

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.02.2025 Patentblatt 2025/06**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04D 25/08** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 27/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F24C 7/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **24188045.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
F24C 7/085; F04D 25/08; F04D 27/001;  
F05D 2270/311

(22) Anmeldetag: **11.07.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

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

(72) Erfinder:

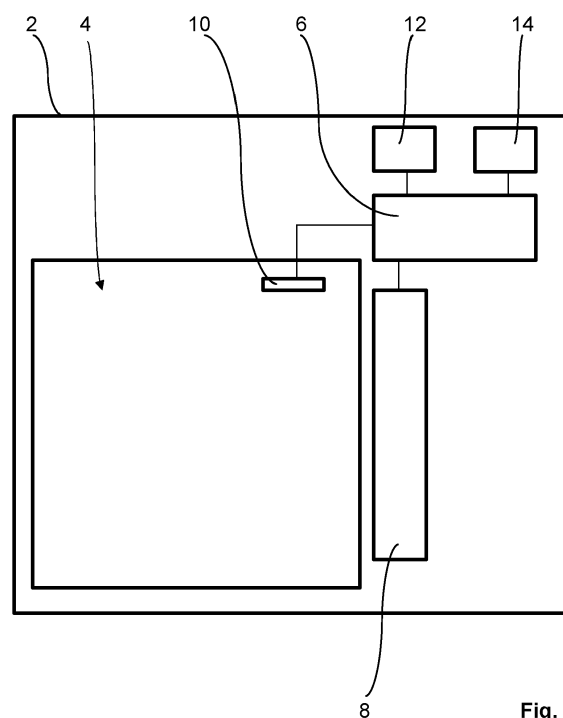
- **Rodehüser, Tobias**  
**59329 Wadersloh (DE)**
- **Kiefer, Andreas**  
**53125 Bonn (DE)**
- **Ribbe, Patrick**  
**33378 Rheda-Wiedenbrück (DE)**

(30) Priorität: 04.08.2023 BE 202305651

(54) **KALIBRIERVERFAHREN FÜR EIN GERÄT MIT EINEM LÜFTER, BETRIEBSVERFAHREN FÜR EIN GERÄT MIT EINEM LÜFTER UND GERÄT MIT EINEM LÜFTER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kalibrierverfahren für ein Gerät (2) mit einem Lüfter (8), wonach das Kalibrierverfahren die folgenden Verfahrensschritte in der angegebenen Reihenfolge aufweist: Einschalten des Lüfters (8) und Hochfahren des Lüfters (8) bis zu einer vorher festgelegten Drehzahl eines Lüfterrads des Lüfters (8); Ausschalten des Lüfters (8) zu einem Zeitpunkt  $t$  gleich 0 ms; Sensorlose Ermittlung der Dichte eines Gasgemisches bei einer vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches in Abhängigkeit eines Luftdrucks an einem Aufstellort des Geräts (2) während eines ersten Zeitintervalls, beginnend mit  $t$  gleich 0 ms; Zeitlich nach Beendigung des ersten Zeitintervalls Ermittlung einer Dauer eines zweiten Zeitintervalls in Abhängigkeit einer vorher festgelegten Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters (8); Ermittlung eines Verschleißwertes für den Lüfter (8) in Abhängigkeit der Dauer des zweiten Zeitintervalls und der sensorlos ermittelten Dichte des Gasgemisches während des ersten Zeitintervalls; Anpassung einer in der Steuerung (6) des Geräts (2) hinterlegten Relation zwischen einer elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters (8) und der Dichte des Gasgemisches in Abhängigkeit des vorgenannten Verschleißwertes.

Ferner betrifft die Erfindung ein Betriebsverfahren für ein Gerät (2) und ein Gerät (2).



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kalibrierverfahren für ein Gerät mit einem Lüfter, ein Betriebsverfahren für ein Gerät mit einem Lüfter und ein Gerät mit einem Lüfter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind derartige Geräte mit einem Lüfter und Verfahren zu deren Betrieb bereits bekannt. Beispielsweise ist aus der EP 1 342 414 A1 ein Verfahren zum Erfassen der Feuchte in einem Gerät zur Behandlung und Zubereitung von Nahrungsmitteln sowie ein Gerät zur Behandlung und Zubereitung von Nahrungsmitteln bekannt. Bei dem Verfahren werden aktuelle Temperaturwerte und Drehzahlwerte des eine Gasförder- und -umwälzeinrichtung antreibenden Asynchronmotors mit wenigstens einer Kennlinie, die in einem Rechner hinterlegt ist, verglichen, und aus der Abweichung der gemessenen Drehzahl von der Drehzahl der hinterlegten Kennlinie die aktuelle Feuchte im Gasgemisch bestimmt. Nachteilig hieran ist, dass die Genauigkeit des Verfahrens des EP 1 342 414 A1 von der Qualität der im Rechner hinterlegten Kennlinie sowie von der Qualität der erfassten Drehzahlwerte des Asynchronmotors abhängt. Ist einer dieser Werte und sind insbesondere beide diese Werte selbst ungenau, führt dies zu einem entsprechend ungenauen Rückschluss auf die Feuchte im geschlossenen Garraum während des Garprozesses.

**[0003]** Der Erfindung stellt sich somit das Problem, ein Gerät mit einem Lüfter und ein Verfahren für das Gerät mit einem Lüfter zu verbessern.

**[0004]** Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein Kalibrierverfahren für ein Gerät mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst, wonach das Kalibrierverfahren die folgenden Verfahrensschritte in der angegebenen Reihenfolge aufweist: Einschalten des Lüfters und Hochfahren des Lüfters bis zu einer vorher festgelegten Drehzahl eines Lüfterrads des Lüfters; Ausschalten des Lüfters zu einem Zeitpunkt  $t$  gleich 0 ms; Sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches bei einer vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches in Abhängigkeit eines Luftdrucks an einem Aufstellort des Geräts während eines ersten Zeitintervalls, beginnend mit  $t$  gleich 0 ms; Zeitlich nach Beendigung des ersten Zeitintervalls Ermittlung einer Dauer eines zweiten Zeitintervalls in Abhängigkeit einer vorher festgelegten Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters; Ermittlung eines Verschleißwertes zur Kennzeichnung eines Verschleißgrades einer Lagerung des Lüfterrads des Lüfters in Abhängigkeit der Dauer des zweiten Zeitintervalls und der sensorlos ermittelten Dichte des Gasgemisches während des ersten Zeitintervalls; Anpassung einer in der Steuerung des Geräts hinterlegten Relation zwischen einer elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters und der Dichte des Gasgemisches in Abhängigkeit des vorgenannten Verschleißwertes. Ferner wird dieses Problem durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Patentan-

spruchs 6 und ein Gerät mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen. Beispielsweise kann es sich bei der vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches um 0% relative Feuchte des Gasgemisches handeln.

**[0005]** Der mit der Erfindung erreichbare Vorteil besteht insbesondere darin, dass ein Gerät mit einem Lüfter und ein Verfahren für das Gerät mit einem Lüfter verbessert sind. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung des Kalibrierverfahrens, des Betriebsverfahrens und des Geräts ist es möglich, die Feuchte des Gasgemisches, beispielsweise eines Luft-Wasser-Gemisches, in dem Behandlungsraum, beispielsweise eines Garraums eines als Gargerät ausgebildeten Geräts, genauer, zuverlässiger, einfacher und kostengünstiger als bisher zu bestimmen. Dies deshalb, weil zum Beispiel kein expliziter Feuchtesensor zur Ermittlung der Feuchte des Gasgemisches erforderlich ist. Zumindest soll eine Alternative zu bekannten Verfahren und Geräten angegeben werden.

**[0006]** Somit kann die Aufnahmeleistung des elektrischen Motors des Lüfters, also die elektrische Aufnahmeleistung des Lüfters, verwendet werden, um die Feuchte des Gasgemisches in dem Behandlungsraum ohne expliziten Feuchtesensor zu bestimmen. Dieses Gasgemisch kann beispielsweise Umgebungsluft oder ein Gasgemisch aus Umgebungsluft und Wasserdampf, kurz Dampf, sein. Hierbei liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Aufnahmeleistung des elektrischen Motors proportional zur Dichte des Gasgemisches in dem Behandlungsraum ist. Aus der Dichte dieses Gasgemisches lässt sich bei einer bekannten Temperatur dieses Gasgemisches die Feuchte dieses Gasgemisches und damit die Feuchte in dem Behandlungsraum des Geräts bestimmen.

**[0007]** Dabei hängt die Aufnahmeleistung des elektrischen Motors des Lüfters neben der Feuchte auch zum einen von dem Luftdruck am Aufstellort des Geräts und zum anderen von einer Reibung in einer Lagerung eines Lüfterrads des Lüfters, also einem Verschleißgrad des Lüfters, ab. Entsprechend kann die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit bei der Bestimmung der Feuchte des Gasgemisches erhöht werden, wenn eine diesbezügliche, vorherige Kalibrierung der in der Steuerung des Geräts hinterlegten Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters und der Dichte des Gasgemisches erfolgt. Nach dem Ausschalten des Lüfters, also nach dem Stromlosschalten des Lüfters, läuft der Lüfter nach, wobei dieses Nachlaufen des Lüfters von der oben genannten Lagerreibung und von dem am Aufstellort des Geräts herrschenden Luftdruck abhängt, wobei sich einerseits die Lagerreibung durch zunehmenden Verschleiß vergrößert und andererseits der Luftdruck von der Aufstellhöhe des Geräts und von der Wetterlage am Aufstellort abhängt. Diese Einflüsse auf die Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleis-

tung des Lüfters und der Dichte des Gasgemisches können auf die erfindungsgemäße Art und Weise einfach und kostengünstig berücksichtigt werden.

**[0008]** Erfindungsgemäß macht man sich den folgenden Zusammenhang zunutze:

Die Drehzahl eines aufgrund der Lagerreibung schwergängigen Motors des Lüfters sinkt insgesamt schneller ab als beispielsweise bei einem relativ neuen Motor. Außerdem wird der Motor des Lüfters bei einem hohen Luftdruck, also bei einer hohen Dichte des Gasgemisches, stärker abgebremst als bei einem geringeren Luftdruck und damit einer geringen Dichte des Gasgemisches. Um beide Einflüsse auf die Drehzahl, nämlich den Einfluss der Lagerreibung auf der einen Seite und den Einfluss des Luftdrucks auf der anderen Seite, unterscheiden zu können, wird nun der Effekt genutzt, dass bei dem Lüfter die Drehzahl mit der dritten Potenz in die in Leistungsaufnahme und somit auch der Bremsleistung einfließt.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

**[0009]** Dabei steht P für die elektrische Leistungsaufnahme oder die Bremsleistung des Lüfters und n für die Drehzahl des Lüfters.

**[0010]** Die Lagerreibung hat hingegen annähernd einen linearen Zusammenhang. Bei einer relativ hohen Drehzahl wirkt sich somit das Bremsmoment durch den Lüfter, beeinflusst von der Luftdichte, deutlich stärker auf die Drehzahlabenkung aus als bei geringen Drehzahlen. Deshalb kann die Steigung in dem ersten Zeitintervall als ein Kennwert für die Dichte herangezogen werden. Bei geringeren Drehzahlen wirkt sich die Lagerreibung stärker auf das Auslaufverhalten, also den Nachlauf des Lüfters, aus. Somit kann durch eine Messung des zweiten Zeitintervalls ein Wert ermittelt werden, welcher maßgeblich von der Lagerreibung beeinflusst wird. Wenn man die so ermittelte Steigung aus dem ersten Zeitintervall einbezieht, welche ein Parameter für die Dichte ist, kann ein Verschleißwert für die vorgenannte Lagerreibung bestimmt werden. Dieser kann genutzt werden, um den Einfluss des Lüfters, nämlich dessen Reibung, auf die Feuchteermittlung mittels der Drehzahl des Lüfters zu minimieren.

**[0011]** Grundsätzlich sind das erfindungsgemäße Kalibrierverfahren und das erfindungsgemäße Betriebsverfahren in weiten geeigneten Grenzen frei wählbar.

**[0012]** Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens sieht vor, dass die vorgenannte sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches eine Auswertung eines Differentialquotienten eines Drehzahl-Zeit-Verlaufs während des ersten Zeitintervalls umfasst. Auf diese Weise ist der Einfluss des Luftdrucks bei dem oben genannten Nachlauf des Lüfters nach dessen Ausschalten, also nach dessen Stromlosschalten, auf die Drehzahl des Lüfters auf sehr ein-

fache Art berücksichtigt.

**[0013]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens sieht vor, dass das erste Zeitintervall mit t gleich 0 ms beginnt und mit t kleiner oder gleich 500 ms, bevorzugt mit t gleich 500 ms, endet. Hierdurch ist ein besonders vorteilhafter Wertebereich für das erste Zeitintervall angegeben, da dieser Wertebereich sehr praxisrelevant ist. Dies gilt insbesondere für die bevorzugte Ausführungsform dieser Weiterbildung.

**[0014]** Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens sieht vor, dass das zu ermittelnde zweite Zeitintervall zu einer Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters von einer Drehzahl von kleiner oder gleich 1000 Umdrehungen pro Minute und größer 400 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt von 1000 Umdrehungen pro Minute, auf eine Drehzahl von kleiner oder gleich 400 Umdrehungen pro Minute, korrespondiert. Auf diese Weise ist ein besonders vorteilhafter Wertebereich für die Reduzierung der Drehzahl während des zweiten Zeitintervalls angegeben, da dieser Wertebereich ebenfalls sehr praxisrelevant ist. Dies gilt insbesondere für die bevorzugten Werteangaben.

**[0015]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens sieht vor, dass das Kalibrierverfahren als von einem Betriebsverfahren für das Gerät zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts getrennt durchgeführtes Kalibrierverfahren ausgebildet ist. Hierdurch ist eine klare Trennung zwischen dem erfindungsgemäßen Kalibrierverfahren auf der einen Seite und dem Regelbetrieb des Geräts bei Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens erzielt, so dass das jeweilige Verfahren speziell für die jeweilige Funktionalität geeignet ausgebildet sein kann.

**[0016]** Alternativ zu der vorgenannten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens sieht eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens vor, dass das Kalibrierverfahren als ein in ein Betriebsverfahren für das Gerät zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts integriertes Kalibrierverfahren ausgebildet ist. Auf diese Weise ist es möglich, die erfindungsgemäße Kalibrierung während des Regelbetriebs des erfindungsgemäßen Geräts durchzuführen, so dass das erfindungsgemäße Gerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens nicht in einen von dem Betriebsverfahren separaten Kalibrierbetrieb überführt werden muss.

**[0017]** In einer vorteilhaften Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist es vorgesehen, dass das Kalibrierverfahren in einer Phase des Betriebsverfahrens erfolgt, in der die Dichte des Gasgemisches im Wesentlichen konstant ist, bevorzugt, dass das Kalibrierverfahren in einer Vorheizphase des Betriebsverfahrens zur Vorheizung des unbeschickten Behandlungsraums erfolgt. Hierdurch ist ein ungünstiger Einfluss von Schwank-

ungen bei der Dichte des Gasgemisches wirksam vermieden. Dies gilt insbesondere für die bevorzugte Ausführungsform dieser Weiterbildung.

**[0018]** Grundsätzlich ist die Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters und der Dichte des Gasgemisches in weiten geeigneten Grenzen für den Betrieb des erfindungsgemäßen Geräts nutzbar. Zweckmäßigerweise wird das Gerät in Abhängigkeit der mittels der vorgenannten Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters und der Dichte des Gasgemisches ermittelten Feuchte des Gasgemisches betrieben.

**[0019]** Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens sieht vor, dass in Abhängigkeit des Verschleißwertes eine automatische Warnung an einen Benutzer des Geräts ausgegeben wird. Auf diese Weise ist mittels der Erfindung eine zusätzliche Funktionalität ermöglicht. Somit kann der Benutzer des Geräts, im Wesentlichen ohne zusätzlichen Aufwand, beispielsweise über einen bald zu erwartenden Ausfall des Lüfters informiert werden. Entsprechend kann der Benutzer rechtzeitig Maßnahmen zur Wartung, Reparatur oder zum Austausch des Lüfters oder von Bestandteilen des Lüfters ergreifen. Die Information des Benutzers kann dabei auf eine Vielzahl von dem Fachmann bekannten Arten erfolgen.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Gerät ist nach Art, Funktionsweise, Material und Dimensionierung in weiten geeigneten Grenzen frei wählbar.

**[0021]** Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Geräts sieht vor, dass das Gerät eine mit der Steuerung signalübertragend verbundene Benutzerschnittstelle und/oder eine mit der Steuerung signalübertragend verbundene Geräteschnittstelle aufweist. Hierdurch ist es unter anderem möglich, die Aufstellhöhe des Geräts mittels der vorgenannten Benutzerschnittstelle manuell einzugeben, so dass eine sehr genaue sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches bei einer vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches, beispielsweise bei einer relativen Feuchte des Gasgemisches von 0%, in Abhängigkeit der Aufstellhöhe des Geräts an dem jeweiligen Aufstellort des Geräts ermöglicht ist. Die vorgenannte Geräteschnittstelle ermöglicht es, eine bereits bekannte und in einem weiteren am Aufstellort aufgestellten Gerät hinterlegte Aufstellhöhe für das erfindungsgemäße Kalibrierverfahren bei dem erfindungsgemäßen Gerät zu verwenden. Ferner sieht eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Geräts vor, dass das Gerät als ein Gargerät, bevorzugt als ein Backofen, ein Dampfgarer, ein Mikrowellengargerät oder ein Kombinationsgerät mit einer Strahlungsbeheizung und einem Dampferzeuger, ausgebildet ist. Auf diese Weise sind Geräte angegeben, bei denen die Erfindung besonders sinnvoll und nutzbringend einsetzbar ist. Dies deshalb, weil die Feuchte in einem als Garraum ausgebildeten Behandlungsraum für einen in dem Garraum ablaufenden Garvorgang von besonderer Wichtigkeit ist. Jedoch

sind auch andere Ausbildungen des erfindungsgemäßen Geräts denkbar. Rein exemplarisch sei hier lediglich auf Geschirrspüler und Wäschetrockner hingewiesen. Das erfindungsgemäße Gerät, beispielsweise das als ein Gargerät ausgebildete erfindungsgemäße Gerät, kann dabei als ein Haushaltsgerät oder als ein gewerbliches Gerät, also ein Gerät für den professionellen Einsatz, ausgebildet sein.

**[0022]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Geräts zur Durchführung des erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens und zur Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens und

Figur 2 ein Drehzahl-Zeit-Diagramm mit der Zeit auf der Abszisse und mit der Drehzahl des Lüfters auf der Ordinate.

**[0023]** In den Fig. 1 und 2 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung rein exemplarisch dargestellt.

**[0024]** Das als Haushaltsdampfgarer ausgebildete Gerät 2 weist einen als Garraum ausgebildeten Behandlungsraum 4 für ein zu behandelndes Gut, nämlich ein nicht dargestelltes Gargut, auf. Ferner weist das Gerät 2 eine Steuerung 6, einen mit der Steuerung 6 signalübertragend verbundenen Lüfter 8 zur Durchspülung des Behandlungsraums 4 mit einem nicht dargestellten Gasgemisch, nämlich einem Luft-Wasser-Gemisch, und einem mit der Steuerung 6 signalübertragend verbundenen Temperatursensor 10 zur Messung einer Temperatur des Gasgemisches auf. Der Lüfter 8 weist hier einen als BLDC-Motor ausgebildeten, mit der Steuerung 6 signalübertragend und leistungsübertragend verbundenen, nicht dargestellten elektrischen Antriebsmotor auf. Der Ausdruck "BLDC-Motor" steht dabei für einen bürstenlosen Gleichstrommotor. Darüber hinaus weist das Gerät 2 eine mit der Steuerung 6 signalübertragend verbundene Benutzerschnittstelle 12 und eine mit der Steuerung 6 signalübertragend verbundene Geräteschnittstelle 14 auf. Siehe hierzu die Fig. 1.

**[0025]** Nachfolgend werden die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Geräts, das erfindungsgemäße Kalibrierverfahren und das erfindungsgemäße Betriebsverfahren gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel anhand der Fig. 1 und 2 näher erläutert.

**[0026]** Das Gerät 2 wurde an den Endkunden ausgeliefert und an einem nicht dargestellten Aufstellort des Geräts 2 für einen Betrieb des Geräts 2 aufgestellt.

**[0027]** Bei einer Inbetriebnahme des Geräts 2 an dem Aufstellort des Geräts 2 wird nun zunächst das erfindungsgemäße Kalibrierverfahren wie folgt durchgeführt: In einem ersten Schritt erfolgt zunächst ein Einschalten des Lüfters 8 und Hochfahren des Lüfters 8 bis zu einer vorher festgelegten Drehzahl eines nicht dargestellten Lüfterrads des Lüfters 8. Beispielsweise wird der Lüfter

bis auf eine Drehzahl von 1800 Umdrehungen pro Minute hochgefahren. Ist die vorgenannte Drehzahl erreicht, wird der Lüfter 8 ausgeschaltet, also stromlos geschaltet, so dass der nicht dargestellte BLDC-Motor des Lüfters 8 das Lüfterrad des Lüfters 8 nicht mehr antreibt. Dieser Ausschaltzeitpunkt korrespondiert zu dem Zeitpunkt t gleich 0 ms.

**[0028]** In einem ersten Zeitintervall, nämlich in einem Zeitintervall von t gleich 0 ms bis einschließlich t gleich 500 ms, erfolgt nun die sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches bei einer vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches in Abhängigkeit eines Luftdrucks an dem Aufstellort des Geräts 2. Da das Gerät 2 noch nicht betrieben worden ist und damit noch kein Garvorgang in dem als Garraum ausgebildeten Behandlungsraum 4 stattgefunden hat, kann hierfür angenommen werden, dass das in dem Gerät 2 befindliche Gasgemisch eine relative Feuchte von 0% aufweist. Diese vorgenannte sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches umfasst bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Auswertung eines Differentialquotienten des in der Fig. 2 dargestellten Drehzahl-Zeit-Verlaufs. Wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist und oben bereits erläutert worden ist, fließt bei dem Lüfter 8 die Drehzahl mit der dritten Potenz in die elektrische Leistungsaufnahme des Lüfters 8 und somit auch in die Bremsleistung ein.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

**[0029]** Dabei steht P für die elektrische Leistungsaufnahme des Lüfters 8, nämlich des nicht dargestellten BLDC-Motors, oder für die Bremsleistung des Lüfters 8 und n für die Drehzahl des Lüfters 8, nämlich des Lüfterrads. Deshalb kann die Steigung in dem Drehzahl-Zeitverlauf der Fig. 2 in dem ersten Zeitintervall als ein Kennwert für die Dichte herangezogen werden. Bei einer relativ hohen Drehzahl wirkt sich somit das Bremsmoment durch den Lüfter 8, beeinflusst von der Luftdichte, deutlich stärker auf die Drehzahlabsenkung aus als bei geringen Drehzahlen.

**[0030]** Zeitlich nach Beendigung des ersten Zeitintervalls erfolgt die Ermittlung einer Dauer eines zweiten Zeitintervalls in Abhängigkeit einer vorher festgelegten Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters 8, wobei das zu ermittelnde zweite Zeitintervall bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zu einer Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters 8 von einer Drehzahl von 1000 Umdrehungen pro Minute auf eine Drehzahl von 400 Umdrehungen pro Minute korrespondiert. Siehe hierzu die Fig. 2. Bei geringeren Drehzahlen wirkt sich die Lagerreibung stärker auf das Auslaufverhalten, also den Nachlauf des Lüfters 8, aus, wobei die Lagerreibung im Unterschied zu der Dichte des Gasgemisches hingegen annähernd einen linearen Zusammenhang zu der Bremsleistung aufweist. Somit kann

durch eine Messung des zweiten Zeitintervalls ein Wert ermittelt werden, welcher maßgeblich von der Lagerreibung beeinflusst wird.

**[0031]** Wenn man die so ermittelte Steigung aus dem ersten Zeitintervall einbezieht, welche ein Parameter für die Dichte ist, kann ein Verschleißwert für die vorgenannte Lagerreibung bestimmt werden. Dieser kann genutzt werden, um den Einfluss des Lüfters 8, nämlich dessen Reibung, auf die nachfolgend noch erläuterte Feuchteermittlung mittels der Drehzahl des Lüfters 8 zu minimieren.

**[0032]** Hierfür wird gemäß dem vorliegenden Kalibrierverfahren der Verschleißwert zur Kennzeichnung eines Verschleißgrades der Lagerung des Lüfterrads des Lüfters 8 in Abhängigkeit der Dauer des zweiten Zeitintervalls und der sensorlos ermittelten Dichte des Gasgemisches während des ersten Zeitintervalls ermittelt und eine in der Steuerung 6 des Geräts 2 hinterlegte Relation zwischen einer elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters 8 und der Dichte des Gasgemisches in Abhängigkeit des vorgenannten Verschleißwertes angepasst.

**[0033]** Der Verschleiß des Lüfters 8, nämlich der Verschleiß des Lagers des Lüfterrads des Lüfters 8, kann in einem speziell dafür vorgesehenen Kalibriervorgang vermessen werden, der einem nicht dargestellten Benutzer des Geräts 2 beispielsweise mittels der Benutzerschnittstelle 12 des Geräts 2 auf dem Fachmann an sich bekannte Art und Weise in regelmäßigen Abständen vorgeschlagen wird. In diesem Fall ist das Kalibrierverfahren als von einem Betriebsverfahren für das Gerät 2 zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts 2 getrennt durchgeführtes Kalibrierverfahren ausgebildet.

**[0034]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Überprüfung des vorgenannten Verschleißes auch während eines Garvorgangs durchgeführt werden. Dazu kann in einem Regelbetrieb des Geräts 2 nach dem ersten Anlaufen des Lüfters 8 ein Auslaufvorgang durchgeführt werden. Wichtig ist dabei allerdings, dass man währenddessen keine Veränderungen der Gasdichte hat, daher wäre ein Vorheizvorgang, in dem kein Gargut im Garraum sein sollte, geeignet. In diesem Fall ist das Kalibrierverfahren als ein in ein Betriebsverfahren für das Gerät 2 zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts 2 integriertes Kalibrierverfahren ausgebildet.

**[0035]** Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Gerät 2 zur Durchführung eines Garvorgangs in Abhängigkeit der mittels der vorgenannten Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters 8 und der Dichte des Gasgemisches ermittelten Feuchte des Gasgemisches betrieben.

**[0036]** Um die Feuchte des Gasgemisches in dem als Dampfgerat ausgebildeten Gerät 2 zu bestimmen, wird die elektrische Aufnahmeleistung des Lüfters 8 verwendet, wobei die Drehzahl des Lüfters 8 konstant gehalten wird. Die vorgenannte Aufnahmeleistung ist dabei proportional zur Dichte des Gasgemisches, nämlich Luft und Wasserdampf, im Garraum 4. Aus der Dichte des Gasgemisches lässt sich bei bekannter Temperatur die

Feuchte im Garraum 4 bestimmen. Da die Dichte außerdem abhängig vom Luftdruck und von den Reibungsverlusten des Lüfters 8 ist, wird vorab das oben erläuterte Kalibrierverfahren durchgeführt. Die vorgenannte Temperatur ist mittels des Temperatursensors 10 ermittelbar und in der Steuerung 6 verwendbar.

**[0037]** Zusätzlich wurde das Gerät 2 bei der Herstellung am Bandende erstkalibriert, das heißt, es wurden spezifische Kennwerte des Geräts 2 in der Steuerung 6 des Geräts 2 hinterlegt, so dass im Auslieferungszustand die vorgenannte Lagerreibung und weitere spezifische Daten des Geräts 2 gemäß Auslieferungszustand für die Feuchteermittlung bekannt sind.

**[0038]** Die Alterung des Lüfters 8 wird, wie oben erläutert, durch die Messung der Drehzahl im Auslauf des Lüfters 8 bestimmt. Hierbei wird auch der Luftdruck in Abhängigkeit der Aufstellhöhe des Geräts 2 und von Wetterlagen am Aufstellort des Geräts 2 berücksichtigt, da der Luftdruck einen Einfluss auf die Dichte des Gasgemisches und somit auf das Auslaufverhalten des Lüfters 8 hat.

**[0039]** In dem Diagramm gemäß der Fig. 2 sind mehrere Auslaufkurven für den Lüfter 8 bei zwei unterschiedlichen Dichten bei dem Lüfter 8 mit einem schwergängigen Lager und bei dem Lüfter 8 mit einem neuwertigen, also leichtgängigen, Lager rein exemplarisch abgebildet, wobei in der Bildebene der Fig. 2 die oberste Auslaufkurve zu dem leichtgängigen Lager bei geringer Dichte des Gasgemisches, die zweitoberste Auslaufkurve zu dem schwergängigen Lager ebenfalls bei geringer Dichte des Gasgemisches, die zweitunterste Auslaufkurve zu dem leichtgängigen Lager bei hoher Dichte des Gasgemisches und die unterste Auslaufkurve zu dem schwergängigen Lager ebenfalls bei hoher Dichte korrespondiert.

**[0040]** Ferner kann es vorgesehen sein, dass in Abhängigkeit des vorgenannten Verschleißwertes eine automatische Warnung an einen nicht dargestellten Benutzer des Geräts 2 ausgegeben wird. Beispielsweise kann hierfür die Benutzerschnittstelle 12 auf dem Fachmann an sich bekannte Art und Weise, zum Beispiel zur Ausgabe einer akustischen und/oder einer visuellen Warnung, genutzt werden. Aufgrund dieser Warnung kann der Benutzer dann geeignete Maßnahmen ergreifen, um eine erforderliche Wartung, Reparatur oder einen erforderlichen Austausch des Lüfters 8 oder von Bestandteilen des Lüfters 8 vornehmen zu lassen.

**[0041]** Die Erfindung ist jedoch nicht auf das vorliegende Ausführungsbeispiel beschränkt. Siehe hierzu beispielsweise die diesbezüglichen Ausführungen in der Beschreibungseinleitung sowie die entsprechenden Angaben zu optionalen Merkmalen in der Erläuterung des konkreten Ausführungsbeispiels.

## Patentansprüche

1. Kalibrierverfahren für ein Gerät (2) mit einem Lüfter

(8) zur Durchspülung eines Behandlungsraums (4) des Geräts (2) mit einem Gasgemisch, wonach das Kalibrierverfahren die folgenden Verfahrensschritte in der angegebenen Reihenfolge aufweist:

- Einschalten des Lüfters (8) und Hochfahren des Lüfters (8) bis zu einer vorher festgelegten Drehzahl eines Lüfterrads des Lüfters (8);
- Ausschalten des Lüfters (8) zu einem Zeitpunkt  $t$  gleich 0 ms;
- Sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches bei einer vorbekannten oder angenommenen relativen Feuchte des Gasgemisches in Abhängigkeit eines Luftdrucks an einem Aufstellort des Geräts (2) während eines ersten Zeitintervalls, beginnend mit  $t$  gleich 0 ms;
- Zeitlich nach Beendigung des ersten Zeitintervalls Ermittlung einer Dauer eines zweiten Zeitintervalls in Abhängigkeit einer vorher festgelegten Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters (8);
- Ermittlung eines Verschleißwertes zur Kennzeichnung eines Verschleißgrades einer Lagerung des Lüfterrads des Lüfters (8) in Abhängigkeit der Dauer des zweiten Zeitintervalls und der sensorlos ermittelten Dichte des Gasgemisches während des ersten Zeitintervalls;
- Anpassung einer in der Steuerung (6) des Geräts (2) hinterlegten Relation zwischen einer elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters (8) und der Dichte des Gasgemisches in Abhängigkeit des vorgenannten Verschleißwertes.

2. Kalibrierverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgenannte sensorlose Ermittlung der Dichte des Gasgemisches eine Auswertung eines Differentialquotienten eines Drehzahl-Zeit-Verlaufs während des ersten Zeitintervalls umfasst.

3. Kalibrierverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Zeitintervall mit  $t$  gleich 0 ms beginnt und mit  $t$  kleiner oder gleich 500 ms, bevorzugt mit  $t$  gleich 500 ms, endet.

4. Kalibrierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu ermittelnde zweite Zeitintervall zu einer Reduzierung der Drehzahl des Lüfterrads des Lüfters (8) von einer Drehzahl von kleiner oder gleich 1000 Umdrehungen pro Minute und größer 400 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt von 1000 Umdrehungen pro Minute, auf eine Drehzahl von kleiner oder gleich 400 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt von 400 Umdrehungen pro Minute, korrespondiert.

5. Kalibrierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kalibrier-

verfahren als von einem Betriebsverfahren für das Gerät (2) zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts (2) getrennt durchgeführtes Kalibrierverfahren ausgebildet ist.

6. Betriebsverfahren für ein Gerät (2) mit einem Lüfter (8) zur Durchspülung eines Behandlungsraums (4) des Geräts (2) mit einem Gasgemisch, wonach das Gerät (2) in Abhängigkeit der mittels des Kalibrierverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 angepassten Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters (8) und der Dichte des Gasgemisches betrieben wird. 5 10
7. Betriebsverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gerät (2) in Abhängigkeit der mittels der vorgenannten Relation zwischen der elektrischen Aufnahmeleistung des Lüfters (8) und der Dichte des Gasgemisches ermittelten Feuchte des Gasgemisches betrieben wird. 15 20
8. Betriebsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kalibrierverfahren als ein in ein Betriebsverfahren für das Gerät (2) zur Durchführung einer Hauptfunktion des Geräts (2) integriertes Kalibrierverfahren ausgebildet ist. 25
9. Betriebsverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kalibrierverfahren in einer Phase des Betriebsverfahrens erfolgt, in der die Dichte des Gasgemisches im Wesentlichen konstant ist, bevorzugt, dass das Kalibrierverfahren in einer Vorheizphase des Betriebsverfahrens zur Vorheizung des unbeschickten Behandlungsraums (4) erfolgt. 30 35
10. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit des Verschleißwertes eine automatische Warnung an einen Benutzer des Geräts (2) ausgegeben wird. 40
11. Gerät (2) mit einem Behandlungsraum (4) für ein zu behandelndes Gut, einer Steuerung (6), einem mit der Steuerung (6) signalübertragend verbundenen Lüfter (8) zur Durchspülung des Behandlungsraums (4) mit einem Gasgemisch und einem mit der Steuerung (6) signalübertragend verbundenen Temperatursensor (10) zur Messung einer Temperatur des Gasgemisches, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gerät (2) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet und eingerichtet ist. 45 50
12. Gerät (2) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gerät (2) eine mit der Steuerung (6) signalübertragend verbundene Benutzerschnittstelle (12) und/oder eine mit der Steuerung (6) signalübertragend verbundene Geräteschnittstelle (14) 55

aufweist.

13. Gerät (2) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gerät (2) als ein Gargerät, bevorzugt als ein Backofen, ein Dampfgarer, ein Mikrowellengargerät oder ein Kombinationsgerät mit einer Strahlungsbeheizung und einem Dampferzeuger, ausgebildet ist.

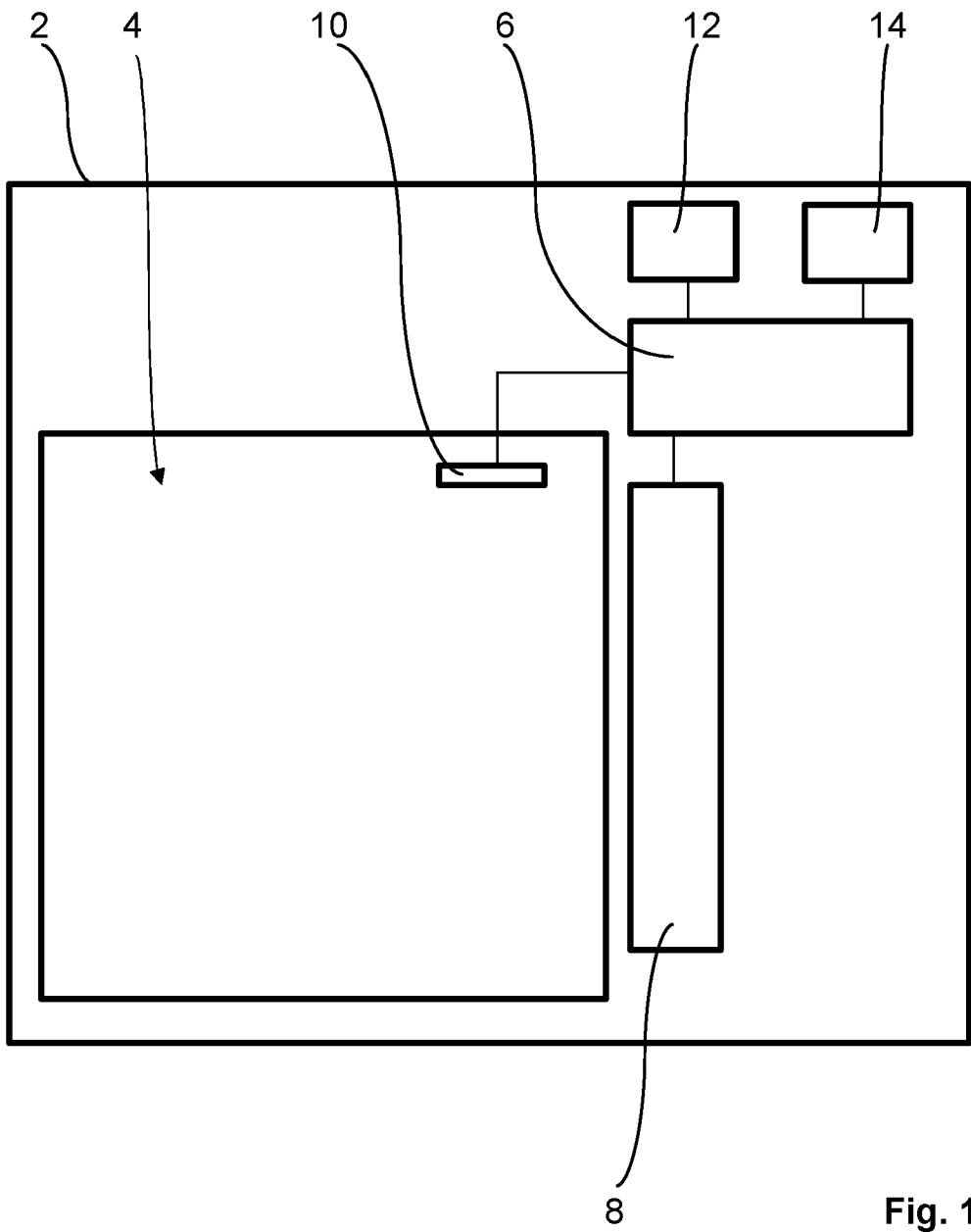


Fig. 1

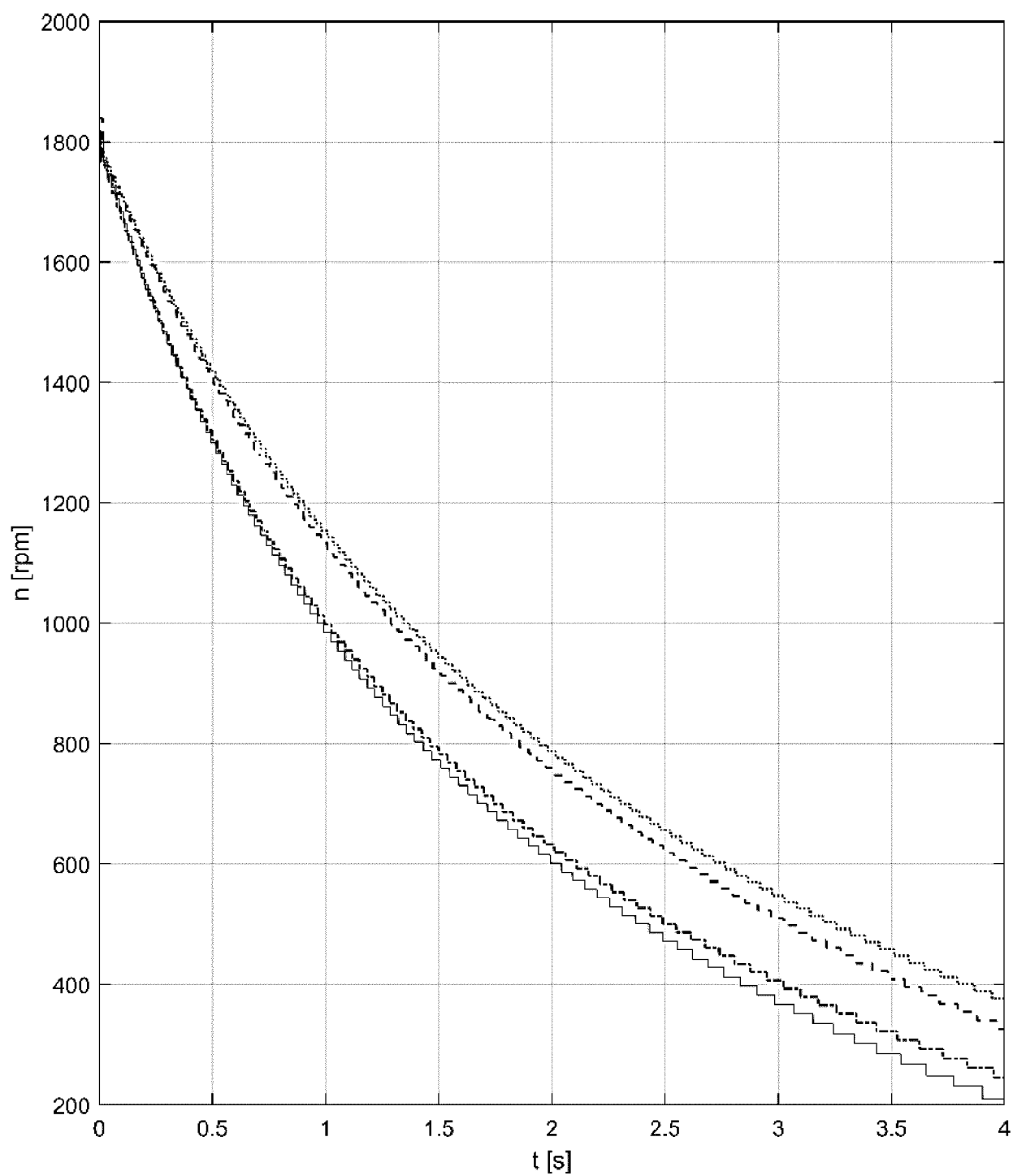


Fig. 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 8045

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                   | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2020 127559 A1 (MIELE & CIE [DE])<br>21. April 2022 (2022-04-21)<br>* Absätze [0021], [0023], [0027],<br>[0030], [0032] - [0042], [0054] - [0059]<br>*<br>* Abbildung 1 *                                       | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | INV.<br>F04D25/08<br>F04D27/00<br>F24C7/08                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2008 009612 A1 (FUJITSU SIEMENS<br>COMPUTERS GMBH [DE])<br>27. August 2009 (2009-08-27)<br>* Absätze [0013] - [0015], [0021],<br>[0046] - [0056] *<br>* Ansprüche 1-3 *<br>* Abbildungen 1, 2 *                 | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2008 047026 A1 (DRAEGER MEDICAL AG<br>[DE]) 25. März 2010 (2010-03-25)<br>* Absätze [0034] - [0040], [0043] -<br>[0045] *<br>* Abbildungen 1-3, 6 *                                                             | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2021/123938 A1 (WILLIAMSON MARK EDWARD<br>[GB]) 29. April 2021 (2021-04-29)<br>* Absätze [0002], [0006], [0008] -<br>[0015], [0021], [0055] - [0067], [0072]<br>- [0075], [0087] - [0094] *<br>* Abbildungen 1-4 * | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC)<br><br>F04D<br>F24C<br>A21B<br>G01M<br>F16C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       | Abschlußdatum der Recherche<br><b>28. November 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Prüfer<br><b>Gombert, Ralf</b>                                                 |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                       | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                                                                |

# ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 18 8045

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2024

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | DE 102020127559 A1                                 | 21-04-2022                    | KEINE                             |                               |
| 15 | DE 102008009612 A1                                 | 27-08-2009                    | KEINE                             |                               |
|    | DE 102008047026 A1                                 | 25-03-2010                    | KEINE                             |                               |
| 20 | US 2021123938 A1                                   | 29-04-2021                    | EP 3816759 A1                     | 05-05-2021                    |
|    |                                                    |                               | US 2021123938 A1                  | 29-04-2021                    |
| 25 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 30 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 35 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- EP 1342414 A1 [0002]