



(11) **EP 3 608 469 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**30.08.2023 Patentblatt 2023/35**

(21) Anmeldenummer: **19186484.2**

(22) Anmeldetag: **16.07.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**D06F 58/38** <sup>(2020.01)</sup> D06F 103/00 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 103/08 <sup>(2020.01)</sup> D06F 103/38 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 105/28 <sup>(2020.01)</sup> D06F 103/32 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 103/34 <sup>(2020.01)</sup> D06F 103/44 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 103/52 <sup>(2020.01)</sup> D06F 103/54 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 105/30 <sup>(2020.01)</sup> D06F 105/32 <sup>(2020.01)</sup>  
D06F 58/02 <sup>(2006.01)</sup> D06F 58/26 <sup>(2006.01)</sup>  
D06F 34/26 <sup>(2020.01)</sup>

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**D06F 58/38**; D06F 34/26; D06F 58/02; D06F 58/26;  
D06F 2103/32; D06F 2103/34; D06F 2103/38;  
D06F 2103/54; D06F 2105/28; D06F 2105/30;  
D06F 2105/32

(54) **WÄSCHETROCKNER UND VERFAHREN ZUM TROCKNEN VON WÄSCHE MIT EINEM WÄSCHETROCKNER**

LAUNDRY DRYER AND METHOD FOR DRYING LAUNDRY WITH A LAUNDRY DRYER  
SÈCHE-LINGE ET PROCÉDÉ DE SÉCHAGE DU LINGE À L'AIDE D'UN SÈCHE-LINGE

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **06.08.2018 DE 102018213108**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.02.2020 Patentblatt 2020/07**

(73) Patentinhaber: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH 75038 Oberderdingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Bellm, Mathias 76698 Ubstadt-Weiher (DE)**  
• **Grill, Rebecca 75038 Oberderdingen (DE)**

• **Schaumann, Uwe 75038 Oberderdingen (DE)**  
• **Schmidt, Kay 75038 Oberderdingen-Flehing (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB Kronenstraße 30 70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 067 459 EP-A1- 3 246 454**  
**WO-A1-2016/170880 DE-A1- 4 243 594**  
**DE-A1-102015 217 667 JP-A- 2013 022 225**  
**US-A1- 2013 257 331**

**EP 3 608 469 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Anwendungsgebiet und Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wäschetrockner und ein Verfahren zum Trocknen von zu trocknender Wäsche mit einem Wäschetrockner.

**[0002]** Es sind verschiedene Bauarten für Wäschetrockner bekannt, wobei ganz üblich ein Wäschetrockner eine Trommel samt Antrieb, Luftzuführung und Luftabführung aufweist. Des Weiteren ist ein Lüfter vorgesehen, um aufgeheizte Luft in den Wäschetrockner zu blasen über die Luftzuführung. An der Luftabführung aus der Trommel abgeführte Luft wird dann entfeuchtet auf unterschiedliche Art und Weise. Zum Trocknen von Wäsche wird häufig stets die gleiche Menge an Wärme bzw. gleich warmer Luft in die Trommel eingeführt. Eine Feuchtemessung findet entweder in der Trommel statt oder in der aus der Trommel abgeführten Luft. Wird ein bestimmter gewünschter Trocknungsgrad erkannt, so wird definiert, dass das Ende des Trocknungsprozesses erreicht ist, und der Trockner stoppt.

**[0003]** Verschiedene Trockner, auch mit induktiver Beheizung, sind aus der DE 10 2016 110 871 A1, der EP 262 018 A2, der EP 240 052 A1, der DE 10 2016 110 883 A1, der DE 10 2009 026 646 A1 und der DE 10 2016 110 859 A1 bekannt.

**[0004]** Aus der EP 3 067 459 A1 ist ein Wäschetrockner bekannt mit einer Trommel und einem Trommelantrieb. Hierzu ist ein diskret ausgebildeter Trockensensor vorgesehen. Anhand dessen kann die Feuchtigkeit der in der Trommel befindlichen Wäsche bestimmt werden.

**[0005]** Aus der DE 42 43 594 A1 sind ein Wäschetrockner sowie ein Verfahren zur Steuerung bekannt, wobei eine Feuchtigkeitssensoreinheit einen diskreten Feuchtigkeitssensor aufweist, der an eine Trockentrommel angrenzend angeordnet ist. Damit kann direkt der Feuchtigkeitsgrad der Wäsche in der Trommel bestimmt werden.

**[0006]** Aus der DE 10 2015 217 667 A1 sind ein Wäschetrockner und ein Verfahren zu seinem Betrieb bekannt, bei denen in einer Luftführung von der Trommel weg ein diskreter Feuchtesensor neben einem Temperatursensor angeordnet ist. So kann über den diskreten Feuchtesensor die Luftfeuchtigkeit in der Abluft bestimmt werden.

**[0007]** Aus der WO 2016/170881 A1 ist ein Ventilator bekannt, der geförderte Luft beheizen kann. Dazu sind am Ventilgehäuse zwei Induktionsheizspulen angeordnet, die entsprechend angesteuert werden können. Sie können einen Teil des Rotors des Ventilators induktiv beheizen, der aus entsprechend geeignetem Material ausgebildet ist, beispielsweise aus Eisen. Dies kann beispielsweise für eine Grundplatte des Rotors vorgesehen sein.

**[0008]** Aus der US 2013/0257331 A1 ist es für einen allgemeinen Motor bekannt, dass sich abhängig von der Luftfeuchtigkeit ein Bauteil des Elektromotors so verän-

dert, dass sich eine Antriebscharakteristik ändert. Dies bezieht sich aber rein auf motorinterne Aspekte.

### Aufgabe und Lösung

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen eingangs genannten Wäschetrockner sowie ein eingangs genanntes Verfahren zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik gelöst werden können und es insbesondere möglich ist, das Trocknen von Wäsche schnell, effizient und auch möglichst wäscheschonend durchzuführen.

**[0010]** Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Wäschetrockner mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für den Wäschetrockner oder nur für das Verfahren erläutert. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für den Wäschetrockner als auch für das Verfahren selbständig und unabhängig voneinander gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

**[0011]** Ein Wäschetrockner gemäß der Erfindung weist eine Trommel auf, um zu trocknende Wäsche aufzunehmen, sowie einen Antriebsmotor für die Trommel. Eine Luftabführung hin zu der Trommel sowie eine Luftabführung weg von der Trommel sind vorgesehen. Vorteilhaft sind dies Kanäle mit großem Querschnitt, wie dies an sich üblich ist. Ein Lüfter zur Erzeugung eines Luftstroms ist vorgesehen, um den Luftstrom zu der Trommel hinzubewegen durch die Luftzuführung. Derselbe Lüfter saugt dabei Luft aus der Trommel ab bzw. von der Trommel weg durch die genannte Luftabführung. Der Lüfter weist einen eigenen Lüfterantrieb auf, der grundsätzlich ganz allgemeiner Art sein kann.

**[0012]** Des Weiteren sind Heizmittel zum Aufheizen des Luftstroms vorgesehen, was für die Trockenfunktion ja essentiell ist. Es sind Temperaturerfassungsmittel vorgesehen, um die Temperatur der in die Trommel zugeführten Luft oder, alternativ, der aus der Trommel abgeführten Luft zu erfassen. Es kann auch vorgesehen sein, in beiden Fällen die Temperatur der Luft zu erfassen. Außerdem sind Feuchtigkeitserfassungsmittel vorgesehen, um entsprechend eine Feuchtigkeit der in die Trommel zugeführten Luft und/oder der aus der Trommel abgeführten Luft zu erfassen. Erfindungsgemäß wird auf alle Fälle die Feuchtigkeit von Luft gemessen, die aus der Trommel abgeführt wird, um so Informationen zu erhalten, wie viel Feuchtigkeit noch in der Trommel vorhanden ist bzw. wie feucht die Wäsche noch ist. In ähnlicher Form kann die Temperatur erfasst werden.

**[0013]** Der Wäschetrockner weist eine Steuerung auf, die einerseits einen Speicher aufweist, in dem mindestens eine Vorgabekurve für den Verlauf von Temperatur und/oder Feuchtigkeit über der Zeit für ein bestimmtes

Trockenprogramm von Wäsche abgespeichert ist. Dieses Trockenprogramm kann an die Art der Wäsche bzw. deren hauptsächlich Faseranteil angepasst sein sowie an einen Benutzerwunsch, ob ein Trocknen schonend oder schnell erfolgen soll. Andererseits weist die Steuerung auch Rechenmittel auf, die dazu ausgebildet sind, um während eines Trockenprogramms je nach Trocknungsphase in der Wäsche innerhalb dieses Trockenprogramms aktuell erfasste Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit mit einer vorgenannten Vorgabekurve zu vergleichen. So kann bestimmt werden, an welchem Arbeitspunkt der Vorgabekurve sich das Trockenprogramm befindet. Dazu werden eben die aktuell erfassten Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit verwendet. Entweder ist nur eine Vorgabekurve vorgesehen, dann kann direkt der Arbeitspunkt innerhalb dieser Vorgabekurve bestimmt werden. Alternativ können auch für dieses bestimmte Trockenprogramm mehrere unterschiedliche Vorgabekurven vorgesehen sein, beispielsweise abhängig von der Beladungsmenge. Dann kann ebenfalls durch Vergleichen mit den erfassten Werten die am besten passende Vorgabekurve ermittelt werden, und dann innerhalb dieser Vorgabekurve der Arbeitspunkt bestimmt werden.

**[0014]** Die Steuerung ist dazu ausgebildet, anhand des bestimmten Arbeitspunkts das weitere Trockenprogramm zu beeinflussen bzw. das weitere Trockenverfahren. Insbesondere kann es dabei optimiert werden, wozu die Temperatur des Luftstroms durch Beeinflussung der Heizmittel angepasst bzw. geändert werden kann. Zusätzlich oder alternativ kann die Stärke des Luftstroms durch Beeinflussung des Lüfters angepasst werden, also Luft stärker oder weniger stark zu der Trommel zugeführt bzw. darin eingblasen werden.

**[0015]** Die Steuerung kann auch eine Trommelbewegung bzw. den Antriebsmotor für die Trommel separat und beliebig bewirken bzw. steuern. So kann durch Anpassen der Trommelbewegung ein genanntes Verfahren zur Ermittlung von Temperatur und/oder Feuchtigkeit der Wäsche optimal unterstützt werden.

**[0016]** Insbesondere ist es somit mit der Erfindung möglich, das Trockenprogramm im weiteren Verlauf hinsichtlich Temperatur und/oder Stärke des Luftstroms zu beeinflussen, um vorteilhaft während der Dauer des letzten Viertels des Trockenprogramms die Temperatur des Luftstroms zu der Trommel unter den Durchschnitt der bislang verwendeten Temperatur des Luftstroms zu senken. Dazu ist es eben von Bedeutung, zu wissen, an welchem Arbeitspunkt der Vorgabekurve sich das Trockenprogramm befindet. Die Temperatur kann besonders vorteilhaft mindestens 5°C unter diesen Durchschnitt gesenkt werden, möglicherweise sogar mindestens 15°C bis zu 20°C gesenkt werden. Des Weiteren sollte die Stärke des Luftstroms zu der Trommel über den Durchschnitt der bislang verwendeten Stärke des Luftstroms erhöht werden, vorteilhaft mindestens um 20 % erhöht werden, besonders vorteilhaft mindestens um 50 %. Damit kann in dieser Ausgestaltung der Erfindung

die Erkenntnis umgesetzt werden, dass während des letzten Viertels des Trockenprogramms die Wäsche schon zu einem guten Teil oder weitgehend trocken ist und im äußeren Bereich bzw. in den Außenschichten sehr warm ist. Ein weiteres oder fortgesetztes Erwärmen bringt hier nur wenig oder nichts, so dass durch das Absenken der Temperatur der zugeführten Luft Energie gespart werden kann und zusätzlich die Wäsche geschont werden kann. Vielmehr wird dann durch das verstärkte Einblasen von Luft am Ende des Trocknens die Feuchtigkeit von der ohnehin stark erwärmten Wäsche besser abgeführt.

**[0017]** Bei der Lufttrocknung erfolgt das Verdunsten des Wassers bzw. der Feuchtigkeit aus der Wäsche mit Hilfe von warmer, trockener Luft. Diese wird zugeführt, gibt Wärme zum Verdunsten der Feuchtigkeit an die Wäsche ab und nimmt dabei die Feuchtigkeit aus der Wäsche auf. Anschließend wird die feuchte Luft abgeführt.

**[0018]** Das Trocknen im Wäschetrockner erfolgt vorwiegend durch Lufttrocknung. Im Wäschetrockner sind Temperatur, Luftdurchsatz und Trommelbewegung so aufeinander abgestimmt, dass ein gleichbleibend gutes Trocknungsergebnis erreicht wird. Zusätzlich könnte möglicherweise eine Kontakttrocknung vorgesehen sein, vorzugsweise durch Beheizung der Trommel.

**[0019]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann zu Beginn des Trockenprogramms, insbesondere während des ersten Drittels oder des ersten Viertels der veranschlagten Dauer, die Stärke des Luftstroms abgesenkt werden und dafür dessen Temperatur erhöht werden. So kann die zu trocknende Wäsche, die noch sehr feucht ist bzw. nahezu die Anfangsfeuchte aufweist, möglichst rasch erwärmt werden, damit dann die Feuchtigkeit an der Materialoberfläche besser verdampfen kann.

**[0020]** Um für die Luftzuführung eine möglichst gute Wirkung zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass sie maximal 10 % des Durchmessers der Trommel unterhalb deren höchster Stelle vorgesehen ist. Vorteilhaft kann die Luftzuführung sogar an der höchsten Stelle der Trommel vorgesehen sein. So ist sichergestellt, dass die Luftzuführung nicht direkt durch Wäsche verdeckt oder unabsichtlich abgedichtet wird. Des Weiteren kann für den Fall, dass an der Luftzuführung auch Luft abgesaugt wird zur Erfassung der Temperatur und/oder der Feuchtigkeit der Luft in der Trommel, diese Erfassung möglichst wenig von nahe daran befindlicher Wäsche behindert wird.

**[0021]** Bei der Erfindung wird mehrfach in zeitlichem Abstand die Lüfterrichtung bzw. die Richtung des Luftstroms umgekehrt. Dann kann Luft aus der Trommel in die Luftzuführung hinein abgesaugt werden, und zwar nicht an der Luftabführung, sondern an der Luftzuführung abgesaugt werden. Daraus werden Informationen über die Abluft bzw. die Luft aus der Trommel erhalten. Dies sind erfindungsgemäß Informationen bezüglich Feuchtigkeit der Abluft, was verwendet werden kann für die vorgenannte Bestimmung des Arbeitspunkts an einer Vorgabekurve bzw. für die Bestimmung der Vorgabekur-

ve selbst. Ggf. sind dies auch Informationen bezüglich Temperatur der Abluft. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Temperaturerfassungsmittel und die Feuchtigkeitserfassungsmittel in der Luftzuführung nahe zu der Trommel angeordnet sind. Dies wird nachfolgend noch näher erläutert.

**[0022]** Bevorzugt ist der Lüfter nahe an der Trommel angeordnet. Ein Abstand kann maximal 50 cm von der Trommel betragen, vorzugsweise maximal 30 cm oder sogar nur 20 cm.

**[0023]** Während im Stand der Technik der Lüfter üblicherweise vom Trommelantrieb angetrieben wird, und somit aufgrund einer vorgegebenen stets gleichen Drehzahl der Trommel auch der Lüfterantrieb stets gleich ist, was eine Variation der Stärke des Luftstroms verhindert, ist der Lüfterantrieb in vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ein eigener Antrieb, der nur für den Lüfter vorgesehen ist. Besonders vorteilhaft bildet der Lüfterantrieb zusammen mit dem Lüfter eine Baueinheit. Für die Ansteuerung des Lüfterantriebs ist eine geeignete Leistungselektronik vorgesehen, die den Lüfterantrieb vorteilhaft stufenlos verstellen kann. Dies ist aber im Stand der Technik bekannt und keinerlei Problem.

**[0024]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Lüfter einen induktiv beheizbaren Lüfterrotor auf, der so ein Heizmittel zum Aufheizen des Luftstroms für die Trommel bildet. Der Lüfterrotor kann dazu mehrere Lüfterschaufeln aufweisen, wobei mindestens eine Lüfterschaufel zumindest teilweise aus mittels eines Magnetfelderzeugungsmittels beheizbarem Material besteht oder solches Material aufweist. Dieses Material ist vorzugsweise in einem radial äußeren Bereich des Lüfterrotors bzw. der Lüfterschaufeln vorgesehen, wodurch es möglichst nahe zu den genannten Magnetfelderzeugungsmitteln angeordnet sein kann. Es kann vorgesehen sein, eine Lüfterschaufel vollständig aus einem solchen Material auszubilden. Bei induktiver Beheizung dieser Lüfterschaufel kann somit die davon geförderte Luft möglichst gut erwärmt werden.

**[0025]** Die Magnetfelderzeugungsmittel sind bevorzugt benachbart zum Lüfterrotor angeordnet und/oder können diesen zumindest teilweise umgeben. Dabei können sie auch in oder an einem Lüftergehäuse angeordnet sein. Ein Beispiel für einen solchen induktiv beheizbaren Lüfter ist bekannt aus der DE 102017210527.5 derselben Anmelderin mit Anmeldetag vom 22. Juni 2017. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel mindestens eine Induktionsspule auf oder ist eine solche Induktionsspule. Vorteilhaft ist für einen Lüfter eine einzige Induktionsheizspule vorgesehen. Sie kann je nach Ausbildung des Lüfters bzw. Lüfterrotors radial außerhalb des Lüfterrotors um den Lüfterrotor herum aufgewickelt sein, so dass ihre Spulenachse mit der Drehachse des Lüfterrotors zusammenfällt. Alternativ können mehrere Induktionsspulen um den Lüfterrotor herum benachbart zueinander angeordnet sein, so dass ihre Spulenachsen senkrecht zur Achse des Lüfterrotors verlaufen

und auf diese zu weisen.

**[0026]** In diesem Fall ist es vorteilhaft möglich, dass die Temperaturerfassungsmittel den Lüfterrotor und die Magnetfelderzeugungsmittel in Form der Induktionsspule umfassen. Aus der Ansteuerung der Induktionsspule kann die Temperatur der induktiv beheizbaren Lüfterschaufel bzw. des induktiv beheizbaren Lüfterrotors erkannt werden und damit auch die Temperatur des vom Lüfter erzeugten Luftstroms bzw. der geförderten Luft. Eine solche induktive Temperaturmessung ist dem Fachmann allgemein für Induktionsheizungen bekannt, beispielsweise aus dem Bereich von Induktionskochfeldern samt Induktionsheizspulen. Zum einen kann somit die Temperatur von in die Trommel eingeblasener Luft erfasst werden zur Regelung der Heizmittel auf eine gewünschte Temperatur. Zum anderen kann bei Reversieren der Drehrichtung des Lüfterrotors und des Luftstroms die Temperatur der direkt aus der Trommel abgesaugten Luft gemessen werden. Somit kann sozusagen nahezu direkt die Temperatur erfasst werden, die in der Trommel herrscht.

**[0027]** Somit kann bei dieser Ausgestaltung das Heizmittel zum Aufheizen des Luftstroms gleichzeitig die Temperaturerfassungsmittel bilden. Durch das Verwenden des Lüfters bzw. des Lüfterrotors zur Temperaturmessung kann ein separater Temperatursensor eingespart werden.

**[0028]** Alternativ können separate diskrete Temperatursensoren vorgesehen sein, die vorteilhaft in der Luftzuführung nahe der Trommel angeordnet sind, damit die Temperatur der Luft möglichst schnell und unmittelbar nach Absaugen aus der Trommel gemessen werden kann. Diese diskreten Temperatursensoren können dann aber auch an der Luftabführung von der Trommel nahe an der Trommel vorgesehen sein. Dann können grundsätzlich beliebige Heizmittel vorgesehen sein, es kann sogar eine induktive Beheizung des Lüfterrotors in vorbeschriebener Ausgestaltung vorgesehen sein mittels mindestens eines Permanentmagneten. Dieser kann alleine oder zusammen mit weiteren Permanentmagneten nahe dem Lüfterrotor angeordnet sein in einer Form ähnlich den zuvor beschriebenen Induktionsspulen zur induktiven Beheizung des Lüfterrotors. Dann kann auf einen aufwendigen Induktionsgenerator für die vorgenannten Induktionsspulen verzichtet werden, was den Bauteilaufwand deutlich senkt.

**[0029]** Grundsätzlich kann ein Magnetfelderzeugungsmittel für einen induktiv beheizbaren Lüfterrotor außerhalb eines Lüftergehäuses bzw. außerhalb der Luftzuführung angeordnet sein. So wird ein Luftstrom möglichst wenig beeinträchtigt.

**[0030]** Ein solches Magnetfelderzeugungsmittel kann in radialer Erstreckung außerhalb des Lüfterrotors verlaufen, vorzugsweise nur auf axialer Höhe des Lüfterrotors und nicht darüber oder nicht darunter.

**[0031]** Bei der Erfindung sind die eingangs genannten Feuchtigkeitserfassungsmittel im oder durch den Lüfter realisiert bzw. umfassen den Lüfter und seinen Antrieb.

Aus der Ansteuerung des Lüfterantriebs ist nämlich die Feuchtigkeit der geförderten Luft bestimmbar. Dabei wird der Umstand genutzt, dass bei hoher Feuchtigkeit in der vom Lüfter bewegten Luft ein hohes Drehmoment vom Antrieb erbracht werden muss, während bei geringer Feuchtigkeit in der vom Lüfter bewegten Luft ein geringeres Drehmoment erbracht werden muss. Dies liegt einfach daran, dass die spezifische Dichte im ersten Fall höher ist als im zweiten Fall, so dass im ersten Fall mehr Leistung bzw. ein höheres Drehmoment vom Lüfterantrieb zu erbringen ist. Bei normalem Betrieb des Lüfters zum Fördern von Luft über die Luftzuführung in die Trommel hinein ist eine solche Erfassung der Feuchtigkeit in der Luft nicht notwendig. Im Falle beispielsweise eines Kondensationstrockners wird hier die Feuchtigkeit üblicherweise relativ gering sein. Vielmehr wird mit dieser Möglichkeit beim vorgenannten Umkehren der Lüfterrichtung bzw. der Richtung des Luftstroms die Feuchtigkeit in der aus der Trommel abgesaugten Luft erfasst. Da ohnehin ein eigener Lüfterantrieb samt eigener Ansteuerung vorgesehen ist, wird dieser auch gleich als Feuchtigkeitserfassungsmittel verwendet. Dann kann auf separate Feuchtigkeitserfassungsmittel verzichtet werden. Zur Bewertung, ob ein hohes oder ein geringes Drehmoment vom Lüfterantrieb zu erbringen ist, wird vorteilhaft eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung im Lüfterantrieb überwacht. So kann die Höhe des genannten Drehmoments bestimmt werden, wobei dieser Zusammenhang grundsätzlich dem Fachmann bekannt ist.

**[0032]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Trommel des erfindungsgemäßen Wäschetrockners innen frei von Sensoren. So kann sie vereinfacht ausgebildet werden mit erhöhter Betriebssicherheit, da eben keine Sensoren kaputt gehen können. Möglicherweise weist die Trommel auch an ihrer Außenseite keine Sensoren auf, wodurch sie auch diesbezüglich einfach und zuverlässig ausgebildet sein kann.

**[0033]** Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelnen Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0034]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfin-

dungsgemäßen Wäschetrockners mit induktiv beheiztem Lüfter samt separatem Lüfterantrieb,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung einer alternativen Ausgestaltung einer Luftzuführung mit Abzweig zu einem separaten Auslass aus einem Gehäuse,

Fig. 3 eine Darstellung von Verläufen von Trocknungsparametern über der Zeit,

Fig. 4 eine Darstellung von Verläufen der Feuchtigkeit der Luft und der Wäsche über der Zeit mit vier Phasen und

Fig. 5 eine Darstellung von Verläufen der Temperatur der in eine Trommel des Wäschetrockners eingebrachten Luft und der Wäsche über der Zeit mit vier Phasen.

### Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0035]** In der Fig. 1 ist dargestellt, wie ein Wäschetrockner 11 gemäß der Erfindung grundsätzlich aufgebaut sein kann. Der Wäschetrockner 11 weist ein Gehäuse 12 auf mit einer Trommel 14, die in einer Trommelaufnahme 18 angeordnet ist. Die Trommel 14 kann von einem Trommelantrieb 15 mittels eines Antriebsriemens 16 angetrieben werden, wie dies grundsätzlich bekannt ist. Die Trommel 14 läuft dabei üblicherweise mit einer einzigen möglichen Umlaufgeschwindigkeit um, die dann auch konstant bleibt. Dies kann jedoch auch variiert werden. Die Trommel 14 weist hier keinerlei Sensoren odgl. auf, insbesondere nicht für Temperatur oder Feuchtigkeit.

**[0036]** Oben rechts geht eine kanalartige Luftzuführung 20 an die Trommelaufnahme 18 heran, wie dies an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Diese hoch gelegene Position ist wichtig und vorteilhaft, wie zuvor erläutert worden ist. In der Luftzuführung 20 ist ein Lüfter 21 samt Lüfterrotor 22 und Lüfterantrieb 24 angeordnet, vorteilhaft als Baueinheit. Der Lüfterrotor 22 ist, wie eingangs erläutert worden ist, aus induktiv beheizbarem Material, vor allem die einzelnen Rotorblätter sind dies. Somit kann er von zwei außerhalb der Luftzuführung 20 dem Lüfterrotor 22 gegenüberliegend und diesen umgebend angeordneten Induktionsspulen 26a und 26b induktiv beheizt werden. Auch dies ist aus dem Stand der Technik bekannt. Die Beheizung kann variiert werden abhängig von der Stärke des von den Induktionsspulen 26a und 26b erzeugten Magnetfelds sowie auch abhängig von der Drehzahl des Lüfterrotors 22. Ein derartiger Lüfter 21, der induktiv beheizt werden kann, ist ja bekannt.

**[0037]** Der Trommelantrieb 15, der Lüfterantrieb 24 und die Induktionsspulen 26a und 26b sind mit einer Steuerung 28 des Wäschetrockners 11 verbunden. Diese führt das eingangs erläuterte Verfahren sowie den sonstigen Betrieb des Wäschetrockners durch. Die Steuerung 28 weist vorteilhaft einen entsprechend ausgebildeten Prozessor auf.

**[0038]** Außerdem ist an der Trommelaufnahme 18 links oben noch eine Luftabführung 40 angeordnet, die zu einem Kondensator 42 führt, indem auf bekannte Art und Weise Wasser aus der feuchten Luft abgeschieden wird, die aus der Trommel 14 abgesaugt wird. Es ist zu erkennen, dass Trommel 14, Luftabführung 40 und Luftzuführung 20 eine Art Kreislauf bilden, wobei die Luft darin entgegen dem Uhrzeigersinn sozusagen bewegt oder umgewälzt wird. Diese Lüftungsrichtung entspricht dem normalen üblichen Trockenbetrieb. Anstelle des Kondensators 42 in der Luftabführung 40 kann der Wäschetrockner 11 auch eine Wärmepumpe benutzen oder auf sonstige Art und Weise die aus der Trommel 14 an der Luftabführung 40 abgesaugte Luft entfeuchten.

**[0039]** Die Steuerung 28 ist dazu ausgebildet, anhand der Ansteuerung der Induktionsspulen 26a und 26b die Temperatur des Lüfterrotors 22 bzw. der daran vorhandenen induktiv beheizbaren Teile zu ermitteln. Damit kann indirekt die Temperatur von daran vorbeiströmender Luft erfasst werden, was auch im normalen Heizbetrieb von Vorteil oder sogar notwendig ist. Des Weiteren steuert die Steuerung 28 den Lüfterantrieb 24 des Lüfters 21 an, so dass sie dessen aufzubringende Leistung kennt oder ermitteln kann. Daraus kann, wie eingangs erläutert worden ist, auf die Feuchtigkeit in der transportierten Luft geschlossen werden. Schließlich kann die Steuerung 28 vorteilhaft einen Umrichter bzw. Inverter für den Lüfterantrieb 24 enthalten bzw. als Baueinheit damit ausgebildet sein. Ebenso kann sie zur Ansteuerung der Induktionsspulen 26a und 26b einen Induktionsgenerator aufweisen bzw. eine Baueinheit damit bilden. Somit könnte in einer Ausgestaltung der Erfindung eine zentrale Steuereinheit vorgesehen sein, die die vorgenannten Steuerungsfunktionen und eine Leistungsversorgung übernimmt.

**[0040]** Die Steuerung kann auch eine Kombination aus einem Inverter und einem Controller bzw. Mikrocontroller und Messmitteln sein, beispielsweise einer Strom-Messspule oder einem Strom-Shunt. Es kann auch eine Nulldurchgangs-Erkennung vorgesehen sein. In der Fig. 2 ist in Vergrößerung ein alternativer Wäschetrockner 111 als Variation dargestellt, der in seinem Gehäuse 112 einen zusätzlichen Auslass 130 aufweist. Dieser Auslass 130 mündet an einen Abzweig 132, der oben von der Luftzuführung 120 abgeht bzw. mit dieser verbunden ist. Er wird durch eine Abzweigklappe 134 verschlossen, die von einem Klappenaktor 136 nach unten geöffnet und nach oben geschlossen werden kann, also bewegt werden kann. Der Klappenaktor 136 kann ein Stangenantrieb sein, alternativ ein Elektromagnet odgl..

**[0041]** An einem Lüfter 121 ist auf derselben Welle, auf der auch ein größerer erster Lüfterrotor 122 sitzt, ein kleinerer zweiter Lüfterrotor 123 befestigt. Der zweite Lüfterrotor 123 ist zum Fördern von Luft bei entgegengesetzter Drehrichtung wie der erste Lüfterrotor 122 ausgebildet. Dreht der Lüfterantrieb 124 also in seiner normalen Richtung, so fördert der erste Lüfterrotor 122 Luft durch die Luftzuführung 120 gemäß dem großen Pfeil in die Trommelaufnahme 118 und somit auch in die Trom-

mel 114 entsprechend dem normalen Betrieb. Durch Induktionsspulen 126a und 126b kann er auf vorbeschriebene Art und Weise beheizt werden, um so die geförderte Luft zu heizen für den Trocknerbetrieb. Der zweite Lüfterrotor 123 kann ebenfalls teilweise oder ganz aus induktiv beheizbarem Material bestehen. Wenn nämlich der Lüfterantrieb 124 in der entgegengesetzten Drehrichtung dreht, für die der zweite Lüfterrotor 123 ausgelegt ist, so wird der Luftstrom entsprechend dem dünneren Pfeil erzeugt und Luft wird aus der Trommel 114 in die Luftzuführung 120 abgesaugt. Bei nach unten geöffneter und gestrichelt dargestellter Abzweigklappe 134 strömt diese Luft nach oben durch den Auslass 130, hier beispielsweise aus dem Gehäuse 112 heraus. Alternativ könnte sie auch über eine Rückführung zurück in den Kanal der Luftabführung 40 geführt werden, wodurch der Austritt von Flusen reduziert bzw. vermieden werden kann. Diese Luft aus der Trommel 114 muss natürlich nicht beheizt werden, hier dient die Heizfunktion mittels der Induktionsspulen 126a und 126b dazu, auf diese Art und Weise die Temperatur dieser abgesaugten Luft zu erfassen. Dies erfolgt wie eingangs erläutert anhand der Betriebswerte der Induktionsspulen 126a und 126b. In dieser zweiten entgegengesetzten Förderrichtung kann der erste Lüfterrotor 122 wirkungslos sein, möglicherweise kann er zwar zur Luftförderung in dieser Richtung beitragen, es ist aber nicht notwendig. Hierfür ist schließlich der zweite Lüfterrotor 123 vorgesehen.

**[0042]** Ist entsprechend der Fig. 1 nur ein einziger Lüfterrotor 22 vorgesehen am Lüfter 21, so sollte dieser für einen Betrieb in beide Richtungen ausgebildet sein. Für das Einblasen von Luft durch die Luftzuführung 20 in die Trommel 14 kann ein erheblich besserer Wirkungsgrad vorgesehen sein, es sollte aber zumindest grundsätzlich auch in die andere Richtung möglich sein. Durch den jeweils von dem Trommelantrieb 15 unabhängigen Lüfterantrieb 24 bzw. 124 kann der Lüfter 21 bzw. 121 beliebig und eigenständig betrieben werden.

**[0043]** Das Absaugen von Luft aus der Trommel 114 zum Erfassen der Temperatur dieser Luft muss nicht lange dauern, es kann beispielsweise nur für 2 Sekunden bis 10 Sekunden vorgesehen sein.

**[0044]** Gleichzeitig mit dem Erfassen der Temperatur der abgesaugten oder abgeführten Luft aus der Trommel 114 kann durch Überwachen des Lüfterantriebs 124 und dessen Betriebswerten auch allgemein die Momentanleistung des Lüfterantriebs 124 erfasst werden. Aus dieser kann, wie zuvor erläutert worden ist, die Feuchtigkeit der abgesaugten Luft und somit innerhalb der Trommel 114 bestimmt werden. Je mehr Leistung der Lüfterantrieb 124 zum Absaugen aufbringen muss bei einer bestimmten Drehzahl, desto feuchter ist diese Luft. Desto feuchter ist dann wohl auch noch die Wäsche in der Trommel 114.

**[0045]** Eine Bestimmung der Feuchtigkeit der aus der Trommel abgeführten Luft, möglicherweise auch der in die Trommel 114 zugeführten Luft, erfolgt vorteilhaft mittels Bestimmung einer Phasenverschiebung im Lüfterantrieb 124, da sich das notwendige Drehmoment ändert

mit der Abhängigkeit der Viskosität der Luft von ihrem Feuchtegehalt. Luft mit einem hohen Feuchtegehalt ist einfach schwerer zu fördern als trockene Luft. Eine entsprechende Referenz in der Steuerung oder eine vorherige "Kalibrierung" bei trockener Luft lässt diese Bestimmung zu. Eine solche Messung kann bei dem in Fig. 2 dargestellten doppelten Lüfter 121 gut durchgeführt werden. Dabei wird die Differenz zwischen Absaugen der Luft aus der Trommel 114 und Einblasen von Luft in die Trommel vermessen. Aus der Differenz können sich nützliche Informationen über diesen Vorgang gewinnen lassen.

**[0046]** Die Erwärmung der Luft über den induktiv erwärmten Lüfterrotor 22 bzw. 122 oder 123 erlaubt parallel eine Auswertung der Energie, die von den Induktionsspulen 126a und 126b aufgenommen wird. An einem nicht dargestellten Induktionsgenerator ist der Verlauf der aufgenommenen Energie über entsprechende Steuergrößen erkennbar, was einen Aufschluss über die Temperatur der Lüfterrotoren ergibt, da ein Vergleich mit vorhandenen Kennlinien möglich ist. Eine dynamische elektromagnetische Anregung der Induktionsspulen 126a und 126b kann weiteren Aufschluss über die Temperatur der Luft geben. Wird eine Regelung auf den Energieeintrag bzw. die Leistungsabgabe an die Induktionsspulen 126a und 126b vorgenommen mit dem Ziel, keine Erwärmung der Luft vorzunehmen, sondern den Lüfterrotor auf der Temperatur der geförderten Luft zu halten, dann kann die Änderung im Vergleich mit bekannten Kennlinien auch einen Hinweis auf die Feuchtigkeit der Luft bzw. deren Änderung geben.

**[0047]** Die Kombination der beiden Informationen der Erfassung der Feuchtigkeit und der Temperatur erlaubt eine Prozessführung unabhängig von einer direkten Temperaturmessung, da bekannte Kennwerte aufgenommen und mit den tatsächlichen im Prozess vorhandenen verglichen werden können. Somit ist eine prozessorientierte Regelung auf die Parameter Feuchtigkeit und ideale Lufttemperatur möglich. Bekannte Parameter wie Außentemperatur und Druck, die hier mit Sensoren gemessen werden, können die Regelung zusätzlich unterstützen. Insbesondere können die Einflüsse der Wäsche, die sehr zufällig sind aufgrund deren unterschiedlicher Zusammensetzung, schneller erkannt werden, da weitere Parameter wie Trommelbewegung und damit Wäschebewegung in die Bewertung der Messergebnisse einfließen können.

**[0048]** In der Fig. 3 sind verschiedene Verläufe von Parametern über der Zeit  $t$  dargestellt. Der Verlauf 1 ist die relative Feuchtigkeit bzw. Feuchte der Wäsche. Der Parameter 2 im darunterliegenden Diagramm ist der Massestrom der entfernten Feuchtigkeit, angegeben in  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ . Der Parameter des Verlaufs 3 ist die Oberflächentemperatur  $T_{\text{WO}}$  der Wäsche. Der Verlauf 4 des entsprechenden Parameters zeigt die Kerntemperatur  $T_{\text{WK}}$  der Wäsche, und der Verlauf 5 ist die Temperatur  $T_1$  der zugeführten Luft. Sämtliche Temperaturen sind in  $^{\circ}\text{C}$  angegeben.

**[0049]** In Abschnitt I erfolgt die Erwärmung der Wäsche und Verdampfung der Feuchte an der Materialoberfläche. Die Trocknungsintensität ist nicht groß, denn einerseits wird die übertragene Wärme nicht nur zur Verdampfung der Feuchte, sondern vor allem auch zur Erwärmung der gesamten Wäsche benötigt. Andererseits bremst die durch die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Kern zunehmende Thermofeuchte-Leitfähigkeit die Entfernung der Feuchtigkeit.

**[0050]** Eine Definition der Thermofeuchte-Leitfähigkeit ist so, dass sich der Feuchtegehalt der Wäsche während des Trocknens ständig ändert. Es entsteht dadurch zwischen Textiloberfläche, von der Feuchte kontinuierlich entfernt wird, und den inneren Schichten der Wäschestücke ein Konzentrationsgefälle, welches in Folge einen Feuchtetransport von Orten größerer zu Orten niedriger Feuchtekonzentration entsprechend einer Feuchtediffusion, auch als Feuchteleitfähigkeit bezeichnet, bewirkt. Die Feuchte wird daher zur Oberfläche der Wäsche oder zum Ort der Verdampfungsgrenze transportiert, dort in Dampf überführt, der sich mit der erwärmten Luft vermischt, und in die Umgebung abgeführt. Dabei bewegt sich die Verdampfungsgrenze im Verlauf des Trocknungsprozesses oder Trockenprogramms von der Oberfläche der Wäsche in das Innere der Wäsche hinein.

**[0051]** Da für die Verdampfung Wärme zugeführt wird, erfolgt außer der Entfernung der Feuchte auch eine Erwärmung des zu trocknenden Materials. Durch die Wärmezufuhr über die Oberfläche entsteht eine Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und den inneren Schichten bzw. dem Kern.

**[0052]** Aufgrund von Effekten, die mit der Bindung von Flüssigkeiten in Kapillaren zusammenhängen, hat Feuchtigkeit die Tendenz, von Orten höherer zu Orten niedrigerer Temperatur zu wandern. Diese Erscheinung wird Thermo-Feuchtigkeit genannt. Ist die Oberflächentemperatur größer als die Kerntemperatur, haben die Vektoren der Feuchteleitfähigkeit und der Thermofeuchte-Leitfähigkeit unterschiedliche Vorzeichen, d.h. der Trocknungsprozess verlangsamt sich. Mit zunehmendem Durchwärmen des Trocknungsguts als Verringerung des Temperaturgradienten verringert sich der Einfluss der Thermofeuchte-Leitfähigkeit. Mit zunehmender Erwärmung der Wäsche verringert sich auch die Temperaturdifferenz über den Querschnitt der Wäsche, was zu einer Zunahme der Trocknungsgeschwindigkeit führt.

**[0053]** In Abschnitt II ist die Trocknungsgeschwindigkeit konstant. Die Temperatur von Oberfläche und inneren Schichten bzw. Kern unterscheiden sich nur wenig und unterliegen nur geringen Veränderungen. Es stellt sich ein stationärer Zustand ein, der Einfluss der Thermofeuchte-Leitfähigkeit entfällt, und der Trocknungsvorgang wird ausschließlich durch die Feuchteleitfähigkeit bestimmt.

**[0054]** In Abschnitt III nimmt die Trocknungsgeschwindigkeit wieder ab. Die Verdampfungsgrenze bewegt sich mit zunehmender Erwärmung von der Oberfläche in die inneren Schichten bzw. den Kern der Wäsche. Die über

die Luft zugeführte Wärme wird nicht mehr nur oder überwiegend zur Verdampfung der Feuchte, sondern in zunehmendem Maße zur Erwärmung der Wäsche verwendet. In Abschnitt III ist die Partialdruckdifferenz zwischen den inneren und äußeren Schichten der Wäsche für den Feuchtetransport zur Wäscheoberfläche entscheidend. Am Ende von Abschnitt III ist die Entfernung der Feuchte aus der Wäsche beendet, die Wäschetemperatur nähert sich der Temperatur der Luft. Insgesamt hängt die Trocknungsgeschwindigkeit von den Bedingungen der Wärmeübertragung an der Wäscheoberfläche und der Entfernung des Wasserdampfes von der Verdampfungsgrenze ab.

**[0055]** In der Fig. 4 ist mit Dreiecken markiert der zeitliche Verlauf der Feuchtigkeit  $f_L$  in der Luft wie er gemessen worden ist während eines Trocknungsprozesses. Während der Phase 1 für die ersten 9 Minuten steigt diese Feuchtigkeit der Luft stark an auf nahezu 100 %. Auf diesem hohen Wert verbleibt sie während der Phase 2 für noch einmal etwa 12 Minuten. Während der Phase 1 nimmt der durch Rechtecke markierte zeitliche Verlauf der Feuchtigkeit  $f_W$  der Wäsche nur leicht ab. Diese Feuchtigkeit  $f_W$  der Wäsche ist experimentell für dieselbe Zeit bestimmt worden und kann nicht direkt mit dem Wäschetrockner gemäß Fig. 1 oder Fig. 2 erfasst werden. Während der Phase 2 nimmt die Feuchtigkeit  $f_W$  der Wäsche stark ab, was nicht verwundert, da ja die während dieser Phase abgeführte Luft maximal oder nahezu maximal gesättigt ist, siehe die Feuchtigkeit  $f_L$ .

**[0056]** In der sich dann anschließenden Phase 3, die etwa 20 Minuten dauert, nimmt die Feuchtigkeit  $f_W$  zwar noch ab, diese Abnahme flacht aber ab. Dementsprechend nimmt auch die Feuchtigkeit  $f_L$  stark ab. Während der letzten Phase 4, die etwa 5 Minuten lang dauert, kann kaum noch Feuchtigkeit in die Luft abgeführt werden, die Wäsche ist aber trocken oder völlig trocken, da ihre Feuchtigkeit  $f_W$  null erreicht oder sogar leicht darunter liegt.

**[0057]** In Fig. 5 ist entsprechend zu Fig. 4 in die vier Phasen aufgeteilt ein Verlauf für die Temperatur  $T_L$  der abgeführten Luft mit Dreiecken dargestellt während desselben Trocknungsprozesses. Ebenso ist ein Verlauf für die Temperatur  $T_W$  der Wäsche mit Rechtecken dargestellt. Er entspricht in etwa der Kerntemperatur  $T_{WK}$  des Verlaufs 4 in Fig. 3. Die Temperatur  $T_W$  der Wäsche ist wie zuvor die Feuchtigkeit  $f_W$  der Wäsche experimentell bestimmt worden.

**[0058]** Es ist zu erkennen, dass in der Phase 1 die Temperatur  $T_L$  schnell erhöht wird auf etwa 40 °C. In der Phase 2 wird die Temperatur  $T_L$  nochmals erhöht auf etwas über 50 °C. In Phase 1 steigt dagegen die Temperatur der Wäsche  $T_W$ , die rechteckig dargestellt ist, eher verzögert an. Dann wird während der Phase 2 ein Temperaturanstieg stark reduziert.

**[0059]** Erst zu Beginn der Phase 3 wiederum, wenn auch die Temperatur  $T_L$  etwas erhöht worden ist, steigt die Temperatur  $T_W$  wieder leicht an mit zwei kurzen Aussetzern nach unten, wenn auch die Temperatur  $T_L$  ent-

sprechende Einbrüche hat.

**[0060]** In der relativ kurzen Phase 4 steigt die Temperatur  $T_W$  sogar noch weiter an, während die Temperatur  $T_L$  geringer ist und eher gleich bleibt bzw. sogar etwas abfällt.

**[0061]** Sowohl die theoretische Betrachtung als auch die Überlegungen anhand von Experimenten weisen darauf hin, dass der Trocknungsprozess optimiert werden kann, wenn die Messung der Parameter für die Temperatur und Feuchte optimiert wird.

**[0062]** Im Detail wird empfohlen, in Phase 1 den Prozess der Temperaturerhöhung der Wäsche zu beschleunigen, damit die Verdunstung möglichst schnell beginnt. In der Phase 2 ist die Temperatur  $T_W$  gleich der Temperatur  $T_L$ , so dass die zugeführte Energie für die Verdunstung genutzt wird. In Phase 3 ist eine Erhöhung der Temperatur  $T_L$  kaum oder gar nicht sinnvoll, da dies nur zur Erhöhung der Temperatur  $T_W$  führt und nicht zu einer Beschleunigung der Verdunstung aufgrund der thermodynamischen Effekte. Die Phase 4 ist aufgrund der uneinheitlichen Feuchteverteilung notwendig, die schwerer zu entfernen ist, da es sich um "gebundene Feuchte" handelt. Entscheidend ist hier die Kombination von Heizleistung, Luftrate bzw. Konvektion und Trommelbewegung. Im Weiteren steht die Heizleistung im Fokus.

**[0063]** Zu den vier Phasen wird die Funktion unterschieden in:

- Aufwärmen der Wäsche
- Konstantes Wärmen der Wäsche
- Konstante Trocknungsphase ohne Wärme oder mit wenig Wärme
- Durchblasen der Wäsche ohne Wärme oder mit wenig Wärme Werden die aktuellen Heizsysteme verwendet, dann kann über die Regelung und Steuerung eine Verbesserung erzielt werden.

**[0064]** Parallel erlaubt eine Kombination von Luftheizsystem mit integrierter Heizung im Lüfter eine Optimierung der Messfunktion mit weniger Bauteilen und einer erhöhten Datenerfassung. Ziel ist es dabei indirekte Informationen aus dem Prozess für den Prozess zu nutzen. Letztlich sollen direkt Parameter erfasst und für die Prozessregelung verwendet werden, die einen direkten Zusammenhang zur Konvektion und Verdampfung von Wasser im Trockner haben. Durch die genannte Möglichkeit der beliebigen Steuerung der Trommelbewegung bzw. des Antriebsmotors für die Trommel kann ein genanntes Verfahren zur Erfassung von Parametern für die Prozessregelung optimal unterstützt werden.

**[0065]** Somit können bestehende Sensoren nicht unbedingt ersetzt aber ergänzt werden. Vor allem kann versucht werden, auf Sensoren in der Trommel selbst zu verzichten, da diese aufwendig anzubringen und auszuwerten sind.

**[0066]** Mit den Erkenntnissen dieser Verläufe über der Zeit entsprechend der Fig. 3 bis 5 kann man durch das Erfassen von Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in der Trommel, was erfindungsgemäß ohne Sensoren in der Trommel erfolgen kann, darauf schließen, an welchem Punkt eines solchen Verlaufs sich der Trocknungsprozess befindet. Dann kann er optimiert werden, insbesondere dahingehend, dass zum Ende hin die Temperatur  $T_L$  nicht mehr so hoch sein muss. Damit kann Energie eingespart werden und die zu trocknende Wäsche kann auch geschont werden. So ist eine Verbesserung des Trocknens von Wäsche mit einem Wäschetrockner, insbesondere dem zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Wäschetrockner, möglich.

## Patentansprüche

### 1. Wäschetrockner (11, 111) mit:

- einer Trommel (14, 114) für die Aufnahme von zu trocknender Wäsche,
- einem Antriebsmotor (15) für die Trommel,
- einer Luftzuführung (20, 120) zu der Trommel,
- einer Luftabführung (40) von der Trommel,
- einem Lüfter (21, 121) zur Erzeugung eines Luftstroms zu der Trommel (14, 114) hin durch die Luftzuführung (20, 120) und von der Trommel weg durch die Luftabführung (40),
- einem Lüfterantrieb (24, 124) für den Lüfter (21, 121),
- Heizmitteln (26a, 26b, 126a, 126b) zum Aufheizen des Luftstroms,
- Temperaturerfassungsmitteln zur Erfassung der Temperatur der in die Trommel (14, 114) zugeführten Luft oder der aus der Trommel abgeführten Luft,
- Feuchtigkeitserfassungsmitteln zur Erfassung der Feuchtigkeit der in die Trommel (14, 114) zugeführten Luft oder der aus der Trommel abgeführten Luft,
- einer Steuerung (28) mit:
  - einem Speicher, in dem mindestens eine Vorgabekurve für den Verlauf von Temperatur und/oder Feuchtigkeit über der Zeit für ein bestimmtes Trockenprogramm von Wäsche abgespeichert ist,
  - Rechenmitteln, die dazu ausgebildet sind, um während eines Trockenprogramms je nach Trocknungsphase der Wäsche aktuell erfasste Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit mit einer Vorgabekurve zu vergleichen und um zu bestimmen, an welchem Arbeitspunkt der Vorgabekurve sich das Trockenprogramm befindet,
- wobei die Steuerung (28) dazu ausgebildet ist,

dass sie anhand des Arbeitspunkts das weitere Trockenprogramm beeinflusst mit einer Anpassung der Temperatur des Luftstroms durch Beeinflussung der Heizmittel (26a, 26b, 126a, 126b) und/oder mittels einer Anpassung der Stärke des Luftstroms durch Beeinflussung des Lüfters (21, 121),

### dadurch gekennzeichnet, dass:

- die Feuchtigkeitserfassungsmittel den Lüfter (21, 121) bzw. einen Lüfterantrieb (24, 124) umfassen,
  - aus der Ansteuerung des Lüfterantriebs (24, 124) des Lüfters (21, 121) die Feuchtigkeit bestimmbar ist derart, dass bei hoher Feuchtigkeit in der vom Lüfter bewegten Luft ein hohes Drehmoment vom Antrieb zu erbringen ist und bei geringer Feuchtigkeit in der vom Lüfter geförderten Luft ein geringes Drehmoment vom Lüfterantrieb zu erbringen ist,
  - die Steuerung (28) dazu ausgebildet ist, aus der Ansteuerung des Lüfterantriebs (24, 124) des Lüfters (21, 121) die Feuchtigkeit in der Luft zu bestimmen,
  - mehrfach in zeitlichem Abstand die Lüfterrichtung bzw. die Richtung des Luftstroms umgekehrt wird, um dann Luft aus der Trommel (14, 114) in die Luftzuführung (20, 120) hinein abzusaugen, um so Informationen über die Abluft zu erhalten, wobei die Informationen die Feuchtigkeit der Abluft umfassen.
- 2.** Wäschetrockner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzuführung (20, 120) maximal 10% unterhalb der höchsten Stelle der Trommel (14, 114) vorgesehen ist, insbesondere oberhalb der höchsten Stelle der Trommel.
- 3.** Wäschetrockner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lüfter (21, 121) nahe an der Trommel (14, 114) angeordnet ist, vorzugsweise maximal 50 cm von der Trommel entfernt ist, insbesondere maximal 30 cm.
- 4.** Wäschetrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lüfterantrieb (24, 124) ein eigener Antrieb ist nur für den Lüfter (21, 121), vorzugsweise als Baueinheit zusammen mit dem Lüfter.
- 5.** Wäschetrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lüfter (21, 121) einen induktiv beheizbaren Lüfterrotor (22, 122) als Heizmittel aufweist, wobei vorzugsweise der Lüfterrotor (22, 122) mehrere Lüfter-schaufeln aufweist, wobei mindestens eine Lüfter-schaufel zumindest teilweise aus mittels eines Ma-

- gnetfelderzeugungsmittels (26a, 26b, 126a, 126b) beheizbarem Material besteht oder solches Material aufweist, insbesondere in einem radial äußeren Bereich, wobei vorzugsweise mindestens eine Lüfter-schaukel vollständig aus diesem Material besteht. 5
6. Wäschetrockner nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel (26a, 26b, 126a, 126b) benachbart zum Lüfterrotor (22, 122) angeordnet ist und/oder den Lüfterrotor zumindest teilweise umgibt und/oder an einem Lüftergehäuse angeordnet ist. 10
7. Wäschetrockner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel mindestens eine Induktionsspule (26a, 26b, 126a, 126b) aufweist oder ist, vorzugsweise eine einzige Induktionsspule, wobei insbesondere die Temperaturerfassungsmittel den Lüfterrotor (22, 122) und die Magnetfelderzeugungsmittel als Induktionsspule (26a, 26b, 126a, 126b) umfassen, wobei vorzugsweise aus der Ansteuerung der Induktionsspule die Temperatur der von der Trommel (14, 114) abgeführten oder zugeführten Luft bestimmbar ist. 15 20 25
8. Wäschetrockner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel mindestens einen Permanentmagneten aufweist, vorzugsweise mehrere Permanentmagnete. 30
9. Wäschetrockner nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel (26a, 26b, 126a, 126b) außerhalb eines Lüftergehäuses bzw. außerhalb der Luftzuführung (20, 120) angeordnet ist. 35
10. Wäschetrockner nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel (26a, 26b, 126a, 126b) in radialer Erstreckung außerhalb des Lüfterrotors (22, 122) verläuft, vorzugsweise nur auf axialer Höhe des Lüfterrotors und nicht darüber oder darunter, wobei insbesondere das mindestens eine Magnetfelderzeugungsmittel radial außerhalb des Lüfterrotors und umlaufend angeordnet ist als Induktionsspule (26a, 26b, 126a, 126b) mit einer Spulenmittellachse, die parallel zu einer Drehachse des Lüfterrotors (22, 122) verläuft oder mit der Drehachse des Lüfterrotors zusammenfällt. 40 45 50
11. Wäschetrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drehmoment vom Lüfterantrieb (24, 124) durch Überwachen einer Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung im Lüfterantrieb bestimmbar ist. 55
12. Wäschetrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommel (14, 114) innen frei ist von Sensoren, wobei sie vorzugsweise auch an der Außenseite keine Sensoren aufweist.
13. Verfahren zum Trocknen von zu trocknender Wäsche mit einem Wäschetrockner (11, 111), wobei der Wäschetrockner aufweist:
- eine Trommel (14, 114) für die Aufnahme von zu trocknender Wäsche,
  - einen Antriebsmotor (15) für die Trommel,
  - eine Luftzuführung (20, 120) zu der Trommel,
  - eine Luftabführung (40) von der Trommel (14, 114),
  - einen Lüfter (21, 121) zur Erzeugung eines Luftstroms zu der Trommel (14, 114) hin durch die Luftzuführung (20, 120) und von der Trommel weg durch die Luftabführung (40),
  - einen Lüfterantrieb (24, 124) für den Lüfter,
  - Heizmittel (26a, 26b, 126a, 126b) zum Aufheizen des Luftstroms,
  - Temperaturerfassungsmittel zur Erfassung der Temperatur der in die Trommel (14, 114) zugeführten Luft oder der aus der Trommel abgeführten Luft,
  - Feuchtigkeitserfassungsmittel zur Erfassung der Feuchtigkeit der in die Trommel (14, 114) zugeführten Luft oder der aus der Trommel abgeführten Luft,
  - wobei die Feuchtigkeitserfassungsmittel den Lüfter (21, 121) bzw. einen Lüfterantrieb (24, 124) umfassen,
  - aus der Ansteuerung des Lüfterantriebs (24, 124) des Lüfters (21, 121) die Feuchtigkeit bestimmbar ist derart, dass bei hoher Feuchtigkeit in der vom Lüfter bewegten Luft ein hohes Drehmoment vom Antrieb zu erbringen ist und bei geringer Feuchtigkeit in der vom Lüfter geförderten Luft ein geringes Drehmoment vom Lüfterantrieb zu erbringen ist,
  - eine Steuerung (28) mit:
    - einem Speicher, in dem mindestens eine Vorgabekurve für den Verlauf von Temperatur und/oder Feuchtigkeit über der Zeit für ein bestimmtes Trockenprogramm von Wäsche abgespeichert ist,
    - Rechenmitteln, um während eines Trockenprogramms aktuell erfasste Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit mit einer Vorgabekurve zu vergleichen und um zu bestimmen, an welchem Arbeitspunkt der Vorgabekurve sich das Trockenprogramm befindet,
- die Steuerung (28) dazu ausgebildet ist, aus

der Ansteuerung des Lüfterantriebs (24, 124) des Lüfters (21, 121) die Feuchtigkeit in der Luft zu bestimmen,

mit den Schritten:

- aktuelle Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit während eines Trockenprogramms werden erfasst,
- die aktuelle erfassten Werte für Temperatur und/oder Feuchtigkeit werden mit einer Vorgabekurve verglichen,
- anhand des Vergleichs wird bestimmt, an welchem Arbeitspunkt der Vorgabekurve sich das Trockenprogramm befindet,
- das weitere Trockenprogramm wird anhand des Arbeitspunkts beeinflusst hinsichtlich einer Anpassung der Temperatur des Luftstroms durch Beeinflussung der Heizmittel (26a, 26b, 126a, 126b) und/oder mittels einer Anpassung der Stärke des Luftstroms durch Beeinflussung des Lüfters (21, 121),
- mehrfach wird in zeitlichem Abstand die Lüfterrichtung bzw. die Richtung des Luftstroms umgekehrt, um dann Luft aus der Trommel (14, 114) in die Luftzuführung (20, 120) hinein abzusaugen, um so Informationen über die Abluft zu erhalten, wobei die Informationen die Feuchtigkeit der Abluft umfassen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das weitere Trockenprogramm beeinflusst wird hinsichtlich der Temperatur und/oder Stärke des Luftstroms, vorzugsweise vor allem während der Dauer des letzten Viertels des Trockenprogramms, wobei dann:

- die Temperatur des Luftstroms zu der Trommel (14, 114) mindestens 5°C unter dem Durchschnitt der bislang verwendeten Temperatur des Luftstroms liegt, vorzugsweise mindestens 15°C,
- die Stärke des Luftstroms zu der Trommel (14, 114) mindestens 20% über dem Durchschnitt der bislang verwendeten Stärke des Luftstroms liegt, vorzugsweise mindestens 50%.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Informationen bzgl. Temperatur der Abluft durch Umkehrung der Lüfterrichtung bzw. der Richtung des Luftstroms erhalten werden.

## Claims

1. A laundry dryer (11, 111) comprising:

- a drum (14, 114) for receiving laundry to be

dried,

- a drive motor (15) for the drum,
- an air supply (20, 120) to the drum,
- an air exhaust (40) from the drum,
- a fan (21, 121) for generating an air flow toward the drum (14, 114) through the air supply (20, 120) and away from the drum through the air exhaust (40)
- a fan drive (24, 124) for the fan (21, 121),
- heating means (26a, 26b, 126a, 126b) for heating the air flow,
- temperature detection means for detecting the temperature of the air supplied to the drum (14, 114) or of the air discharged from the drum,
- humidity sensing means for sensing the humidity of the air supplied into the drum (14, 114) or of the air discharged from the drum,
- a controller (28) comprising:

o a memory in which at least one preset curve for the course of temperature and/or humidity over time for a specific drying program of laundry is stored,

o computing means which are designed to compare values for temperature and/or humidity currently detected during a drying program, depending on the drying phase of the laundry, with a preset curve and to determine at which operating point of the preset curve the drying program is located,

- the controller (28) being designed to influence the further drying program on the basis of the operating point by means of an adaptation of the temperature of the air flow by influencing the heating means (26a, 26b, 126a, 126b) and/or by means of an adaptation of the strength of the air flow by influencing the fan (21, 121),

## characterized in that:

- the humidity detection means surround the fan (21, 121) and a fan drive (24, 124), respectively,
- the humidity can be determined from the control of the fan drive (24, 124) of the fan (21, 121) in such a way that, in the case of high humidity in the air moved by the fan, a high rotational torque is to be provided by the drive and, in the case of low humidity in the air conveyed by the fan, a low torque is to be provided by the fan drive,
- the controller (28) is designed to determine the humidity in the air from the control of the fan drive (24, 124) of the fan (21, 121),
- the direction of the fan or the direction of the air flow is reversed several times at time intervals in order to then suck air out of the drum (14, 114) into the air supply (20, 120) in order to ob-

- tain information about the exhaust air, the information comprising the humidity of the exhaust air.
2. Laundry dryer according to claim 1, **characterized in that** the air inlet (20, 120) is provided at most 10% below the highest point of the drum (14, 114), in particular above the highest point of the drum.
  3. Laundry dryer according to claim 1 or 2, **characterized in that** the fan (21, 121) is arranged close to the drum (14, 114), preferably at a maximum distance of 50 cm from the drum, in particular at a maximum distance of 30 cm.
  4. Laundry dryer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fan drive (24, 124) is a separate drive only for the fan (21, 121), preferably as an assembly unit together with the fan.
  5. Laundry dryer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fan (21, 121) has an inductively heatable fan rotor (22, 122) as heating means, preferably the fan rotor (22, 122) having a plurality of fan blades, wherein at least one fan blade consists at least partly of material heatable by means of a magnetic field generating means (26a, 26b, 126a, 126b) or comprises such material, in particular in a radially outer region, wherein preferably at least one fan blade consists entirely of this material.
  6. Laundry dryer according to claim 5, **characterized in that** the at least one magnetic field generating means (26a, 26b, 126a, 126b) is arranged adjacent to the fan rotor (22, 122) and/or at least partially surrounds the fan rotor and/or is arranged on a fan housing.
  7. Laundry dryer according to claim 6, **characterized in that** the at least one magnetic field detection means comprises or is at least one induction coil (26a, 26b, 126a, 126b), preferably a single induction coil, wherein in particular the temperature detection means comprise the fan rotor (22, 122) and the magnetic field generating means as an induction coil (26a, 26b, 126a, 126b), wherein the temperature of the air discharged from or supplied to the drum (14, 114) can preferably be determined from the control of the induction coil.
  8. Laundry dryer according to claim 6, **characterized in that** the at least one magnetic field generating means comprises at least one permanent magnet, preferably several permanent magnets.
  9. Laundry dryer according to any one of claims 5 to 8, **characterized in that** the at least one magnetic field generating means (26a, 26b, 126a, 126b) is arranged outside a fan housing or outside the air supply (20, 120).
  10. Laundry dryer according to any one of claims 5 to 9, **characterized in that** the at least one magnetic field generating means (26a, 26b, 126a, 126b) extends in radial extension outside the fan rotor (22, 122), preferably only at the axial level of the fan rotor and not above or below it, wherein in particular the at least one magnetic field generating means is arranged radially outside the fan rotor and circumferentially as an induction coil (26a, 26b, 126a, 126b) with a coil center axis which runs parallel to an axis of rotation of the fan rotor (22, 122) or coincides with the axis of rotation of the fan rotor.
  11. Laundry dryer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the torque from the fan drive (24, 124) is determinable by monitoring a phase shift between current and voltage in the fan drive.
  12. Laundry dryer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the drum (14, 114) is internally free of sensors, preferably also having no sensors on the outside.
  13. Method for drying laundry to be dried with a laundry dryer (11, 111), wherein the laundry dryer comprises:
    - a drum (14, 114) for receiving laundry to be dried,
    - a drive motor (15) for the drum,
    - an air supply (20, 120) to the drum,
    - an air exhaust (40) from the drum (14, 114),
    - a fan (21, 121) for generating an air flow towards the drum (14, 114) through the air supply (20, 120) and away from the drum through the air exhaust (40),
    - a fan drive (24, 124) for the fan,
    - heating means (26a, 26b, 126a, 126b) for heating the air flow,
    - temperature detection means for detecting the temperature of the air supplied to the drum (14, 114) or of the air discharged from the drum,
    - humidity detecting means for detecting the humidity of the air supplied into the drum (14, 114) or the air discharged from the drum,
    - the humidity detection means comprising the fan (21, 121) or a fan drive (24, 124),
    - the humidity is determinable from the control of the fan drive (24, 124) of the fan (21, 121) in such a way that at high humidity in the air moved by the fan a high torque is to be provided by the drive and at low humidity in the air conveyed by the fan a low torque is to be provided by the fan drive,
    - a control system (28) with:

o a memory in which at least one preset curve for the course of temperature and/or humidity over time for a specific drying program of laundry is stored,  
 o computing means for comparing values for temperature and/or humidity currently detected during a drying program with a preset curve and for determining at which operating point of the preset curve the drying program is located,

- the controller (28) is designed to determine the humidity in the air from the control of the fan drive (24, 124) of the fan (21, 121),

with the steps:

- current values for temperature and/or humidity during a drying program are detected,  
 - the actual detected values for temperature and/or humidity are compared with a preset curve,  
 - the comparison is used to determine at which operating point of the preset curve the drying program is located,  
 - the further drying program is influenced on the basis of the operating point with regard to an adjustment of the temperature of the air flow by influencing the heating means (26a, 26b, 126a, 126b) and/or by means of an adjustment of the strength of the air flow by influencing the fan (21, 121),  
 - the direction of the fan or the direction of the air flow is reversed several times at time intervals, in order to then suck air out of the drum (14, 114) into the air supply (20, 120) in order to obtain information about the exhaust air, the information comprising the humidity of the exhaust air.

**14.** Method according to claim 13, **characterized in that** the further drying program is influenced with regard to the temperature and/or strength of the air flow, preferably especially during the duration of the last quarter of the drying program, whereby then:

- the temperature of the air flow to the drum (14, 114) is at least 5°C below the average of the temperature of the air flow used so far, preferably at least 15°C,  
 - the strength of the air flow to the drum (14, 114) is at least 20% above the average of the previously used strength of the air flow, preferably at least 50%.

**15.** Method according to claim 13 or 14, **characterized in that** information regarding the temperature of the exhaust air is obtained by reversing the fan direction

or the direction of the air flow.

## Revendications

1. Un sèche-linge (11, 111) comprenant :

- un tambour (14, 114) destiné à recevoir le linge à sécher,  
 - un moteur d'entraînement (15) pour le tambour,  
 - une alimentation en air (20, 120) vers le tambour,  
 - une évacuation d'air (40) du tambour,  
 - un ventilateur (21, 121) pour générer un flux d'air vers le tambour (14, 114) par l'alimentation en air (20, 120) et à partir du tambour par l'évacuation d'air (40),  
 - un entraînement de ventilateur (24, 124) pour le ventilateur (21, 121),  
 - des moyens de chauffage (26a, 26b, 126a, 126b) pour chauffer le flux d'air,  
 - des moyens de détection de la température pour détecter la température de l'air amené dans le tambour (14, 114) ou de l'air évacué du tambour,  
 - des moyens de détection d'humidité pour détecter l'humidité de l'air amené dans le tambour (14, 114) ou de l'air évacué du tambour,  
 - une commande (28) comprenant :

o une mémoire dans laquelle est enregistrée au moins une courbe de consigne pour l'évolution de la température et/ou de l'humidité en fonction du temps pour un programme de séchage du linge déterminé,  
 o des moyens de calcul qui sont conçus pour comparer, pendant un programme de séchage et en fonction de la phase de séchage du linge, des valeurs de température et/ou d'humidité actuellement saisies avec une courbe de consigne et pour déterminer à quel point de travail de la courbe de consigne se trouve le programme de séchage,

- la commande (28) étant conçue pour influencer, à l'aide du point de travail, la suite du programme de séchage par une adaptation de la température du flux d'air en influençant les moyens de chauffage (26a, 26b, 126a, 126b) et/ou au moyen d'une adaptation de l'intensité du flux d'air en influençant le ventilateur (21, 121),

**caractérisé en ce que :**

- les moyens de détection d'humidité comprennent le ventilateur (21, 121) ou un entraînement

- de ventilateur (24, 124),
- l'humidité peut être déterminée à partir de la commande de l'entraînement du ventilateur (24, 124) du ventilateur (21, 121) de telle sorte qu'en cas d'humidité élevée dans l'air déplacé par le ventilateur, un couple élevé doit être fourni par l'entraînement et qu'en cas d'humidité faible dans l'air transporté par le ventilateur, un couple faible doit être fourni par l'entraînement du ventilateur,
  - la commande (28) est conçue pour déterminer l'humidité dans l'air à partir de la commande de l'entraînement de ventilateur (24, 124) du ventilateur (21, 121),
  - la direction du ventilateur ou la direction du flux d'air est inversée plusieurs fois à intervalles de temps, pour ensuite aspirer l'air du tambour (14, 114) dans l'alimentation en air (20, 120), afin d'obtenir des informations sur l'air d'évacuation, les informations comprenant l'humidité de l'air d'évacuation.
2. Sèche-linge selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arrivée d'air (20, 120) est prévue au maximum 10% en dessous du point le plus haut du tambour (14, 114), en particulier au-dessus du point le plus haut du tambour.
  3. Sèche-linge selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le ventilateur (21, 121) est disposé à proximité du tambour (14, 114), de préférence à une distance maximale de 50 cm du tambour, en particulier à une distance maximale de 30 cm.
  4. Sèche-linge selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement du ventilateur (24, 124) est un entraînement propre uniquement pour le ventilateur (21, 121), de préférence en tant qu'unité de construction avec le ventilateur.
  5. Sèche-linge selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le ventilateur (21, 121) présente un rotor de ventilateur (22, 122) pouvant être chauffé par induction comme moyen de chauffage, le rotor de ventilateur (22, 122) présentant de préférence plusieurs pales de ventilateur, au moins une pale de ventilateur étant constituée au moins partiellement d'un matériau pouvant être chauffé au moyen d'un moyen de génération de champ magnétique (26a, 26b, 126a, 126b) ou présentant un tel matériau, en particulier dans une zone radialement extérieure, de préférence au moins une pale de ventilateur étant entièrement constituée de ce matériau.
  6. Sèche-linge selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le au moins un moyen de génération de champ magnétique (26a, 26b, 126a, 126b) est disposé à proximité du rotor de ventilateur (22, 122) et/ou entoure au moins partiellement le rotor de ventilateur et/ou est disposé sur un boîtier de ventilateur.
  7. Sèche-linge selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ledit au moins un moyen de génération de champ magnétique comprend ou est au moins une bobine d'induction (26a, 26b, 126a, 126b), de préférence une bobine d'induction unique, ledit moyen de détection de température comprenant en particulier le rotor de ventilateur (22, 122) et les moyens de génération de champ magnétique comme bobine d'induction (26a, 26b, 126a, 126b), la température de l'air évacué ou amené par le tambour (14, 114) pouvant de préférence être déterminée à partir de la commande de la bobine d'induction.
  8. Sèche-linge selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'au moins un moyen de génération de champ magnétique présente au moins un aimant permanent, de préférence plusieurs aimants permanents.
  9. Sèche-linge selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** l'au moins un moyen de génération de champ magnétique (26a, 26b, 126a, 126b) est disposé à l'extérieur d'un boîtier de ventilateur ou à l'extérieur de l'alimentation en air (20, 120).
  10. Sèche-linge selon l'une des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** le au moins un moyen de génération de champ magnétique (26a, 26b, 126a, 126b) s'étend radialement à l'extérieur du rotor de ventilateur (22, 122), de préférence uniquement au niveau axial du rotor de ventilateur et pas au-dessus ou en dessous, dans lequel, en particulier, le ou les moyens de génération de champ magnétique sont disposés radialement à l'extérieur du rotor du ventilateur et de manière circumférentielle sous la forme d'une bobine d'induction (26a, 26b, 126a, 126b) avec un axe central de bobine qui est parallèle à un axe de rotation du rotor du ventilateur (22, 122) ou coïncide avec l'axe de rotation du rotor du ventilateur.
  11. Sèche-linge selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couple de l'entraînement du ventilateur (24, 124) peut être déterminé en surveillant un déphasage entre le courant et la tension dans l'entraînement du ventilateur.
  12. Sèche-linge selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tambour (14, 114) est dépourvu de capteurs à l'intérieur, et de préférence également à l'extérieur.
  13. Procédé de séchage de linge à sécher avec un sé-

choir à linge (11, 111), le séchoir à linge comprenant :

- un tambour (14, 114) destiné à recevoir le linge à sécher, 5
- un moteur d'entraînement (15) pour le tambour,
- une alimentation en air (20, 120) vers le tambour,
- une évacuation d'air (40) du tambour (14, 114), 10
- un ventilateur (21, 121) pour générer un flux d'air vers le tambour (14, 114) par l'alimentation en air (20, 120) et à partir du tambour par l'évacuation d'air (40),
- un entraînement de ventilateur (24, 124) pour le ventilateur, 15
- des moyens de chauffage (26a, 26b, 126a, 126b) pour chauffer le flux d'air,
- des moyens de détection de la température pour détecter la température de l'air introduit dans le tambour (14, 114) ou de l'air évacué du tambour, 20
- des moyens de détection d'humidité pour détecter l'humidité de l'air introduit dans le tambour (14, 114) ou de l'air évacué du tambour, 25
- les moyens de détection d'humidité comprenant le ventilateur (21, 121) ou un entraînement de ventilateur (24, 124), 30
- l'humidité peut être déterminée à partir de la commande de l'entraînement du ventilateur (24, 124) du ventilateur (21, 121) de telle sorte que, en cas d'humidité élevée dans l'air déplacé par le ventilateur, un couple élevé doit être fourni par l'entraînement et que, en cas d'humidité faible dans l'air transporté par le ventilateur, un couple faible doit être fourni par l'entraînement du ventilateur, 35
- une commande (28) comprenant :
  - o une mémoire dans laquelle est enregistrée au moins une courbe de consigne pour l'évolution de la température et/ou de l'humidité en fonction du temps pour un programme de séchage du linge déterminé, 40
  - o des moyens de calcul pour comparer les valeurs de température et/ou d'humidité actuellement saisies pendant un programme de séchage avec une courbe de consigne et pour déterminer à quel point de travail de la courbe de consigne se trouve le programme de séchage, 45
- la commande (28) est conçue pour déterminer l'humidité dans l'air à partir de la commande de l'entraînement de ventilateur (24, 124) du ventilateur (21, 121), 55

avec les étapes suivantes :

- des valeurs actuelles de température et/ou d'humidité sont détectées pendant un programme de séchage,
- les valeurs actuelles détectées pour la température et/ou l'humidité sont comparées à une courbe de consigne,
- à l'aide de la comparaison, on détermine à quel point de travail de la courbe de consigne se trouve le programme de séchage,
- le programme de séchage suivant est influencé à l'aide du point de travail en ce qui concerne une adaptation de la température du flux d'air en influençant les moyens de chauffage (26a, 26b, 126a, 126b) et/ou au moyen d'une adaptation de l'intensité du flux d'air en influençant le ventilateur (21, 121),
- on inverse plusieurs fois, à intervalles de temps, le sens du ventilateur ou le sens du flux d'air, pour ensuite aspirer l'air du tambour (14, 114) dans l'alimentation en air (20, 120), afin d'obtenir des informations sur l'air d'évacuation, les informations comprenant l'humidité de l'air d'évacuation.

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la suite du programme de séchage est influencée en ce qui concerne la température et/ou l'intensité du flux d'air, de préférence surtout pendant la durée du dernier quart du programme de séchage, où alors :

- la température du flux d'air vers le tambour (14, 114) est inférieure d'au moins 5°C à la moyenne de la température du flux d'air utilisée jusqu'à présent, de préférence d'au moins 15°C,
- l'intensité du flux d'air vers le tambour (14, 114) est supérieure d'au moins 20% à la moyenne de l'intensité du flux d'air utilisé jusqu'à présent, de préférence d'au moins 50%.

15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** des informations relatives à la température de l'air d'échappement sont obtenues en inversant la direction du ventilateur ou la direction du flux d'air.

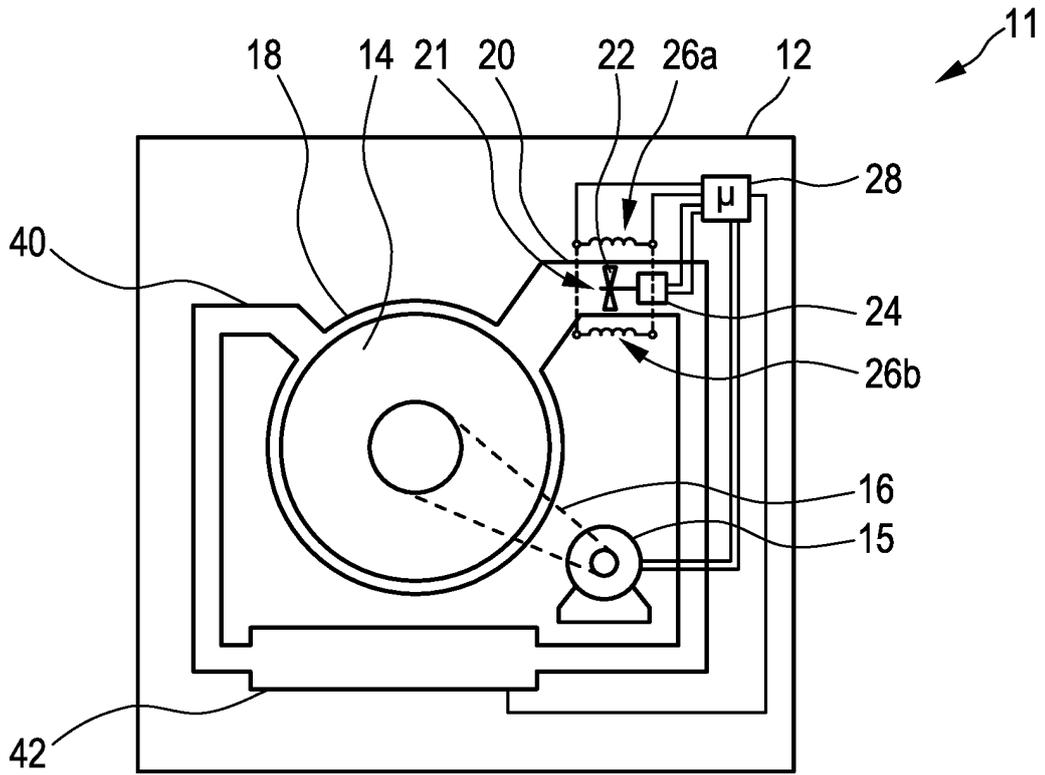


FIG. 1

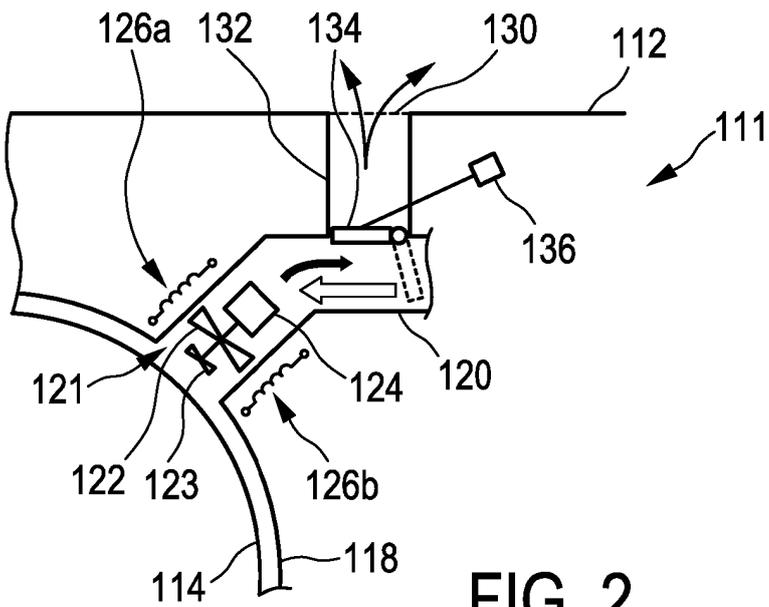


FIG. 2

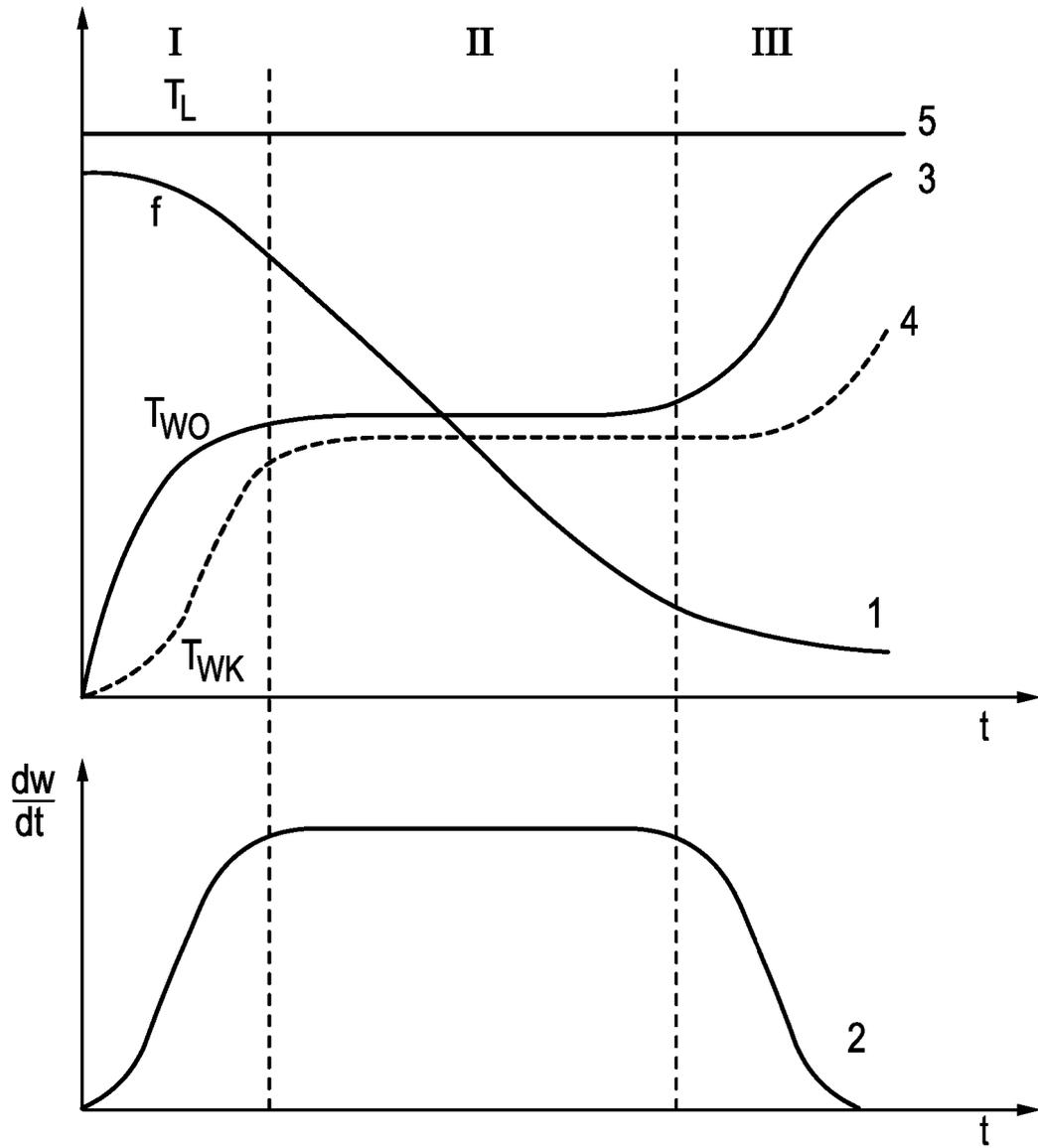


FIG. 3

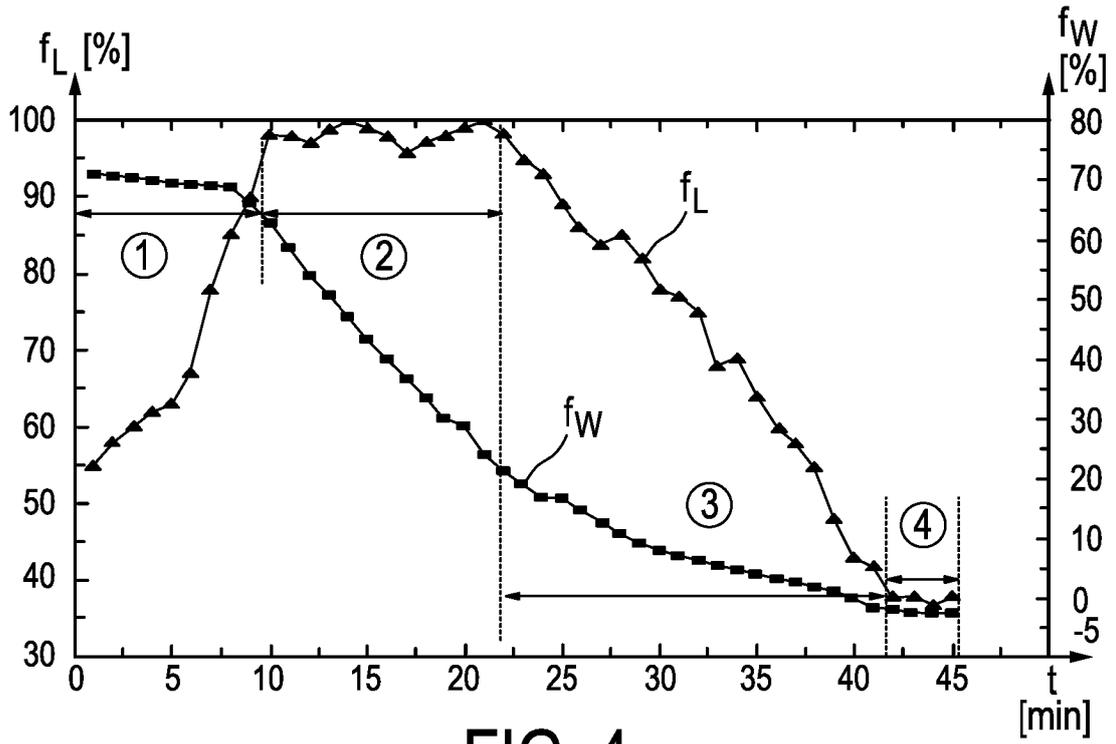


FIG. 4

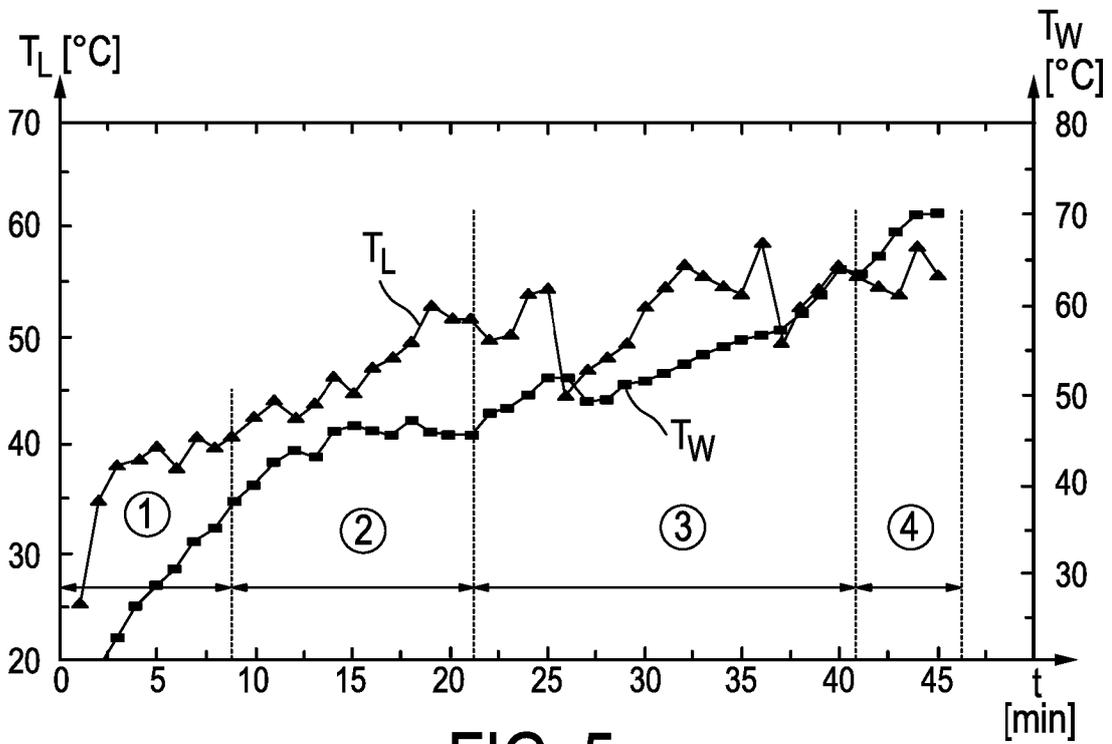


FIG. 5

**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**

- DE 102016110871 A1 **[0003]**
- EP 262018 A2 **[0003]**
- EP 240052 A1 **[0003]**
- DE 102016110883 A1 **[0003]**
- DE 102009026646 A1 **[0003]**
- DE 102016110859 A1 **[0003]**
- EP 3067459 A1 **[0004]**
- DE 4243594 A1 **[0005]**
- DE 102015217667 A1 **[0006]**
- WO 2016170881 A1 **[0007]**
- US 20130257331 A1 **[0008]**
- DE 102017210527 **[0025]**