupumpen.

Die Erfindung betrifft wie eingangs erwähnt auch ein Verfahren zum Einstellen einer Milchpumpe mit welcher ein Verfahren durchgeführt wird, welches vorsieht, dass die Motorleistung durch eine Steuerung für den zumindest einen Motor um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen erhöht wird. Hinsichtlich des Verfahrens zum Einstellen der Milchpumpe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass im geräuscharmen Betriebsmodus die Dauer der Zeitintervalle und die Werte um welche die Motorleistung stufenweise erhöht wird derart festgelegt und in die Milchpumpe eingespei-

chert werden, dass eine Drehzahl des zumindest einen Motors während der Unterdruckphase höchstens in einem Bereich des 0,3 fachen bis 1,7 fachen des Werts der Drehzahl am Beginn der Unterdruckphase schwankt. Bevorzugt kann die Drehzahl des Motors im geräuscharmen Betriebsmodus in einem Bereich zwischen 500 U/min und 1500 U/min, insbesondere zwischen 700 U/min und 1300 U/min liegen. Demnach werden die Dauer der Zeitintervalle und die Werte um welche die Motorleistung stufenweise erhöht wird bereits vor der Benutzung der Milchpumpe zum Abpumpen von Muttermilch, insbesondere werkseitig ermittelt und die Milchpumpe wird damit konfiguriert. Um unterschiedliche Arten von Milchpumpen möglichst leise betreiben zu können, werden die Dauer der Zeitintervalle und die Werte um welche die Motorleistung stufenweise erhöht wird bevorzugt für jede Bauform der Milchpumpe individuell beispielsweise durch Testreihen ermittelt. Die Werte werden derart festgelegt, dass die Drehzahl trotz zunehmender Belastung des Motors durch den sich aufbauenden Unterdruck gering gehalten werden kann und nur geringfügig schwankt. Die Schwankung der Motordrehzahl in der Unterdruckphase soll höchstens in einem Bereich des 0,3 fachen bis 1,7 fachen des Werts der Drehzahl am Beginn der Unterdruckphase liegen. Die somit vor der Benutzung der Milchpumpe ermittelten Werte werden in die Milchpumpe eingespeichert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Milchpumpe gegebenenfalls mit mehreren einstellbaren Leistungsklassen im geräuscharmen Betriebsmodus betrieben werden kann, wobei jeder Leistungsklasse eine Startleistung oder eine Endleistung im geräuscharmen Betriebsmodus zugeordnet werden kann. Im Fall mehrerer Leistungsklassen kann daher für jede Leistungsklasse eine eigene Testreihe durchgeführt werden und für jede einstellbare Leistungsklasse können die Dauer der Zeitintervalle und die Werte um welche die Motorleistung stufenweise erhöht wird in die Milchpumpe eingespeichert werden.

Für den Fall, dass die Motorleistung durch eine Steuerung für den zumindest einen Motor um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen erhöht wird, ist es zudem günstig, wenn im geräuscharmen Betriebsmodus die Dauer der Zeitintervalle und die Werte um welche die Motorleistung stufenweise erhöht wird derart festgelegt und in die Milchpumpe eingespeichert werden, dass die Endleistung um zumindest 50% größer als die Startleistung ist.

Auf diese Weise kann die Startleistung entsprechend gering sein und der Motor kann bereits am Beginn der Unterdruckphase mit geringer Motorleistung und geringer Drehzahl leise betrieben werden.

Wie eingangs erwähnt betrifft die Erfindung auch eine Milchpumpe zum Abpumpen von Muttermilch. Hinsichtlich der Milchpumpe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein geräuscharmer Betriebsmodus vorgesehen ist, in welchem ein sich von der Startleistung bis zur Endleistung erstreckender Verlauf der Motorleistung zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise Erhöhungen aufweist. Die Milchpumpe weist somit eine Brusthaube, beispielsweise einen Trichter zur Anlage an einer Mutterbrust, eine Unterdruckeinheit zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen der Mutterbrust und der an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube in einer Unterdruckphase, zumindest einen Motor zum Betreiben der Unterdruckeinheit, eine Antriebseinheit für den zumindest einen Motor und eine Belüftungseinrichtung zum Abbau des Unterdrucks in einer auf die Unterdruckphase folgenden Belüftungsphase auf. Für den Aufbau des Unterdrucks weist der Motor am Beginn der Unterdruckphase eine Startleistung und am Ende der Unterdruckphase eine Endleistung auf. Um die Milchpumpe möglichst geräuscharm betreiben zu können, weist die Milchpumpe den geräuscharmen Betriebsmodus auf, in welchem ein sich von der Startleistung bis zur Endleistung erstreckender Verlauf der Motorleistung zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken, stufenweise Erhöhungen aufweist. Der Verlauf der Motorleistung mit stufenweisen Erhöhungen ermöglicht, wie bereits zuvor im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben wurde, eine schrittweise Anpassung der Motorleistung an die zunehmende Belastung des Motors, weshalb der Motor am Beginn der Unterdruckphase mit geringer Leistung, geringer Drehzahl und somit geringer Geräuschkentwicklung betrieben werden kann. Nach und nach wird die Motorleistung erhöht, um die zunehmende Belastung zu überwinden, während die Drehzahl wegen der zunehmenden Belastung des Motors weniger schwankt als wenn der Motor bereits am Beginn der Unterdruckphase mit höherer Leistung betrieben würde und zunächst mit hoher Drehzahl im Leerlauf drehen würde. Hinsichtlich

der Merkmale der Milchpumpe wird zudem auf die vorangehende Beschreibung der Verfahren verwiesen, soweit diese für das Verständnis der Milchpumpe hilfreich ist und soweit aus dieser Beschreibung der Verfahren Merkmale der Milchpumpe ableitbar sind. Ebenso wird hinsichtlich der Merkmale der Verfahren auch auf die Beschreibung der Milchpumpe verwiesen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Milchpumpe können zumindest vier, bevorzugt zumindest zehn definierte aufeinanderfolgende Zeitintervalle vorgesehen sein, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase erstrecken. Somit weist der Verlauf der Motorleistung zumindest drei, bevorzugt zumindest neun stufenweise Erhöhungen auf. Insbesondere die hohe Anzahl von zumindest zehn aufeinanderfolgenden Zeitintervallen ermöglicht, den Motor bereits am Beginn der Unterdruckphase mit geringer Drehzahl zu betreiben. Die Leistungsstufen, d.h. die Erhöhungen, können einen spontanen oder einen raschen kontinuierlichen Anstieg aufweisen. Zudem können die Leistungsstufen während der einzelnen Zeitintervalle einen im Wesentlichen konstanten oder schwankenden Wert aufweisen.

Für eine besonders kostengünstige Herstellung der Milchpumpe kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit für den zumindest einen Motor eine Steuerung aufweist, welche ausgebildet ist, die Motorleistung um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen zu erhöhen. Die festgelegten Werte sind bevorzugt in einem Speicher der Milchpumpe eingespeichert und wurden vor der Benutzung durch eine Benutzerin insbesondere durch den Hersteller selbst ermittelt. Bevorzugt sind auch die zeitlichen Erstreckungen der Zeitintervalle in einem Speicher der Milchpumpe eingespeichert. Die Steuerung kann eine Verarbeitungseinheit, beispielsweise einen Mikroprozessor aufweisen.

Um eine besonders niedrige und genaue Drehzahl des zumindest einen Motors mit geringen Schwankungen zu erzielen, wird bevorzugt, dass die Antriebseinheit für den zumindest einen Motor eine Regeleinrichtung aufweist, welche ausgebildet ist, eine aktuelle Drehzahl des zumindest einen Motors zu erfassen, mit einer vorgegebenen, insbesondere in der Milchpumpe gespeicherten Soll-Drehzahl zu vergleichen und die Motorleistung zwischen den Zeit-

intervallen um einen Wert zu erhöhen, der die aktuelle Motordrehzahl an die Soll-Drehzahl angleicht. Bevorzugt ist die Regeleinrichtung ausgebildet in jedem Zeitintervall die aktuelle Drehzahl des Motors zu erfassen, mit einer jedem Zeitintervall zugeordneten Soll-Drehzahl zu vergleichen und die Motorleistung zwischen den Zeitintervallen entsprechend zu erhöhen. Die Regeleinrichtung kann eine Verarbeitungseinheit, beispielsweise einen Mikroprozessor aufweisen.

Die Motorleistung kann besonders einfach geändert werden, wenn die Antriebseinheit für den zumindest einen Motor eine Betriebsspannungsquelle zur Ansteuerung des zumindest einen Motors aufweist, welche ausgebildet ist, für die Erhöhung der Motorleistung die Betriebsspannung des zumindest einen Motors stufenförmig zu erhöhen. Die Betriebsspannungsquelle kann auch ausgebildet sein, die Betriebsspannung des Motors zwischen den Erhöhungen konstant zu halten.

Die Motorleistung kann in besonders kleinen Schritten kostengünstig eingestellt werden, wenn die Antriebseinheit für den zumindest einen Motor eine Versorgungsquelle für ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal, insbesondere ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal aufweist, welche Versorgungsquelle ausgebildet ist, für die Erhöhung der Motorleistung die Pulsdauer des pulsweitenmodulierten Spannungssignals schrittweise zu erhöhen. Somit kann der Motor mit einem pulsweitenmodulierten Spannungssignal versorgt werden. Um das pulsweitenmodulierte Spannungssignal gleichzurichten, d.h. im Wesentlichen zu glätten, kann die Versorgungsquelle einen elektronischen Kondensator aufweisen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Milchpumpe zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und einem weiteren Betriebsmodus umschaltbar ist, sich im geräuscharmen Betriebsmodus die Unterdruckphase über eine erste Zeitspanne erstreckt, die Startleistung des zumindest einen Motors einen ersten Startwert aufweist und die Endleistung des zumindest einen Motors einen ersten Endwert aufweist, und sich im weiteren Betriebsmodus die Unterdruckphase über eine zweite Zeitspanne erstreckt, die Startleistung des zumindest einen Motors einen zweiten Startwert aufweist

und die Endleistung des zumindest einen Motors einen zweiten Endwert aufweist, wobei der erste Endwert größer als der erste Startwert ist, die erste Zeitspanne größer als die zweite Zeitspanne ist, der erste Startwert kleiner als der zweite Startwert ist und der erste Endwert kleiner als oder gleich dem zweiten Endwert ist. Die Milchpumpe benötigt somit im geräuscharmen Betriebsmodus mehr Zeit zum Aufbau des Unterdrucks, beispielsweise doppelt so lange, und vermutlich mehr Zeit zum Abpumpen der Muttermilch, arbeitet jedoch wegen der im Vergleich zum weiteren Betriebsmodus geringeren Leistung mit einer geringeren Drehzahl und daher einer geringeren Lautstärke. Bevorzugte Zahlenwerte und Verhältnisse der ersten und zweiten Zeitspanne, des ersten und zweiten Startwerts und des ersten und zweiten Endwerts wurden bereits zuvor in der Beschreibung des Verfahrens angegeben. Zum Umschalten zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und dem weiteren Betriebsmodus durch eine Benutzerin kann die Milchpumpe eine Eingabevorrichtung, beispielsweise einen Taster, einen Schalter oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm aufweisen. In einem anderen Beispiel kann eine Softwareanwendung, beispielsweise auf einem Smartphone, zum Steuern der Milchpumpe, insbesondere zum Umschalten zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und dem weiteren Betriebsmodus, vorgesehen sein.

Wenn eine maximale Drehzahl des zumindest einen Motors im geräuscharmen Betriebsmodus zwischen 20% und 70%, vorzugsweise zwischen 25% und 50% einer maximalen Drehzahl des Motors im weiteren Betriebsmodus beträgt, kann der zumindest eine Motor der Milchpumpe besonders leise betrieben werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten, nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen noch weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A eine vereinfachte Darstellung einer stufenweisen Erhöhung der Motorleistung einer Milchpumpe, in einem geräuscharmen Betriebsmodus entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 1B eine vereinfachte Darstellung einer stufenweisen Erhöhung der Betriebsspannung der Milchpumpe, im geräuscharmen Betriebsmodus;

Fig. 1C eine vereinfachte Darstellung einer Drehzahl der Milchpumpe, im geräuscharmen Betriebsmodus;

Fig. 1D eine vereinfachte Darstellung einer Motorleistung der Milchpumpe, in einem weiteren Betriebsmodus;

Fig. 1E eine vereinfachte Darstellung einer Betriebsspannung der Milchpumpe, im weiteren Betriebsmodus;

Fig. 1F eine vereinfachte Darstellung einer Drehzahl der Milchpumpe, im weiteren Betriebsmodus;

Fig. 2A ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal und ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal mit welchem der Motor angesteuert werden kann, mit einer geringeren Pulsdauer;

Fig. 2B ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal und ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal mit welchem der Motor angesteuert werden kann, mit einer höheren Pulsdauer;

Fig. 3 ein Beispiel einer flacheren stufenweisen Erhöhung der Motorleistung; und

Fig. 4 ein vereinfachtes Blockschaltbild der Milchpumpe gemäß der Erfindung.

Es sei darauf hingewiesen, dass die einzelnen Figuren nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt sind. Zudem können in einzelnen Figuren in anderen Figuren erkennbare Teile des Verfahrens oder der Milchpumpe weggelassen sein, sofern die weggelassenen Teile für die Beschreibung der einzelnen Figuren nicht wesentlich sind.

Fig. 1A zeigt einen beispielhaften Verlauf einer Motorleistung  $P$ , dargestellt als Funktion der Zeit  $t$ , einer Milchpumpe 1 in einem geräuscharmen Betriebsmodus, in welchem die Milchpumpe 1 in einem Verfahren zum Betreiben der Milchpumpe 1 zum Abpumpen

von Muttermilch betrieben wird. Dem Verlauf ist deutlich zu entnehmen, dass die Milchpumpe 1 abwechselnd in einer Unterdruckphase PHU und einer darauffolgenden Belüftungsphase PHB betrieben wird. In der Unterdruckphase PHU treibt zumindest ein Motor 2 der Milchpumpe 1 eine Unterdruckeinheit 3 der Milchpumpe 1 zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen einer nicht dargestellten Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube 4, welche ein Trichter sein kann, der Milchpumpe 1 an, siehe auch Fig. 4. Demgegenüber wird in der Belüftungsphase PHB der Unterdruck zumindest zum größten Teil, beispielsweise vollständig, wieder abgebaut. Durch den abwechselnden Betrieb der Milchpumpe 1 in der Unterdruckphase PHU und der Belüftungsphase PHB wird die Muttermilch abgepumpt. Um den Unterdruck zwischen der Mutterbrust und der Brusthaube 4 aufzubauen, wird der Motor 2 am Beginn der Unterdruckphase PHU mit einer Startleistung PS und am Ende der Unterdruckphase PHU mit einer Endleistung PE betrieben. Würde der Motor 2 im Gegensatz zum erfindungsgemäßen Verfahren mit einer hohen Startleistung PS betrieben die etwa gleich groß wie die Endleistung PE ist, würde der Motor 2 mit einer entsprechend hohen Anfangsdrehzahl betrieben, da noch kein Unterdruck aufgebaut wurde, welcher den Motor 2 belasten könnte. Dementsprechend wäre auch die Geräusentwicklung des Motors 2 hoch. Erst nach und nach würde durch zunehmenden Unterdruck die Motordrehzahl N und daher die vom Motor 2 ausgehende Lautstärke abnehmen. Es sei angemerkt, dass die Figurenbeschreibung für den Fall eines einzigen Motors 2 erfolgt. Falls die Milchpumpe 1 mehrere Motoren 2 aufweist, können diese wie ein einziger Motor 2 betrachtet werden.

Um die Milchpumpe 1, insbesondere den Motor 2, möglichst geräuscharm betreiben zu können, wird die Milchpumpe 1 in einem geräuscharmen Betriebsmodus betrieben. Wie Fig. 1A deutlich zeigt, wird im geräuscharmen Betriebsmodus die Motorleistung P von der Startleistung PS bis zur Endleistung PE zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen TI, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase PHU erstrecken, mehrmals stufenweise erhöht. Eine solche Leistungsstufe ist in Fig. 1A mit PL bezeichnet. Somit startet der Motor 2 mit geringer Leistung P, daher geringer Drehzahl N und geringer Lautstärke. Während des Übergangs von der Startleistung PS zur Endleistung

PE nimmt zwar die Motorleistung P zu, es wird jedoch auch der aufgebaute Unterdruck stärker, weshalb die Drehzahl N und die Lautstärke des Motors 2 gering bleiben.

Im Beispiel gemäß Fig. 1A sind nur zwei Unterdruckphasen PHU und eine Belüftungsphase PHB dargestellt. Selbstverständlich kann das Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe 1 zum Abpumpen von Muttermilch wesentlich mehr als zwei Unterdruckphasen PHU aufweisen. Im dargestellten Beispiel wurde die Unterdruckphase PHU in zehn, insbesondere gleich große Zeitintervalle TI1 bis TI10 unterteilt. Somit wird die Motorleistung P von der Startleistung PS zur Endleistung PE neun mal stufenförmig erhöht. Die Unterdruckphase PHU erstreckt sich beispielsweise über 2 Sekunden und die Belüftungsphase PHB beispielsweise über 0,2 Sekunden. Gemäß diesem Beispiel wird die Motorleistung P während der Unterdruckphase PHU alle 0,2 Sekunden erhöht. In anderen Beispielen kann sich die Unterdruckphase PHU zwischen 0,7 Sekunden und 3 Sekunden und die Belüftungsphase PHB zwischen 0,1 Sekunden und 0,5 Sekunden erstrecken. Zudem kann gemäß nicht dargestellten Beispielen die Unterdruckphase PHU in weniger als zehn, beispielsweise 4 oder 5 Zeitintervalle TI oder in mehr als zehn, beispielsweise 20, 50 oder 100 Zeitintervalle TI unterteilt werden. Die Zeitintervalle TI können zudem unterschiedliche Größen aufweisen. In den Figuren 1B bis 1F sind der Übersichtlichkeit wegen nur einzelne Zeitintervalle TI mit einem Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1A ist der Leistungsverlauf vereinfacht dargestellt, indem die stufenweise Erhöhung der Motorleistung P sprunghaft erfolgt und die Motorleistung P während der einzelnen Zeitintervalle TI konstant ist. Im Rahmen der Erfindung kann jedoch die stufenweise Erhöhung der Motorleistung P zwischen den definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen TI auch kontinuierlich erfolgen, sodass die Anstiegsflanke der Leistungsstufen PL nicht senkrecht zur Zeitachse sondern in einem Winkel kleiner als  $90^\circ$  zur Zeitachse verläuft. Ebenso kann die Motorleistung P während der einzelnen Zeitintervalle TI variieren.

Fig. 3 zeigt hierzu ein Beispiel einer stufenförmigen Erhöhung der Motorleistung P in einer vergrößerten Darstellung. Ausgehend

von der Startleistung PS am Beginn des ersten Zeitintervalls TI1 nimmt die Motorleistung P wegen des sich aufbauenden Unterdrucks geringfügig um einen Differenzwert DP ab. An der Grenze zwischen dem ersten Zeitintervall TI1 und dem zweiten Zeitintervall TI2 wird die Motorleistung P stufenförmig erhöht, wobei der Anstieg nicht sprunghaft, sondern während eines Zeitbereichs TB, beispielsweise im Ausmaß von 1 bis 10 % eines Zeitintervalls TI, kontinuierlich erfolgt. Daraufhin nimmt die Motorleistung P wieder geringfügig ab, usw. Der Differenzwert DP ist geringer als die Leistungsstufe PL (d.h. geringer als die stufenförmige Erhöhung der Leistung) zwischen aufeinanderfolgenden Zeitintervallen TI.

Fig. 1B zeigt, dass in der Unterdruckphase PHU des geräuscharmen Betriebsmodus für die stufenweise Erhöhung der Motorleistung P eine am Motor 2 anliegende Betriebsspannung U des Motors 2 stufenweise erhöht wird.

Fig. 1C zeigt eine vereinfachte Darstellung einer Drehzahl N der Milchpumpe 1, im geräuscharmen Betriebsmodus. Die Drehzahl N ist in der Unterdruckphase PHU konstant dargestellt. Dies kann erzielt werden, indem eine aktuelle Drehzahl N des Motors 2 erfasst wird, mit einer vorgegebenen, insbesondere in der Milchpumpe 1 gespeicherten Soll-Drehzahl  $N_{\text{soll}}$  verglichen wird und die Motorleistung P durch eine Regeleinrichtung 5 für den Motor 2 zwischen den Zeitintervallen TI um einen Wert erhöht wird, der die aktuelle Motordrehzahl N an die Soll-Drehzahl  $N_{\text{soll}}$  angleicht. Falls hingegen die Motorleistung P durch eine Steuerung 6 für den Motor 2 um festgelegte Werte (die Leistungsstufen PL) zwischen den Zeitintervallen TI erhöht wird, kann die Motordrehzahl N geringfügig schwanken.

Die Figuren 2A und 2B zeigen beispielhaft ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal UPW und strichliert, in vereinfachter Darstellung, ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal UPWG, mit welchen der Motor 2 angesteuert werden kann. Das in Fig. 2A dargestellte Spannungssignal beispielsweise für das Zeitintervall TI2 weist eine geringere Pulsweite PW als das in Fig. 2B dargestellte Spannungssignal beispielsweise für das Zeitintervall TI8 auf. Dementsprechend ist auch die Motor-

leistung  $P$  im Zeitintervall  $TI_2$  kleiner als im Zeitintervall  $TI_8$ . Somit ist erkennbar, dass für die Erhöhung der Motorleistung  $P$  die Pulsdauer  $PW$  des pulsweitenmodulierten Spannungssignals erhöht wird. Gemäß dem in den Figuren 2A und 2B dargestellten Beispiel weist das pulsweitenmodulierte Spannungssignal eine Frequenz von 20 kHz auf.

Fig. 1D zeigt einen beispielhaften Verlauf einer Motorleistung  $P$ , dargestellt als Funktion der Zeit  $t$ , einer Milchpumpe 1 in einem weiteren Betriebsmodus, in welchem die Milchpumpe 1 in einem Verfahren zum Betreiben der Milchpumpe 1 zum Abpumpen von Muttermilch betrieben werden kann. Während im in Fig. 1A bis 1C dargestellten geräuscharmen Betriebsmodus die Unterdruckphase PHU während einer ersten Zeitspanne  $TUG$  ausgeführt wird, der Motor 2 mit einer Startleistung  $PS$  im Ausmaß eines ersten Startwerts  $SW_1$  betrieben wird und der Motor 2 mit einer Endleistung  $PE$  im Ausmaß eines ersten Endwerts  $EW_1$  betrieben wird, wird im in den Fig. 1D bis 1F dargestellten weiteren Betriebsmodus die Unterdruckphase PHU während einer zweiten Zeitspanne  $TUW$  ausgeführt, der Motor 2 mit einer Startleistung  $PS$  im Ausmaß eines zweiten Startwerts  $SW_2$  betrieben und der Motor 2 mit einer Endleistung  $PE$  im Ausmaß eines zweiten Endwerts  $EW_2$  betrieben. Der erste Endwert  $EW_1$  ist größer als der erste Startwert  $SW_1$ , die erste Zeitspanne  $TUG$  ist größer als die zweite Zeitspanne  $TUW$ , der erste Startwert  $SW_1$  ist kleiner als der zweite Startwert  $SW_2$  und der erste Endwert  $EW_1$  ist im dargestellten Beispiel etwas kleiner als der zweite Endwert  $EW_2$ . Beispielsweise beträgt die erste Zeitspanne  $TUG$  2 Sekunden, die zweite Zeitspanne  $TUW$  1 Sekunde, der erste Startwert  $SW_1$  0,56 W, der erste Endwert  $EW_1$  1,14 W, der zweite Startwert  $SW_2$  1,5 W, der zweite Endwert  $EW_2$  1,8 W, die Motordrehzahl  $N$  im geräuscharmen Betriebsmodus 780 U/min bis 1200 U/min, die Motordrehzahl  $N$  im weiteren Betriebsmodus 1400 U/min bis 3600 U/min und/oder der erzeugte Unterdruck sowohl im geräuscharmen Betriebsmodus als auch im weiteren Betriebsmodus 150 mbar.

Im beispielhaften weiteren Betriebsmodus wird der Motor 2 in der Unterdruckphase PHU mit einer konstanten Spannung  $U$  versorgt, vgl. Fig. 1E, weshalb die Drehzahl  $N$  am Beginn der Unterdruckphase PHU höher als im geräuscharmen Betriebsmodus ist und wegen

der zunehmenden Belastung durch den sich aufbauenden Unterdruck zunehmend abnimmt, vgl. Fig. 1F.

Wenn die Milchpumpe 1 eine Steuerung 6 für den Motor 2 aufweist, wird die Milchpumpe 1 vor der Benutzung konfiguriert, indem die Dauer der Zeitintervalle TI und die Werte um welche die Motorleistung P stufenweise im geräuscharmen Betriebsmodus erhöht wird derart festgelegt und in die Milchpumpe 1 eingespeichert werden, dass eine Drehzahl N des Motors 2 während der Unterdruckphase PHU höchstens in einem Bereich des 0,3 fachen bis 1,7 fachen des Werts der Drehzahl N am Beginn der Unterdruckphase PHU schwankt. Insbesondere kann die Milchpumpe 1 vor der Benutzung derart konfiguriert werden, dass im geräuscharmen Betriebsmodus eine Drehzahl N des Motors 2 von einem Zeitintervall TI zum nächsten Zeitintervall TI möglichst gleich bleibt, insbesondere, dass sich im geräuscharmen Betriebsmodus eine Drehzahl N des Motors 2 von einem Zeitintervall TI zum nächsten Zeitintervall TI um höchstens 20%, vorzugsweise höchstens 10%, besonders bevorzugt höchstens 5% verändert. Zudem kann die Milchpumpe 1 derart konfiguriert werden, dass die Dauer der Zeitintervalle TI und die Werte, um welche die Motorleistung P stufenweise im geräuscharmen Betriebsmodus erhöht wird, derart festgelegt und in die Milchpumpe 1 eingespeichert werden, dass die Endleistung PE um zumindest 50% größer als die Startleistung PS ist.

Fig. 4 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild der Milchpumpe 1 gemäß der Erfindung. Die Milchpumpe 1 weist eine Brusthaube 4 zur Anlage an einer Mutterbrust, eine mit der Brusthaube 4 verbundene Unterdruckeinheit 3 zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen der Mutterbrust und der an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube 4 in einer Unterdruckphase PHU, einen mit der Unterdruckeinheit 3 verbundenen Motor 2, insbesondere einen Elektromotor, zum Betreiben der Unterdruckeinheit 3, eine mit dem Motor 2 verbundene Antriebseinheit 7 für den Motor 2 und eine mit der Unterdruckeinheit 3 verbundene Belüftungseinrichtung 8 zum Abbau des Unterdrucks in einer auf die Unterdruckphase PHU folgenden Belüftungsphase PHB auf. Die Antriebseinheit 7 weist eine Steuerung 6 für den Motor 2 und/oder eine Regeleinrichtung 5 für den Motor 2 auf. Zudem weist die Antriebseinheit 7 eine mit der Steuerung 6 oder der Regeleinrichtung 5 verbundene Betriebsspan-

nungsquelle 9 und/oder eine mit der Steuerung 6 oder der Regeleinrichtung 5 verbundene oder darin enthaltene Versorgungsquelle 10 für ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal UPW, insbesondere ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal UPWG auf. Zur Erzeugung eines gleichgerichteten pulsweitenmodulierten Spannungssignals UPWG kann die Antriebseinheit 7 einen mit der Versorgungsquelle 10 verbundenen elektronischen Kondensator 11 aufweisen. Die Steuerung 6 oder die Regeleinrichtung 5 können den Motor 2, insbesondere die Betriebsspannungsquelle 9 oder die Versorgungsquelle 10 ansteuern, damit im geräuscharmen Betriebsmodus ein sich von der Startleistung PS bis zur Endleistung PE erstreckender Verlauf der Motorleistung P zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen TI, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase PHU erstrecken, stufenweise Erhöhungen aufweist. Die Milchpumpe 1 kann zudem einen Speicher 12 aufweisen, in welchem die während der Einstellung der Milchpumpe 1 festgelegte Anzahl 13 der aufeinanderfolgenden Zeitintervalle TI der Unterdruckphase PHU abgelegt ist. Zudem kann im Speicher 12 die während der Einstellung der Milchpumpe 1 festgelegte Stufenhöhe 14 abgelegt sein, um welche die Motorleistung P durch die Steuerung 6 zwischen den Zeitintervallen TI erhöht wird. Weiters kann im Speicher 12 die während der Einstellung der Milchpumpe 1 festgelegte Soll-Drehzahl  $N_{\text{soll}}$  für die Regeleinrichtung 5 abgelegt sein. Zum Erfassen einer aktuellen Drehzahl N des Motors 2 kann die Antriebseinheit 7 einen Drehzahlmesser 15 aufweisen. Die aktuelle Drehzahl N kann mit der vorgegebenen Soll-Drehzahl  $N_{\text{soll}}$  verglichen werden und die Motorleistung P kann durch die Regeleinrichtung 5 zwischen den Zeitintervallen TI um einen Wert erhöht werden, der die aktuelle Motordrehzahl N an die Soll-Drehzahl  $N_{\text{soll}}$  angleicht. Zum Umschalten zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und dem weiteren Betriebsmodus kann die Milchpumpe 1 eine Eingabevorrichtung 16, beispielsweise einen Taster, einen Schalter, einen berührungsempfindlichen Bildschirm oder eine Softwareanwendung auf einem Smartphone aufweisen.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben einer Milchpumpe (1) zum Abpumpen von Muttermilch, welche Milchpumpe (1) abwechselnd in einer Unterdruckphase (PHU) und einer darauffolgenden Belüftungsphase (PHB) betrieben wird, in welcher Unterdruckphase (PHU) zumindest ein Motor (2) der Milchpumpe (1) eine Unterdruckeinheit (3) der Milchpumpe (1) zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen einer Mutterbrust und einer an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube (4) der Milchpumpe (1) antreibt und in welcher Belüftungsphase (PHB) der Unterdruck abgebaut wird, wobei der zumindest eine Motor (2) am Beginn der Unterdruckphase (PHU) mit einer Startleistung (PS) und am Ende der Unterdruckphase (PHU) mit einer Endleistung (PE) betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass in einem geräuscharmen Betriebsmodus die Motorleistung (P) von der Startleistung (PS) bis zur Endleistung (PE) zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen (TI), welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken, stufenweise erhöht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest vier, bevorzugt zumindest zehn definierte aufeinanderfolgende Zeitintervalle (TI) vorgesehen sind, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorleistung (P) durch eine Steuerung (6) für den zumindest einen Motor (2) um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen (TI) erhöht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine aktuelle Drehzahl (N) des zumindest einen Motors (2) erfasst wird, mit einer vorgegebenen, insbesondere in der Milchpumpe (1) gespeicherten Soll-Drehzahl (Nsoll) verglichen wird und die Motorleistung (P) durch eine Regeleinrichtung (5) für den zumindest einen Motor (2) zwischen den Zeitintervallen (TI) um einen Wert erhöht wird, der die aktuelle Motordrehzahl (N) an die Soll-Drehzahl (Nsoll) angleicht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekenn-

zeichnet, dass für die Erhöhung der Motorleistung (P) eine Betriebsspannung (U) des zumindest einen Motors (2) erhöht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Motor (2) über ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal (UPW), insbesondere ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal (UPWG) angesteuert wird und für die Erhöhung der Motorleistung (P) die Pulsdauer (PW) des pulsweitenmodulierten Spannungssignals (UPW) erhöht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Milchpumpe (1) im geräuscharmen Betriebsmodus oder in einem weiteren Betriebsmodus betrieben wird, im geräuscharmen Betriebsmodus die Unterdruckphase (PHU) während einer ersten Zeitspanne (TUG) ausgeführt wird, der zumindest eine Motor (2) mit einer Startleistung (PS) im Ausmaß eines ersten Startwerts (SW1) betrieben wird und der zumindest eine Motor (2) mit einer Endleistung (PE) im Ausmaß eines ersten Endwerts (EW1) betrieben wird, und im weiteren Betriebsmodus die Unterdruckphase (PHU) während einer zweiten Zeitspanne (TUW) ausgeführt wird, der zumindest eine Motor (2) mit einer Startleistung (PS) im Ausmaß eines zweiten Startwerts (SW2) betrieben wird und der zumindest eine Motor (2) mit einer Endleistung (PE) im Ausmaß eines zweiten Endwerts (EW2) betrieben wird, wobei der erste Endwert (EW1) größer als der erste Startwert (SW1) ist, die erste Zeitspanne (TUG) größer als die zweite Zeitspanne (TUW) ist, der erste Startwert (SW1) kleiner als der zweite Startwert (SW2) ist und der erste Endwert (EW1) kleiner als oder gleich dem zweiten Endwert (EW2) ist.

8. Verfahren zum Einstellen einer Milchpumpe (1) mit welcher ein Verfahren gemäß Anspruch 3 durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass im geräuscharmen Betriebsmodus die Dauer der Zeitintervalle (TI) und die Werte um welche die Motorleistung (P) stufenweise erhöht wird derart festgelegt und in die Milchpumpe (1) eingespeichert werden, dass eine Drehzahl (N) des zumindest einen Motors (2) während der Unterdruckphase (PHU) höchstens in einem Bereich des 0,3 fachen bis 1,7 fachen des Werts der Drehzahl (N) am Beginn der Unterdruckphase (PHU)

schwankt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im geräuscharmen Betriebsmodus die Dauer der Zeitintervalle (TI) und die Werte um welche die Motorleistung (P) stufenweise erhöht wird derart festgelegt und in die Milchpumpe (1) eingespeichert werden, dass die Endleistung (PE) um zumindest 50% größer als die Startleistung (PS) ist.

10. Milchpumpe (1) zum Abpumpen von Muttermilch, mit einer Brusthaube (4) zur Anlage an einer Mutterbrust, einer Unterdruckeinheit (3) zur Erzeugung eines Unterdrucks zwischen der Mutterbrust und der an der Mutterbrust anliegenden Brusthaube (4) in einer Unterdruckphase (PHU), zumindest einem Motor (2) zum Betreiben der Unterdruckeinheit (3), einer Antriebseinheit (7) für den zumindest einen Motor (2) und einer Belüftungseinrichtung (8) zum Abbau des Unterdrucks in einer auf die Unterdruckphase (PHU) folgenden Belüftungsphase (PHB), wobei am Beginn der Unterdruckphase (PHU) eine Startleistung (PS) des zumindest einen Motors (2) vorgesehen ist und am Ende der Unterdruckphase (PHU) eine Endleistung (PE) des zumindest einen Motors (2) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein geräuscharmer Betriebsmodus vorgesehen ist, in welchem ein sich von der Startleistung (PS) bis zur Endleistung (PE) erstreckender Verlauf der Motorleistung (P) zwischen definierten aufeinanderfolgenden Zeitintervallen (TI), welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken, stufenweise Erhöhungen aufweist.

11. Milchpumpe (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest vier, bevorzugt zumindest zehn definierte aufeinanderfolgende Zeitintervalle (TI) vorgesehen sind, welche sich gemeinsam über die gesamte Unterdruckphase (PHU) erstrecken.

12. Milchpumpe (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (7) für den zumindest einen Motor (2) eine Steuerung (6) aufweist, welche ausgebildet ist, die Motorleistung (P) um festgelegte Werte zwischen den Zeitintervallen (TI) zu erhöhen.

13. Milchpumpe (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (7) für den zumindest einen Motor (2) eine Regeleinrichtung (5) aufweist, welche ausgebildet ist, eine aktuelle Drehzahl (N) des zumindest einen Motors (2) zu erfassen, mit einer vorgegebenen, insbesondere in der Milchpumpe (1) gespeicherten Soll-Drehzahl (N<sub>soll</sub>) zu vergleichen und die Motorleistung (P) zwischen den Zeitintervallen (TI) um einen Wert zu erhöhen, der die aktuelle Motordrehzahl (N) an die Soll-Drehzahl (N<sub>soll</sub>) angleicht.

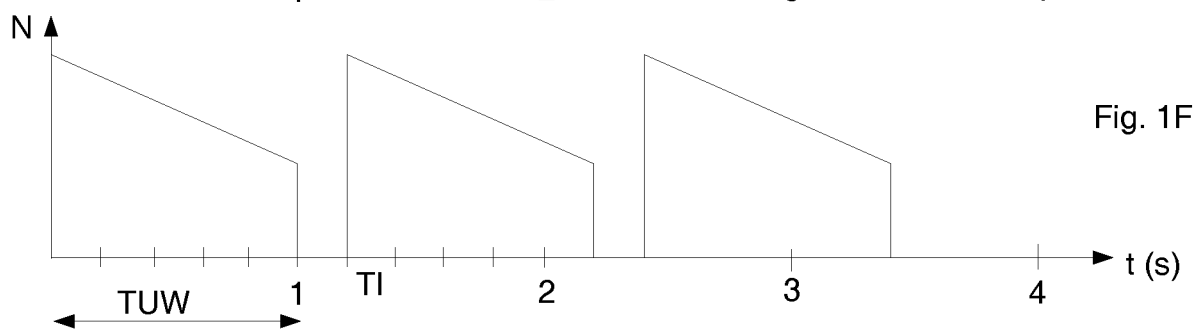
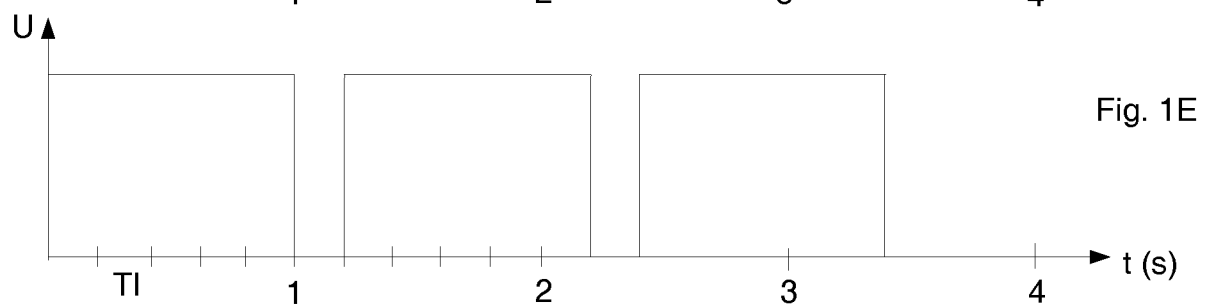
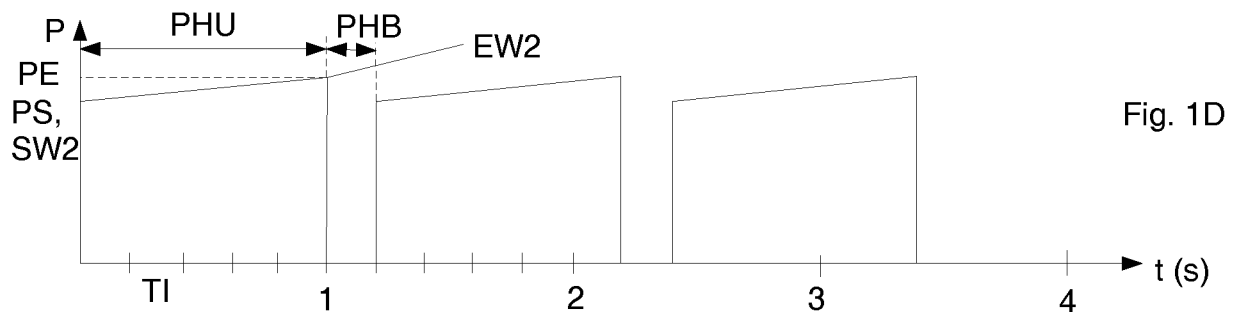
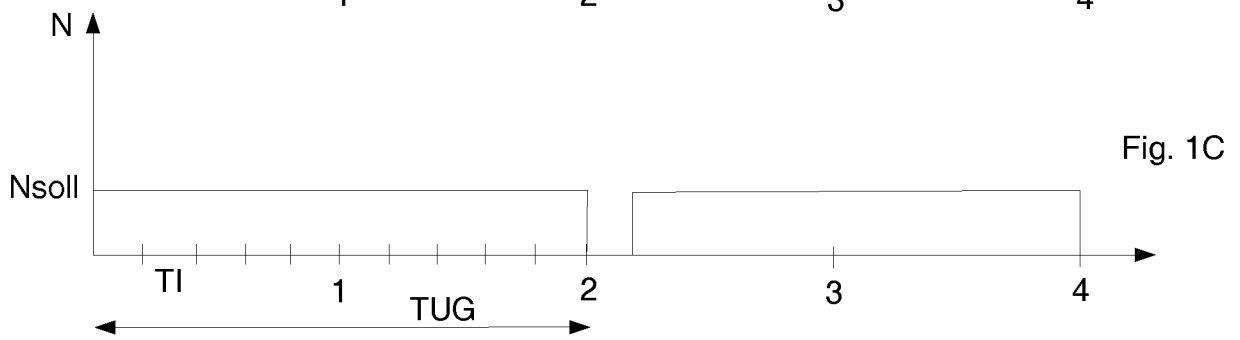
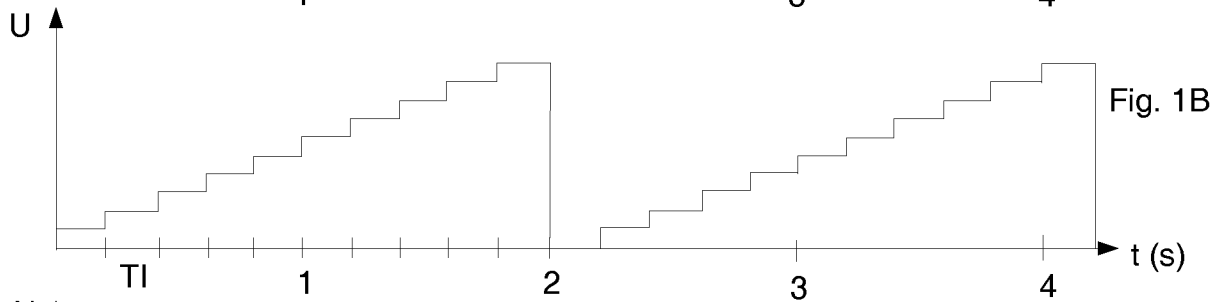
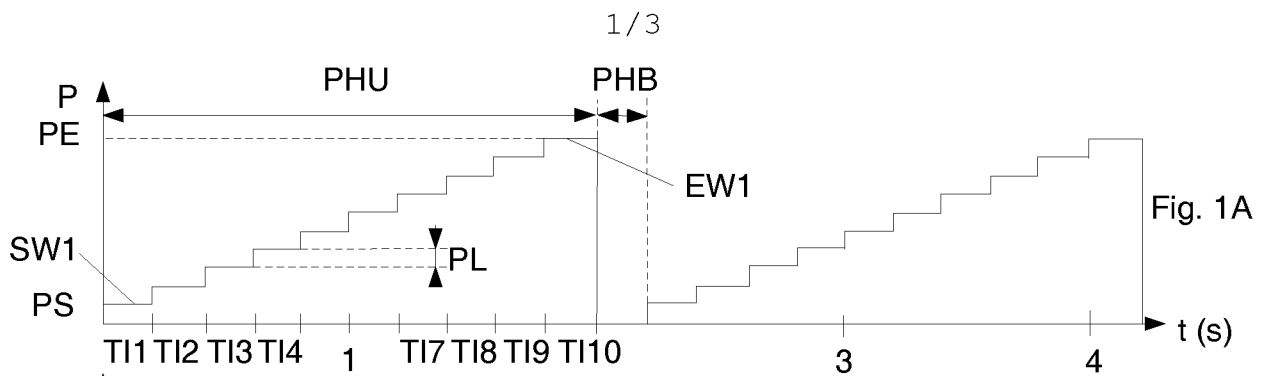
14. Milchpumpe (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (7) für den zumindest einen Motor (2) eine Betriebsspannungsquelle (9) zur Ansteuerung des zumindest einen Motors (2) aufweist, welche ausgebildet ist, für die Erhöhung der Motorleistung (P) die Betriebsspannung (U) des zumindest einen Motors (2) stufenförmig zu erhöhen.

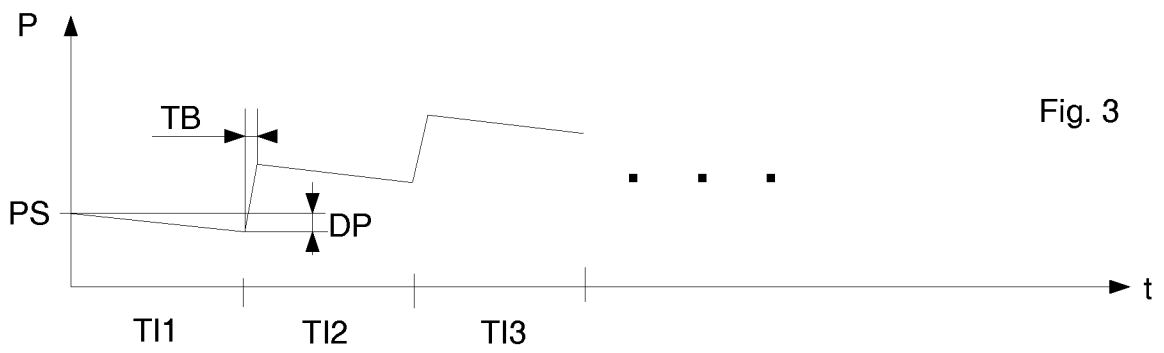
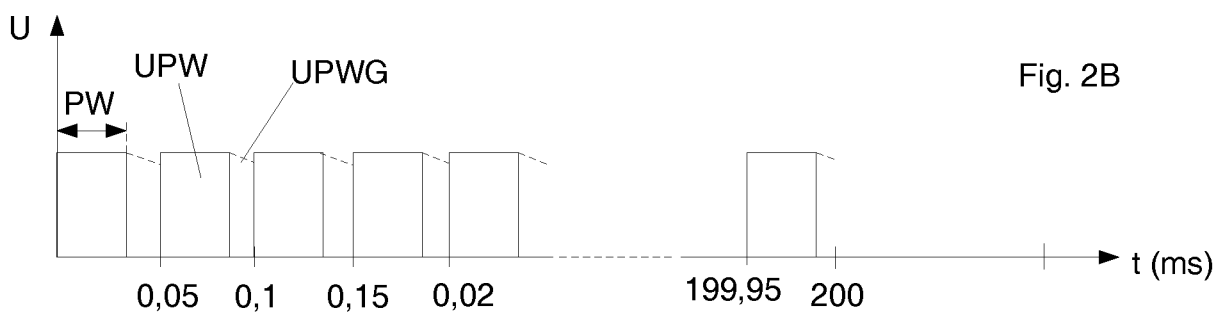
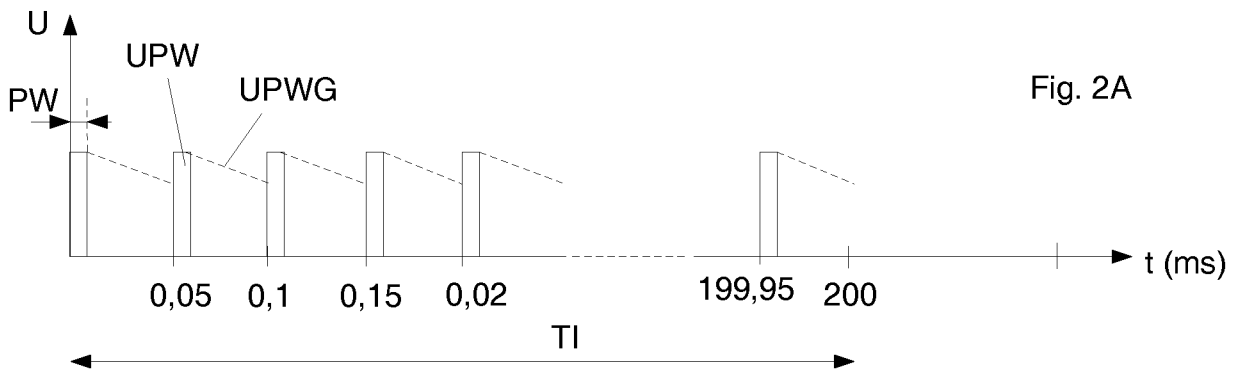
15. Milchpumpe (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (7) für den zumindest einen Motor (2) eine Versorgungsquelle (10) für ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal (UPW), insbesondere ein gleichgerichtetes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal (UPWG) aufweist, welche Versorgungsquelle (10) ausgebildet ist, für die Erhöhung der Motorleistung (P) die Pulsdauer (PW) des pulsweitenmodulierten Spannungssignals (UPW) schrittweise zu erhöhen.

16. Milchpumpe (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Milchpumpe (1) zwischen dem geräuscharmen Betriebsmodus und einem weiteren Betriebsmodus umschaltbar ist, sich im geräuscharmen Betriebsmodus die Unterdruckphase (PHU) über eine erste Zeitspanne (TUG) erstreckt, die Startleistung (PS) des zumindest einen Motors (2) einen ersten Startwert (SW1) aufweist und die Endleistung (PE) des zumindest einen Motors (2) einen ersten Endwert (EW1) aufweist, und sich im weiteren Betriebsmodus die Unterdruckphase (PHU) über eine zweite Zeitspanne (TUW) erstreckt, die Startleistung (PS) des zumindest einen Motors (2) einen zweiten Startwert (SW2) aufweist und die Endleistung (PE) des zumindest einen Motors (2) einen zweiten Endwert (EW2) aufweist, wobei der erste Endwert (EW1) größer als der erste Startwert (SW1) ist, die erste Zeitspanne (TUG) größer

als die zweite Zeitpanne (TUW) ist, der erste Startwert (SW1) kleiner als der zweite Startwert (SW2) ist und der erste Endwert (EW1) kleiner als oder gleich dem zweiten Endwert (EW2) ist.

17. Milchpumpe (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine maximale Drehzahl (N) des zumindest einen Motors (2) im geräuscharmen Betriebsmodus zwischen 20% und 70%, vorzugsweise zwischen 25% und 50% einer maximalen Drehzahl (N) des zumindest einen Motors (2) im weiteren Betriebsmodus beträgt.





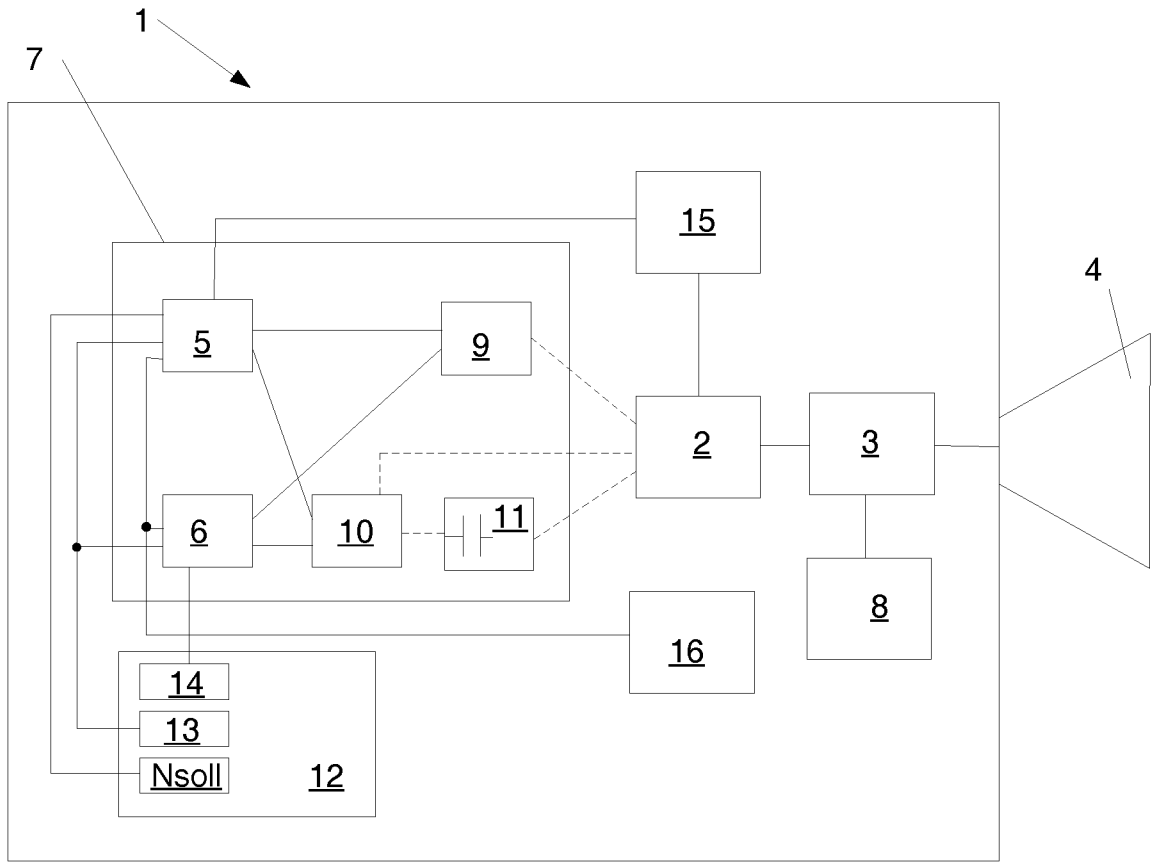


Fig. 4