



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2017 Patentblatt 2017/50

(51) Int Cl.:
D06F 58/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17175016.9**

(22) Anmeldetag: **08.06.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **BSH Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Harbach, Alvaro**
10555 Berlin (DE)
• **Stolze, Andreas**
14612 Falkensee (DE)

(30) Priorität: **10.06.2016 DE 102016210265**

(54) **VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DER ENDRESTFEUCHTE IN EINEM KONDENSATIONSTROCKNER SOWIE HIERFÜR GEEIGNETER KONDENSATIONSTROCKNER**

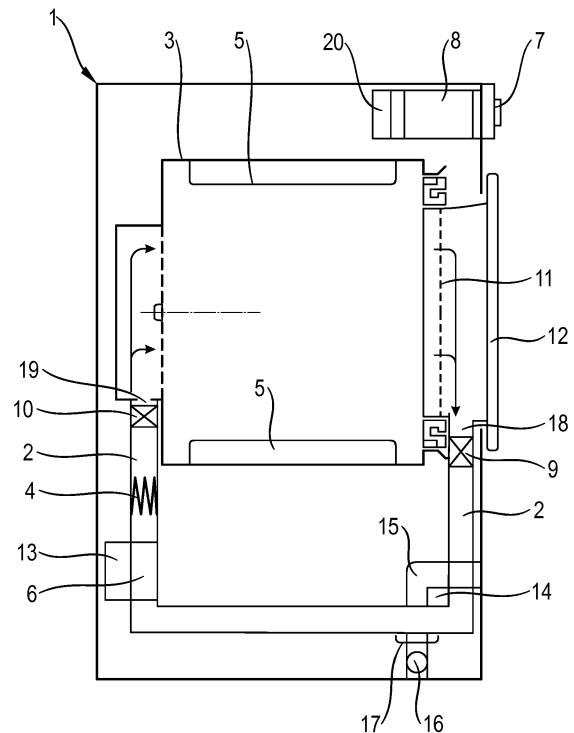
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners 1 mit einem Prozessluftkanal 2, in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses 6 in einem Kreislauf bewegt wird, einer Heizung 4, einer Trommel 3 mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuereinrichtung 8, wobei im Prozessluftkanal 2 ein Wärmetauscher 14 zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor 9,10 angeordnet sind, wobei ein Trocknungsprozess die folgenden Schritte umfasst:

- Messen einer relativen Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft mit dem Feuchtesensor 9,10;
- Messen einer Temperatur T_P der Prozessluft mit einem Temperatursensor 9,10;
- Ermitteln einer absoluten Wasserbeladung L_W der Prozessluft aus der relativen Feuchtigkeit H_{rel} unter Berücksichtigung der Temperatur T_P , wobei ein in der Steuereinrichtung 8 hinterlegter Zusammenhang zwischen einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_P herangezogen wird;
- Verfolgen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W ;
- Heranziehen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W zur Bestimmung einer Restfeuchte R_W in den Wäschestücken;
- Vergleichen der Restfeuchte R_W mit einer vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} ; und
- Beenden des Trocknungsprozesses bei Erreichen oder Unterschreiten der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} .

Die Erfindung betrifft außerdem einen zur Durchfüh-

rung dieses Verfahrens geeigneten Kondensationstrockner.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Endrestfeuchte in einem Kondensationstrockner sowie einen hierfür geeigneten Kondensationstrockner. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einem Prozessluftkanal, in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses in einem Kreislauf bewegt wird, einer Trommel mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuerungseinrichtung, wobei im Prozessluftkanal ein Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor angeordnet sind, sowie einen zur Durchführung dieses Verfahrens besonders geeigneten Kondensationstrockner.

[0002] Trocknungsprozesse nach dem Kondensationsverfahren beruhen auf der Verdampfung von Feuchtigkeit aus Wäschestücken mittels warmer Prozessluft und Entfeuchtung der Prozessluft durch Kondensation an einem Wärmetauscher. Im Trocknungsprozess wird dabei im Allgemeinen kühle Prozessluft durch ein Gebläse über eine Heizung geleitet. Die trockenwarme Prozessluft tritt anschließend in die Trommel als Trocknungskammer ein, welche die zu trocknenden Wäschestücke enthält. Die trocken-warme Prozessluft nimmt dabei die Feuchtigkeit aus den Wäschestücken auf. Anschließend wird die nun feuchtwarme Prozessluft von der Trommel in einen Wärmetauscher zur Entfeuchtung weitergeleitet, beispielsweise in einen Luft-Luft-Wärmetauscher oder den Verdampfer einer Wärmepumpe. Die feuchtwarme Prozessluft wird darin abgekühlt, wobei das in ihr enthaltene Wasser kondensiert und in einer so genannten Kondensatwanne, die sich im Allgemeinen unterhalb des Wärmetauschers befindet, aufgefangen wird. Bei Erreichen eines bestimmten Füllstands wird das kondensierte Wasser in der Regel durch eine Pumpe (auch "Kondensatpumpe" genannt) in einen Behälter zur Zwischenspeicherung (auch als "Kondensatbehälter" bezeichnet) oder in einen Abwasserkanal gepumpt.

[0003] Im Allgemeinen gliedert sich ein Trocknungsprozess in drei Phasen, nämlich eine Aufheizphase, eine Haupttrocknungsphase und eine Abkühlphase. In der Aufheizphase steigt die Prozesslufttemperatur an, bis ein vorgegebener Temperaturwert erreicht ist. Mit zunehmender Temperatur kann die Prozessluft mehr Wasser aus den Wäschestücken aufnehmen, so dass auch mehr Wasser an dem zur Abkühlung verwendeten Wärmetauscher kondensiert. Ist der vorgegebene Temperaturwert erreicht, nimmt die Prozessluft im Allgemeinen gleichmäßig viel Wasser aus den Wäschestücken in der Trommel auf. D.h. auch die Kondensation von Wasser bleibt konstant. Dieser Abschnitt wird als stationäre Phase eines Trocknungsprozesses oder als Haupttrocknungsphase bezeichnet. Der Verlauf der Verdampfung bzw. Kondensation ist stationär solange Oberflächenwasser aus den Wäschestücken verdampft. Geht die Verdampfung schließlich über in die Verdampfung von Poren- und Kapillarwasser aus dem Gewebe der Wäschestücke, so

benötigt dies zunehmend mehr Zeit und Energie. Die Verdampfung und damit auch die anschließende Kondensation im Wärmetauscher verlaufen daher langsamer. Da die pro Zeiteinheit kondensierte Wassermenge abnimmt, wird diese Phase auch als instationäre Phase bezeichnet. Abgeschlossen wird ein Trocknungsprozess (auch als "Trocknungsprogramm" bezeichnet) mit einer Abkühlphase, in der die Heizung im Allgemeinen abgeschaltet ist und in der die getrocknete Wäsche abgekühlt wird.

[0004] Eine Ermittlung der Beladung der Trommel mit Wäschestücken sollte in einem Trocknungsprozess vorzugsweise erfolgen, um den Trocknungsprozess an die Beladung anpassen zu können, da sich unterschiedliche Mengen an Wäschestücken unterschiedlich verhalten.

[0005] Der Trocknungsprozess wird vorzugsweise so durchgeführt, dass eine bestimmte Endrestfeuchte der getrockneten Wäschestücke erreicht ist. Dabei wird im Allgemeinen aus der Messung des elektrischen Widerstandes der Wäschestücke auf den Feuchtegrad geschlossen. Dazu ist in der Regel eine unterschiedliche Anzahl von Elektroden an verschiedenen Positionen im Trockner angeordnet. Mittels dieser Elektroden wird der Wäschewiderstand mit Gleich- oder Wechselstromverfahren gemessen. Bei einem vorgegebenen Wäschewiderstand als sogenannter Abschaltwert, insbesondere für die Heizung der Prozessluft, wird dann der Trocknungsprozess in der Regel beendet. Diese Abschaltwerte hängen jedoch von der Beladungsmenge und der Anfangsfeuchte (auch als "Anfangsrestfeuchte" der aus einer Waschmaschine stammenden feuchten Wäschestücke bezeichnet) der Wäschestücke ab, da beispielsweise bei gleicher Feuchtigkeit die relative Feuchtigkeit der Prozessluft für größere Beladungsmengen sicherlich größer ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass es bei einer großen Anfangsfeuchte länger dauern kann, bis die Trocknung auch das Innere von Wäschestücken erreicht hat. Zur verbesserten Durchführung eines Trocknungsprozesses werden daher oft Verfahrensschritte zur Ermittlung des Ausgangszustandes, d.h. insbesondere einer Beladung und Anfangsfeuchte der Wäschestücke, durchgeführt. Auf der Basis solcher Informationen kann dann eine Anpassung der Abschaltgrenze vorgenommen werden. Bekannt sind auch sogenannte Fenstermethoden, die mehrere Messgrößen wie z.B. Energie, insbesondere die gesamte bislang zur Trocknung aufgewandte Energie, elektrische Leistung, Temperatur und vergangene Zeit, in Korrelation zueinander bringen, um die Voraussagegenauigkeit zu verbessern.

[0006] Die Veröffentlichung DE 10 2008 021 598 A1 beschreibt ein Wäschetrocknungsgerät mit einer Steuereinheit zur Steuerung eines Trocknungsvorgangs. Dabei ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, den Trocknungsvorgang auf der Grundlage von Sensordaten eines Beladungssensors zu steuern.

[0007] Die Veröffentlichung DE 10 2009 028 358 A1 beschreibt ein Wäschebehandlungsgerät zum Trocknen und/oder Waschen von Wäsche, mit einer drehbar gela-

gerten Trommel, einem Elektromotor zum Antreiben der Trommel, und einer Steuer- und Messeinrichtung für den Elektromotor, wobei die Steuer- und Messeinrichtung zumindest einen elektrischen Parameter des Elektromotors erfasst und in Abhängigkeit von dem erfassten elektrischen Parameter eine Beladung der Trommel, insbesondere die Masse der in die Trommel eingebrachten Wäsche bestimmt.

[0008] Die Veröffentlichung DE 42 43 594 C2 beschreibt ein Verfahren zum Steuern des Trockenvorganges eines Wäschetrockners, welcher eine Trommel, ein Wärme übertragendes Gebläse, einen Motor, eine Heizeinrichtung, zwei Temperatursensoren, und einen Feuchtigkeitssensor umfasst, wobei die Sensoren zwischen der Trommel und dem Wärme übertragenden Gebläse angeordnet sind. Bei dem Verfahren werden nach Verstreichen einer vorbestimmten Zeit nach Beginn des Trockenvorganges die Temperaturveränderung pro Zeiteinheit und ein Feuchtigkeitswert gemessen. Aus der Summe dieser beiden Werte wird ein Mittelwert ermittelt und die Wäschemenge darauf basierend als kleine Menge, große Menge oder übergroße Mengen bestimmt. Der weitere Trockenvorgang wird entsprechend der jeweils bestimmten Wäschemenge gesteuert.

[0009] Die Veröffentlichung DE 10 2006 037 239 A1 beschreibt einen Wäschetrockner oder Waschtrockner und ein Verfahren zum Steuern des Trocknens von feuchter Wäsche in einer Wäschetrommel des Wäschetrockners oder Waschtrockners, in welchem Warmluft erzeugt wird und ein Trocknungsvorgang unter Berücksichtigung zumindest eines Feuchtigkeitswertes oder eines diesem entsprechenden Messwertes der zu trocknenden Wäsche beendet wird. Zum gezielten Beenden des Trocknens wird zusätzlich eine beim Trocknen der Wäsche bei oder nach Erreichen eines vorgegebenen Feuchtigkeitswertes oder eines diesem entsprechenden Messwertes ermittelte, der jeweiligen Wäscheart und/oder dem jeweiligen Beladungszustand der Wäschetrommel entsprechende Temperaturgröße herangezogen.

[0010] Die Veröffentlichung DE 44 11 958 A1 beschreibt einen Haushalt-Wäschetrockner mit einer elektronischen Programmsteuereinrichtung sowie mit einer drehbar gelagerten Wäschetrommel und einem Ventilator zum Fördern der an einem Heizkörper vorbei strömenden Trocknungsluft durch die Wäschetrommel. Der zeitliche Anstieg des elektrischen Widerstandes des Trocknungsgutes und die Temperaturdifferenz aus Trommeleintritts- und Trommelaustrittstemperatur werden erfasst und ausgewertet, wobei daraus mit Hilfe einer elektronischen Einrichtung Schlussfolgerungen auf Wäscheart und Wäschegewicht des Trocknungsgutes gezogen werden. Die auf diese Weise gewonnenen Daten werden als Steuergrößen für die weitere Ablaufsteuerung des gewählten Trocknungsprogramms der Programmsteuereinrichtung zugeführt.

[0011] Die Veröffentlichung DE 199 18 877 A1 beschreibt ein Verfahren zum Schätzen der Beladung

und/oder der Trocknungsdauer bei einem Haushaltswäschetrockner vor Ablauf des Trocknungsvorgangs, bei dem eine von der Wäschefeuchte abhängige Größe und ein Maß für die Temperatur eines Luftstroms zur Trocknung der Wäsche vor und/oder nach dessen Berührung mit der Wäsche ermittelt wird. Die von der Wäschefeuchte abhängige Größe wird in Verbindung mit dem Maß für die Temperatur des Luftstroms vor und/oder nach dessen Berührung mit der Wäsche zur Schätzung der Beladung und/oder der Trocknungsdauer verwendet.

[0012] Die Veröffentlichung EP 2 227 585 B1 beschreibt ein Wäschetrocknungsgerät und ein Verfahren zum Betreiben dieses Gerätes, bei dem ein Feuchtegehalt von aus einer Wäschetrommel abgeführter Prozessluft bestimmt wird und mit einem Wärmetauscher aus der Prozessluft die Feuchte zumindest teilweise kondensiert wird, wobei die Feuchtigkeitsbestimmung durch Messen zumindest einer Temperatur für ein den Wärmetauscher durchströmendes Medium und durch Auswerten der gemessenen Temperatur bestimmt wird. Das Medium ist entweder die Prozessluft oder ein Kühlmittel und der Feuchtegehalt wird durch Messen einer Auslass-Temperatur des Mediums auslassseitig des Wärmetauschers und einer Einlass-Temperatur des Mediums einlassseitig des Wärmetauschers bestimmt.

[0013] Die Veröffentlichung WO 2014/040904 A2 beschreibt einen Kondensationstrockner mit Ermittlung der Beladung und ein Verfahren zu seinem Betrieb. Mindestens ein Temperatursensor ist in einem Kühlmediumkanal und/oder Prozessluftkanal angeordnet und die Steuereinrichtung ist eingerichtet, um anhand eines zeitlichen Verlaufs der mit dem mindestens einen Temperatursensor gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser eine Beladung der Trommel mit Wäschestücken zu ermitteln. Die Kondensationsrate wird beispielsweise über einen Wasserstandsensor in der Kondensatwanne oder über einen Durchflusssensor oder über die Anzahl der Pumpzyklen in einem bestimmten Zeitraum bestimmt.

[0014] Die Patentschrift DE 42 11 012 C2 beschreibt ein Verfahren zum Steuern des Trocknungsvorganges in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt des Trocknungsgutes in einem Trockner für Wäsche oder andere zu trocknende Gegenstände, der mit einer Kondensationsvorrichtung für die ausgetriebene Feuchtigkeit ausgerüstet ist, wobei der Gradient einer an der Kondensationsvorrichtung auftretenden Zustandsgröße, wie z.B. Kondensationsmenge, Kondensat-Durchflussmenge oder dgl., als Messgröße dient. Bei Beginn des Trocknungsprozesses liefern die ansteigenden Gradientenwerte Angaben über die Wäschemenge in einem Wäschetrockner.

[0015] Die Veröffentlichung EP 0 481 561 A2 beschreibt eine Methode zur Kontrolle des Trocknungsgrades in einem Trockner, einem Waschtrockner oder ähnlichem, umfassend eine Trommel, gewöhnliche Vorrichtungen zur Erzeugung einer Zirkulation aus heißer Luft durch die Trommel zur Trocknung der Wäschestücke da-

rin, Vorrichtungen zur Kühlung besagter Luft, wenigstens einen Tank oder ein Gefäß zum Sammeln des aus den Wäschestücken durch diese Luft entfernten Wassers, kondensiert an einer oder mehr der Vorrichtungen während der Zirkulation, und eine Pumpe zur Entfernung des Wassers aus dem Gefäß, vorteilhaft zyklisch. Zur Kontrolle des Trocknungsgrades der Wäschestücke wird innerhalb einer vorbestimmten Zeit die Menge an Wasser, welche aus den Wäschestücken während ihrer Trocknung freigesetzt wurde, gemessen und ein Signal zum Stoppen der Maschine bereitgestellt, falls der erhaltene Messwert kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

[0016] Die Veröffentlichung EP 0 088 175 A1 beschreibt einen Trommeltrockner mit einer Mikrowellenheizung für die Prozessluft. In einer Ausführungsform sind ein Feuchtigkeitssensor vor der Trommel und einer nach der Trommel angeordnet. Der Unterschied der gemessenen Feuchtigkeitswerte wird zur Steuerung des Trocknungsprozesses verwendet, insbesondere zur Vermeidung von Übertrocknung oder zur Einstellung einer bestimmten Feuchte der Wäschestücke.

[0017] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es vor diesem Hintergrund, ein verbessertes Verfahren zur Steuerung eines Trocknungsprozesses in einem Kondensationstrockner bereitzustellen. Vorzugsweise soll damit eine Bestimmung der Endrestfeuchte und damit eines Kriteriums für die Beendigung eines Trocknungsprozesses verbessert sein. Aufgabe der Erfindung war es außerdem, einen hierfür geeigneten Kondensationstrockner bereitzustellen.

[0018] Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners sowie einen hierfür geeigneten Kondensationstrockner mit den Merkmalen des jeweils entsprechenden unabhängigen Patentanspruchs. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners sind in den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners und umgekehrt, auch wenn dies hierin nicht explizit festgestellt ist.

[0019] Gegenstand der Erfindung ist somit ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einem Prozessluftkanal, in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses in einem Kreislauf bewegt wird, einer Heizung, einer Trommel mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuereinrichtung, wobei im Prozessluftkanal ein Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor angeordnet sind, und wobei ein Trocknungsprozess die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Messen einer relativen Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft mit dem Feuchtesensor;
- (b) Messen einer Temperatur T_P der Prozessluft mit einem Temperatursensor;

- (c) Ermitteln einer absoluten Wasserbeladung L_W der Prozessluft aus der relativen Feuchtigkeit H_{rel} unter Berücksichtigung der Temperatur T_P , wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_P herangezogen wird;
- (d) Verfolgen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W ;
- (e) Heranziehen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W zur Bestimmung einer Restfeuchte R_W in den Wäschestücken;
- (f) Vergleichen der Restfeuchte R_W mit einer vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} ; und
- (g) Beenden des Trocknungsprozesses bei Erreichen oder Unterschreiten der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} .

[0020] Hierbei wird in einer bevorzugten Ausführungsform in den Schritten (e) und (f) als Maß für die vorgegebene Restfeuchte R_W^{set} eine vorgegebene minimale Wasserbeladung L_W^{min} der Prozessluft verwendet.

[0021] Der Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt im Allgemeinen zeitgleich mit der Einleitung eines Trocknungsprogrammes. Bei diesem werden im Allgemeinen die Heizung sowie das Gebläse eingeschaltet, um erhitzte Prozessluft zur Trocknung von feuchten Wäschestücken in die Trommel zu leiten.

[0022] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, in welcher im Allgemeinen nur ein Temperatursensor und ein Feuchtesensor verwendet werden, sind ein Temperatursensor und ein Feuchtesensor im Prozessluftkanal entweder vor oder nach der Trommel angeordnet.

[0023] In einer hierzu alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind im Prozessluftkanal jeweils vor und nach der Trommel jeweils ein Temperatursensor und ein Feuchtesensor angeordnet, wobei dann

- im Schritt (a) die relative Feuchtigkeit H_{rel} als relative Feuchtigkeit H_{rel}^{vor} vor und als relative Feuchtigkeit H_{rel}^{nach} nach der Trommel gemessen wird; im Schritt (b) die Temperatur T_P der Prozessluft als Temperatur T_P^{vor} der Prozessluft vor und als Temperatur T_P^{nach} der Prozessluft nach der Trommel gemessen wird;
- im Schritt (c) aus den relativen Feuchtigkeiten H_{rel}^{nach} und H_{rel}^{vor} unter Berücksichtigung der Temperaturen T_P^{nach} und T_P^{vor} eine absolute Wasserbeladung L_W^{nach} der Prozessluft nach der Trommel und eine absolute Wasserbeladung L_W^{vor} vor der Trommel berechnet wird, und daraus eine Differenz $\Delta L_W = L_W^{nach} - L_W^{vor}$ berechnet wird;
- im Schritt (d) der zeitliche Verlauf der Differenz ΔL_W der Wasserbeladung L_W verfolgt wird; und
- im Schritt (e) der zeitliche Verlauf der Differenz ΔL_W der Wasserbeladung L_W der Prozessluft zur Bestimmung der Restfeuchte R_W in den Wäschestücken herangezogen wird.

[0024] Es ist beim erfindungsgemäßen Verfahren be-

vorzugt, dass eine Anfangsfeuchte L_W^{init} berücksichtigt wird, wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen der Anfangsfeuchte L_W^{init} und der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird.

[0025] Die eingesetzten Temperatursensoren und Feuchtigkeitssensoren sind nicht eingeschränkt, solange mit ihnen eine Temperatur bzw. eine relative Feuchtigkeit der Prozessluft gemessen werden können. Vorteilhaft werden jedoch Sensoren eingesetzt, mit denen Temperatur und relative Feuchtigkeit der Prozessluft gleichzeitig gemessen werden können.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird daher als Temperatursensor und als Feuchtigkeitssensor ein Dualsensor verwendet, mit dem gleichzeitig die Temperatur T_P und die relative Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft gemessen werden kann.

[0027] Bei der erfindungsgemäß vorgesehenen Ermittlung der Restfeuchte über die absolute Beladung der Prozessluft mit Wasser wird vorteilhaft der Einfluss des Luftdruckes berücksichtigt.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher im Prozessluftkanal mindestens ein Drucksensor vorhanden, welcher den Druck P_P der Prozessluft misst, welcher dann für die Bestimmung der Wasserbeladung L_W herangezogen wird, wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen dem Druck P_P , einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_P herangezogen wird.

[0029] Bevorzugt wird als Drucksensor ein Tripelsensor herangezogen, mit dem gleichzeitig auch die relative Feuchtigkeit H_{rel} und die Temperatur T_P gemessen werden kann.

[0030] Ein Trocknungsprozess in einem Kondensationsrockner wird insbesondere auch durch einen Luftstrom der Prozessluft beeinflusst, da die Größe des Luftstroms auch bestimmt, wie lange eine bestimmte Luftmenge in Kontakt mit feuchten Wäschestücken sein kann.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher der Luftstrom A_P der Prozessluft eingestellt oder gemessen und für die Festlegung der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} berücksichtigt, wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen dem Luftstrom A_P und der Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird. Als Maß für den Luftstrom A_P der Prozessluft kann dabei eine Drehzahl oder Leistungsaufnahme des Prozessluftgebläses angesehen werden. Allerdings kann durch ein Durchflussmessgerät auch ein tatsächlicher Luftstrom der Prozessluft gemessen und dann als Luftstrom A_P der Prozessluft angesehen werden.

[0032] Der Feuchtegrad der Wäschestücke, d.h. die Feuchte oder Restfeuchte, ändert sich während eines Trocknungsprozesses, da zunächst Oberflächenwasser und schließlich Poren- und Kapillarwasser aus dem Gewebe der Wäschestücke verdampft. Abhängig von der

Feuchte der Wäschestücke zu Beginn des Trocknungsprozesses und der Gewebeart ist der Verlauf eines Feuchtegrads in einem Trocknungsprozess unterschiedlich und eine kontinuierliche und genaue Ermittlung eines Feuchtegrads daher vorteilhaft für eine wäscheschonende und energieeffiziente Trocknung der Wäschestücke, sowie eine genaue Steuerung der Endrestfeuchte bezüglich eines vorgegebenen Wertes wie beispielsweise "bügeltrocken".

[0033] Ein Trocknungsprozess wird somit durch die Anteile von Oberflächenwasser und im Inneren der Wäschestücke vorhandenem Wasser beeinflusst, wobei letzteres nur relativ langsam aus den Wäschestücken entfernt wird. Ein Trocknungsprozess hängt daher auch von der Beladung mit Wäschestücken ab.

[0034] Für die Vorgabe einer Restfeuchte R_W^{set} ist es jedenfalls vorteilhaft, wenn die Beladungsmenge der Trommel mit Wäschestücken und/oder die Anfangsfeuchte der Wäschestücke berücksichtigt werden können.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher eine Beladung W der Trommel mit Wäschestücken für die Festlegung der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} berücksichtigt, wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen der Beladung W und der Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird.

[0036] Die Beladungsmenge und/oder Anfangsfeuchte kann von einem Benutzer eingestellt oder vorzugsweise durch den Trockner ermittelt werden. Hierzu sind verschiedene Verfahren möglich. Dabei bezieht sich eine ermittelte Beladungsmenge auf die Trockenmasse der in die Trommel eingebrachten zu trocknenden Wäschestücke. Wäschestücke besitzen jedoch zu Beginn des Trocknungsprozesses einen Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf die Trockenmasse der Wäschestücke, beispielsweise von etwa 60% nach einem Waschverfahren und einem Schleudern bei 1200 U/min. Zudem verhalten sich unterschiedliche Beladungsmengen in einem Trocknungsprozess unterschiedlich. So kann sich beispielsweise ein Trocknungsprozess bei voller Beladung verlängern gegenüber einem Trocknungsprozess bei halber Beladung. Ebenso kann die Dauer der einzelnen im Trocknungsprozess durchlaufenen Phasen unterschiedlich sein.

[0037] Die Art der Bestimmung der Beladung W der Trommel mit Wäschestücken ist erfindungsgemäß nicht eingeschränkt. So kann die Beladung beispielsweise durch Eingabe durch den Benutzer festgelegt werden. Im Allgemeinen wird die Beladung der Trommel jedoch durch den Trockner ermittelt, beispielsweise durch Auswiegen der Trommel und/oder durch Auswertung eines Motorstromes und/oder einer elektrischen Leistung des elektrischen Antriebsmotors. Bevorzugt wird die Beladung durch Auswertung eines Motorstromes und/oder einer elektrischen Leistung des elektrischen Antriebsmotors ermittelt. Wird beispielsweise die an den elektrischen Antriebsmotor abgegebene Leistung konstant gehalten,

so kann zur Bestimmung des Beladungszustandes der Trommel die Abhängigkeit des Motorstromes von einer Last des elektrischen Antriebsmotors genutzt werden. Dabei kann insbesondere ein Verlauf des Stromes innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes, beispielsweise bei einem Hochlauf der Trommel, verfolgt werden. Dabei kann über die Abhängigkeit des Drehmoments des elektrischen Antriebsmotors von dem Beladungszustand der Trommel sowie aufgrund der Abhängigkeit des Drehmoments von dem Motorstrom auf die Beladung geschlossen werden.

[0038] Allerdings ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren in bevorzugten Ausführungsformen auch die Bestimmung und Berücksichtigung der Beladungsmenge mit Wäschestücken und/oder der Anfangsfeuchte der Wäschestücke.

[0039] Beim erfindungsgemäßen Verfahren können diese Eigenschaften von Wäschestücken nämlich vorteilhaft bestimmt werden, indem ein Maximalwert der absoluten Wasserbeladung bestimmt wird. Vorteilhaft kann hierbei auch eine Art der Wäschestücke und damit der Fasern berücksichtigt werden.

[0040] Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann auch der Zeitpunkt des Auftretens des Maximums der absoluten Wasserbeladung L_W bestimmt werden. Bei dieser Ausführungsform wird eine im Kondensationstrockner im Allgemeinen vorhandene Zeitmessvorrichtung verwendet. Vorzugsweise ist außerdem in der Steuereinrichtung ein Zusammenhang zwischen einer Beladung mit Wäschestücken sowie dem Zeitpunkt des Maximums der Wasserbeladung hinterlegt.

[0041] Erfindungsgemäß ist somit ein Verfahren bevorzugt, bei dem im Kondensationstrockner der bis zum Erreichen des Maximums $L_W^{\max}$ einer Wasserbeladung L_W vergangene vergangene Zeitraum $\Delta t_{\max}$ gemessen und in Hinblick auf eine Beladung W der Trommel mit Wäschestücken ausgewertet wird. Dabei ist in der Steuereinrichtung im Allgemeinen ein Zusammenhang zwischen dem Zeitraum $\Delta t_{\max}$ und der Beladung W der Trommel mit Wäschestücken hinterlegt.

[0042] Außerdem ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass das Maximum $L_W^{\max}$ einer Wasserbeladung L_W in Hinblick auf eine Beladung W der Trommel mit Wäschestücken ausgewertet wird, wobei ein in der Steuereinrichtung für verschiedene Anfangsfeuchten L_W^{init} hinterlegter Zusammenhang zwischen der Beladung W der Trommel und dem Maximum $L_W^{\max}$ herangezogen wird.

[0043] Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Kondensationstrockner mit einem Prozessluftkanal, in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses in einem Kreislauf bewegt wird, einer Heizung, einer Trommel mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuereinrichtung, wobei im Prozessluftkanal ein Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor angeordnet sind, und wobei die Steuereinrichtung zur Durchführung eines Trocknungsprozesses eingerichtet ist, der die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Messen einer relativen Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft mit dem Feuchtesensor;
- (b) Messen einer Temperatur T_P der Prozessluft mit einem Temperatursensor;
- (c) Ermitteln einer absoluten Wasserbeladung L_W der Prozessluft aus der relativen Feuchtigkeit H_{rel} unter Berücksichtigung der Temperatur T_P , wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen einer maximalen Wasserbeladung $L_W^{\max}$ und der Temperatur T_P herangezogen wird;
- (d) Verfolgen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W ;
- (e) Heranziehen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W zur Bestimmung einer Restfeuchte R_W in den Wäschestücken;
- (f) Vergleichen der Restfeuchte R_W mit einer vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} ; und
- (g) Beenden des Trocknungsprozesses bei Erreichen oder Unterschreiten der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} .

[0044] Erfindungsgemäß ist ein Kondensationstrockner bevorzugt, bei dem ein Temperatursensor und ein Feuchtesensor im Prozessluftkanal vor und/oder nach der Trommel angeordnet sind.

[0045] Vorzugsweise wird als Temperatursensor und als Feuchtesensor ein Tripelsensor verwendet, mit welchem neben der Temperatur T_P und der relativen Feuchtigkeit H_{rel} auch ein Luftdruck P_P der Prozessluft gemessen werden kann.

[0046] Im Allgemeinen ist beim erfindungsgemäßen Kondensationstrockner eine Kondensatpumpe in einer Kondensatwanne oder einem mit der Kondensatwanne verbundenen Kondensatkanal angeordnet. Die Kondensatwanne ist im Allgemeinen über einen sogenannten Kondensatkanal mit einem Behälter zur Zwischenspeicherung des Kondensats, d.h. einem Kondensatbehälter, oder mit einer Abwasserleitung zur Entsorgung des Kondensats verbunden. Da in der Regel die Kondensatwanne in der Bodengruppe des Kondensationstrockners angeordnet ist und das Kondensat entgegen der Schwerkraft aus dieser entfernt wird, ist im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner vorzugsweise in der Kondensatwanne oder im Kondensatkanal eine Kondensatpumpe angeordnet.

[0047] Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner verfügt über eine Heizung, insbesondere eine elektrische Heizung oder eine Gasheizung, wobei eine elektrische Heizung bevorzugt verwendet wird. Die Heizung dient zur Erwärmung der Prozessluft vor dem Einleiten in die Trommel des Kondensationstrockners.

[0048] Zur Beförderung der Prozessluft weist der Kondensationstrockner zudem im Prozessluftkanal ein Gebläse auf, welches hierin auch als Prozessluftgebläse bezeichnet wird.

[0049] Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner, der insbesondere als Umlufttrockner ausgestaltet ist, ist mindestens ein Wärmetauscher zur Entfeuchtung

der feuchtwarmen Prozessluft vorhanden. Dies wird im Allgemeinen durch eine Abkühlung der feuchtwarmen Prozessluft erreicht. Der Wärmetauscher benutzt zur Entfeuchtung der Prozessluft im Allgemeinen ein Kühlmedium, beispielsweise Kühlluft oder ein Kältemittel.

[0050] Der Wärmetauscher ist insbesondere ein Luft-Luft-Wärmetauscher oder eine Wärmesenke einer Wärmepumpe, insbesondere ein Verdampfer.

[0051] Eine Wärmepumpe ist dabei durch zwei Wärmetauscher charakterisiert, nämlich eine Wärmesenke, in welcher Wärme aufgenommen wird, eine Wärmequelle, in welcher Wärme abgegeben wird, und eine Pumpereinrichtung, welche Wärme von der Wärmesenke zur Wärmequelle gegebenenfalls unter Temperaturänderung transferiert. Bei einem mit einer Wärmepumpe vom Kompressor-Typ ausgestatteten Kondensationstrockner erfolgt die Kühlung der warmen, mit Feuchtigkeit beladenen Prozessluft im Wesentlichen in der auch als Verdampfer bezeichneten Wärmesenke der Wärmepumpe, wo die übertragene Wärme zur Verdampfung eines in der als Kreislauf ausgestalteten Pumpereinrichtung zirkulierenden Kältemittels verwendet wird. Das aufgrund der Erwärmung verdampfte Kältemittel wird in der Pumpereinrichtung über einen Kompressor der Wärmequelle, die ein Verflüssiger für das Kältemittel ist, der Wärmepumpe zugeführt, wo aufgrund der Verflüssigung des gasförmigen Kältemittels Wärme freigesetzt wird. Hinter dem Verflüssiger wird das dann flüssige Kältemittel in einer Drossel der Pumpereinrichtung entspannt, wodurch sein Binnendruck herabgesetzt wird, und gelangt schließlich zurück zum Verdampfer.

[0052] Beim erfindungsgemäßen Kondensationstrockner befindet sich im Prozessluftkanal vorzugsweise ein Luft-Luft-Wärmetauscher oder ein Verdampfer einer Wärmepumpe. Wird ein Luft-Luft-Wärmetauscher verwendet, ist in diesem vorzugsweise ein Kühlluftkanal vorhanden, durch den vergleichsweise kühle Luft, insbesondere aus einem Aufstellraum des Trockners, als Kühlmedium mittels eines Kühlluftgebläses hindurch geleitet wird.

[0053] Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner ist insbesondere ein Wäschetrockner an sich oder ein Waschtrockner. Ein Waschtrockner ist hierbei ein Kombinationsgerät, das über eine Waschfunktion zum Waschen von Wäsche und über eine Trocknungsfunktion zum Trocknen von feuchter Wäsche verfügt.

[0054] Der Kondensationstrockner weist vorteilhaft eine optische und/oder akustische Anzeigevorrichtung für unterschiedliche Zustände des Kondensationstrockners auf. Hierzu wird vorzugsweise eine optische Anzeigevorrichtung verwendet. Die Anzeigevorrichtung kann beispielsweise durch Ausgabe eines Textes oder durch Aufleuchten verschiedenfarbiger Leuchtdioden Informationen über den Betrieb des Trockners geben, beispielsweise über den Verlauf der absoluten Wasserbeladung L_W und/oder der Restfeuchte R_W der Wäschestücke, über die Beladungsmenge, die Phase des Trocknungsprozesses, beispielsweise Aufheizphase, stationäre

Phase, instationäre Phase, oder die verbleibende Restlaufzeit eines Trocknungsprozesses.

[0055] Verfahren und Kondensationstrockner der Erfindung haben mehrere Vorteile. Vorteile der Erfindung sind insbesondere, dass in einem Trocknungsprozess eine gewünschte Restfeuchte von Wäschestücken verbessert eingestellt werden kann, so dass auch die Beendigung eines Trocknungsprozesses optimiert erfolgt kann. Dabei können in Ausführungsformen der Erfindung Wäscheigenschaften wie Beladung und Feuchtegrad, auf genaue Weise durch eine Auswertung des zeitlichen Verlaufs der absoluten Wasserbeladung der Prozessluft während des Trocknungsprozesses ermittelt und berücksichtigt werden. Das Durchlaufen der einzelnen Phasen eines Trocknungsprozesses und insbesondere die Steuerung eines Trocknungsprozesses zum Erreichen eines vorgegebenen Restfeuchtegehaltes der Wäschestücke sind in Ausführungsformen der Erfindung für jede individuelle Beladung der Trommel mit Wäschestücken möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren und der erfindungsgemäße Kondensationstrockner erlauben somit eine an die Anforderungen des Benutzers angepasste individuelle, energieeffiziente und wäscheschonende Durchführung eines Trocknungsprozesses.

[0056] Nach einer von der Beladung und Anfangsrestfeuchte abhängigen Aufheizphase befindet sich der Trocknungsprozess im Allgemeinen im stationären Zustand. Die relative Feuchtigkeit der Prozessluft am Trommelaustritt kann bis 100% steigen. Beide Wasserbeladungen, vor und nach der Trommel, haben ein Maximum. Die Differenz der beiden als Maß der Wasseraufnahme der Prozessluft infolge der Wäschetrocknung sinkt danach mit zunehmender Trocknungsdauer. Der Zusammenhang zwischen Trockengrad der Wäsche, d.h. Restfeuchte, und der Differenz der Wasserbeladung kann dann als ein gutes Abschaltkriterium für die Heizung der Prozessluft und damit die Beendigung des Trocknungsprozesses dienen. Dieses Abschaltkriterium ist im Allgemeinen von der Beladung und dem Prozessluftvolumenstrom abhängig, aber nahezu von der Anfangsrestfeuchte unabhängig, wobei diese Einflussfaktoren in Ausführungsformen der Erfindung berücksichtigt werden.

[0057] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur 1 erläutert.

[0058] Die Figur 1 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Trockner, der als Kondensationstrockner ausgestaltet ist, wobei die Pfeile die Fließrichtung der Prozessluft anzeigen. Andere Ausführungsformen sind denkbar.

[0059] Der in Figur 1 dargestellte Trockner 1 weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel 3 für die Aufnahme von zu trocknenden, hier nicht gezeigten, Wäschestücken, auf, innerhalb welcher Mitnehmer 5 zur Bewegung von Wäschestücken während einer Trommeldrehung angebracht sind. Die Prozessluft wird im Prozessluftkanal 2 mittels eines Prozessluftgebläses 6 über einen Luft-Luft-Wärmetauscher 14 und eine elektrische

Heizung 4 durch die Trommel 3 geführt. Dabei wird von der elektrischen Heizung 4 erwärmte Luft durch den Trommeleingang 19 von hinten, d.h. von der einer Tür 12 gegenüber liegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die Trommel 3 geleitet.

[0060] Nach Austritt aus der Trommel 3 strömt die mit Feuchtigkeit beladene Prozessluft durch die Befüllöffnung der Trommel 3 durch ein Flusensieb 11 innerhalb der die Befüllöffnung verschließenden Tür 12. Anschließend wird der Prozessluftstrom in der Tür 12 nach unten durch den Trommelausgang 18 in den Prozessluftkanal 2 umgelenkt und zum Luft-Luft-Wärmetauscher 14 geleitet, durch den Kühlluft in einem Kühlluftkanal 15 mittels eines Kühlluftgebläses 16 befördert werden kann. Im Luft-Luft-Wärmetauscher 14 kondensiert infolge Abkühlung ein mehr oder weniger großer Teil der von der Prozessluft aus den Wäschestücken aufgenommenen Feuchtigkeit und wird in einer Kondensatwanne 17 aufgefangen.

[0061] Die Steuerung des Trockners 1 erfolgt über eine Steuereinrichtung 8, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 7 geregelt werden kann. Zwei Tripelsensoren 9, 10, nämlich ein Tripelsensor 9 am Trommelausgang 18 und ein Tripelsensor 10 am Trommeleingang 19, sind mit der Steuereinrichtung 8 verbunden. Die Tripelsensoren können jeweils eine relative Luftfeuchtigkeit, eine Temperatur und den Luftdruck der Prozessluft messen und damit die Messwerte liefern die für das erfindungsgemäße Verfahren und bevorzugte Ausführungsformen davon erforderlich sind, so dass die Restfeuchte der Wäschestücke und insbesondere auch eine Beladung der Trommel 3 mit Wäschestücken ermittelt werden kann. Hierzu ist im Kondensationstrockner auch eine Zeitmessvorrichtung 20 vorhanden.

[0062] Bei der in der Figur 1 gezeigten Ausführungsform werden das Prozessluftgebläse 6 und die Trommel 3 durch den Antriebsmotor 13 angetrieben. Der Antriebsmotor 13 ist bei dieser Ausführungsform ein bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC). Die Trommel ist dabei stark untersetzt, beispielsweise im Verhältnis 1:55, wohingegen das Prozessluftgebläse nicht untersetzt ist, sondern vom Antriebsmotor mit einem Drehzahlverhältnis 1:1 angetrieben wird.

[0063] Eine Anzeigevorrichtung 21 ermöglicht die Anzeige einer Restlaufzeit des Trocknungsprozesses im Hinblick auf einen vom Benutzer gewählten Restfeuchtwert, beispielsweise bügeltrocken, oder die Anzeige der ermittelten Beladung oder sonstiger Zustände des Trockners oder die Anzeige des Status des Trocknungsprozesses, beispielsweise in farblich differenzierter Form.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0064]

- 1 Trockner
- 2 Prozessluftkanal

- 3 Trommel
- 4 (Elektrische) Heizung
- 5 Mitnehmer
- 6 Prozessluftgebläse, Gebläse
- 7 Bedieneinheit
- 8 Steuereinrichtung
- 9 Tripelsensor, Sensor für die Messung von Temperatur, relativer Feuchte und Luftdruck am Trommelausgang
- 10 Tripelsensor, Sensor für die Messung von Temperatur, relativer Feuchte und Luftdruck am Trommeleingang
- 11 Flusensieb
- 12 Tür
- 13 drehzahlvariabler Antriebsmotor; insbesondere BLDC-Motor
- 14 Wärmetauscher; insbesondere Luft-Luft-Wärmetauscher
- 15 Kühlluftkanal
- 16 Kühlluftgebläse
- 17 Kondensatwanne
- 18 Trommelausgang
- 19 Trommeleingang
- 20 Zeitmessvorrichtung, Uhr
- 21 (Optische) Anzeigevorrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners (1) mit einem Prozessluftkanal (2), in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses (6) in einem Kreislauf bewegt wird, einer Heizung (4), einer Trommel (3) mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuereinrichtung (8), wobei im Prozessluftkanal (2) ein Wärmetauscher (14) zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor (9,10) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Trocknungsprozess die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Messen einer relativen Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft mit dem Feuchtesensor (9,10);
- (b) Messen einer Temperatur T_p der Prozessluft mit einem Temperatursensor (9,10);
- (c) Ermitteln einer absoluten Wasserbeladung L_W der Prozessluft aus der relativen Feuchtigkeit H_{rel} unter Berücksichtigung der Temperatur T_p , wobei ein in der Steuereinrichtung (8) hinterlegter Zusammenhang zwischen einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_p herangezogen wird;
- (d) Verfolgen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W ;
- (e) Heranziehen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W zur Bestimmung einer Restfeuchte R_W in den Wäschestücken;
- (f) Vergleichen der Restfeuchte R_W mit einer

- vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} ; und
(g) Beenden des Trocknungsprozesses bei Erreichen oder Unterschreiten der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} .
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Schritten (e) und (f) als Maß für die vorgegebene Restfeuchte R_W^{set} eine vorgegebene minimale Wasserbeladung L_W^{min} der Prozessluft verwendet wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursensor (10) und ein Feuchtesensor (10) im Prozessluftkanal (2) entweder vor oder nach der Trommel (3) angeordnet sind.
 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Prozessluftkanal jeweils vor und nach der Trommel (3) jeweils ein Temperatursensor (9,10) und ein Feuchtesensor (9,10) angeordnet sind und
im Schritt (a) die relative Feuchtigkeit H_{rel} als relative Feuchtigkeit $H_{\text{rel}}^{\text{vor}}$ vor und als relative Feuchtigkeit $H_{\text{rel}}^{\text{nach}}$ nach der Trommel (3) gemessen wird;
im Schritt (b) die Temperatur T_P der Prozessluft als Temperatur T_P^{vor} der Prozessluft vor und als Temperatur T_P^{nach} der Prozessluft nach der Trommel (3) gemessen wird; im Schritt (c) aus den relativen Feuchtigkeiten $H_{\text{rel}}^{\text{nach}}$ und $H_{\text{rel}}^{\text{vor}}$ unter Berücksichtigung der Temperaturen T_P^{nach} und T_P^{vor} eine absolute Wasserbeladung L_W^{nach} der Prozessluft nach der Trommel und eine absolute Wasserbeladung L_W^{vor} vor der Trommel berechnet wird, und daraus eine Differenz $\Delta L_W = L_W^{\text{nach}} - L_W^{\text{vor}}$ berechnet wird; im Schritt (d) der zeitliche Verlauf der Differenz ΔL_W der Wasserbeladung L_W verfolgt wird; und
im Schritt (e) der zeitliche Verlauf der Differenz ΔL_W der Wasserbeladung L_W der Prozessluft zur Bestimmung der Restfeuchte R_W in den Wäschestücken herangezogen wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anfangsfeuchte L_W^{init} der Wäschestücke berücksichtigt wird, wobei ein in der Steuereinrichtung hinterlegter Zusammenhang zwischen der Anfangsfeuchte L_W^{init} und der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Temperatursensor (9,10) und als Feuchtigkeitssensor (9,10) ein Dualsensor verwendet wird, der gleichzeitig die Temperatur T_P und die relative Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft gemessen werden kann.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Prozessluftkanal (2) mindestens ein Drucksensor (9,10) vorhanden ist, welcher den Druck P_P der Prozessluft misst, welcher dann für die Bestimmung der Wasserbeladung L_W herangezogen wird, wobei ein in der Steuereinrichtung (8) hinterlegter Zusammenhang zwischen dem Druck P_P , einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_P herangezogen wird.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Drucksensor (9,10) ein Tripelsensor herangezogen wird, mit dem gleichzeitig auch die relative Feuchtigkeit H_{rel} und die Temperatur T_P gemessen werden kann.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftstrom A_P der Prozessluft eingestellt oder gemessen und für die Festlegung der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} berücksichtigt wird, wobei ein in der Steuereinrichtung (8) hinterlegter Zusammenhang zwischen dem Luftstrom A_P und der Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beladung W der Trommel (3) mit Wäschestücken für die Festlegung der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} berücksichtigt wird, wobei ein in der Steuereinrichtung (8) hinterlegter Zusammenhang zwischen der Beladung W und der Restfeuchte R_W^{set} herangezogen wird.
 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kondensationstrockner (1) der bis zum Erreichen des Maximums L_W^{max} einer Wasserbeladung L_W vergangene Zeitraum Δt_{max} gemessen und in Hinblick auf eine Beladung W der Trommel (3) mit Wäschestücken ausgewertet wird.
 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Maximum L_W^{max} einer Wasserbeladung L_W in Hinblick auf eine Beladung W der Trommel (3) mit Wäschestücken ausgewertet wird, wobei ein in der Steuereinrichtung (8) für verschiedene Anfangsfeuchten L_W^{init} hinterlegter Zusammenhang zwischen der Beladung W der Trommel (3) und dem Maximum L_W^{max} herangezogen wird.
 13. Kondensationstrockner (1) mit einem Prozessluftkanal (2), in welchem Prozessluft mittels eines Gebläses (6) in einem Kreislauf bewegt wird, einer Heizung (4), einer Trommel (3) mit darin platzierten Wäschestücken, und einer Steuereinrichtung (8), wobei im Prozessluftkanal (2) ein Wärmetauscher (14) zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft sowie mindestens ein Feuchtesensor (9,10) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Steuereinrichtung (8) zur Durchführung eines Trocknungsprozesses eingerichtet ist, der die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Messen einer relativen Feuchtigkeit H_{rel} der Prozessluft mit dem Feuchtesensor (9,10); 5
 - (b) Messen einer Temperatur T_P der Prozessluft mit einem Temperatursensor (9,10);
 - (c) Ermitteln einer absoluten Wasserbeladung L_W der Prozessluft aus der relativen Feuchtigkeit H_{rel} unter Berücksichtigung der Temperatur T_P , wobei ein in der Steuereinrichtung (8) hinterlegter Zusammenhang zwischen einer maximalen Wasserbeladung L_W^{max} und der Temperatur T_P herangezogen wird; 10
 - (d) Verfolgen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W ; 15
 - (e) Heranziehen des zeitlichen Verlaufs der Wasserbeladung L_W zur Bestimmung einer Restfeuchte R_W in den Wäschestücken; 20
 - (f) Vergleichen der Restfeuchte R_W mit einer vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} ; und
 - (g) Beenden des Trocknungsprozesses bei Erreichen oder Unterschreiten der vorgegebenen Restfeuchte R_W^{set} . 25
14. Kondensationstrockner nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursensor (9,10) und ein Feuchtesensor (9,10) im Prozessluftkanal (2) vor und/oder nach der Trommel (3) angeordnet sind. 30
15. Kondensationstrockner nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Temperatursensor (9,10) und als Feuchtesensor (9,10) ein Tripsensor verwendet wird, mit welchem neben der Temperatur T_P und der relativen Feuchtigkeit H_{rel} auch ein Luftdruck P_P der Prozessluft gemessen werden kann. 35

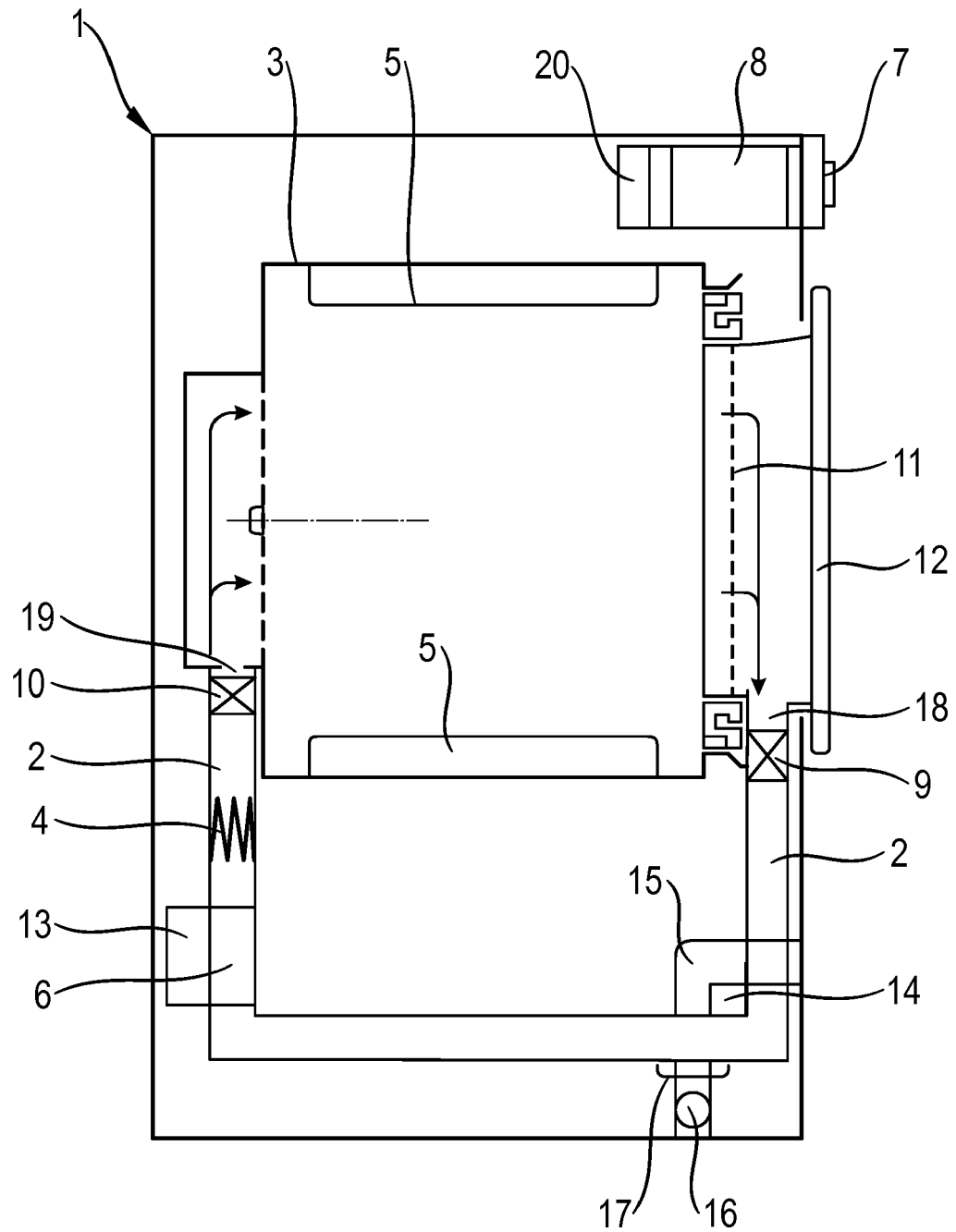
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 17 5016

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2016/160431 A1 (LEE SUNKI [KR] ET AL) 9. Juni 2016 (2016-06-09)	1-5,13,14	INV. D06F58/28
A	* Absatz [0043] - Absatz [0044] * * Absatz [0046] - Absatz [0054] * * Absatz [0019] - Absatz [0022] * * Absatz [0116] - Absatz [0122] * * Abbildungen 1-10 *	6-11,15	
X	US 2013/091728 A1 (MORIN VICTOR N [US] ET AL) 18. April 2013 (2013-04-18)	1,13	
A	* Absatz [0007] - Absatz [0015] * * Absatz [0033] - Absatz [0040] * * Abbildungen 1-13 *	2-12,14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D06F
A	DE 10 2008 040846 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE [DE]) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Absatz [0015] - Absatz [0020] * * Abbildungen 1, 2 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. September 2017	Prüfer Bermejo, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 17 5016

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.

01-09-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2016160431 A1	09-06-2016	CN 105696284 A	22-06-2016
			EP 3031978 A1	15-06-2016
			US 2016160431 A1	09-06-2016
15	-----	-----	-----	-----
	US 2013091728 A1	18-04-2013	US 2013091728 A1	18-04-2013
			US 2016060804 A1	03-03-2016
			US 2016060805 A1	03-03-2016
			US 2016060806 A1	03-03-2016
20	-----	-----	-----	-----
	DE 102008040846 A1	04-02-2010	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
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

- DE 102008021598 A1 **[0006]**
- DE 102009028358 A1 **[0007]**
- DE 4243594 C2 **[0008]**
- DE 102006037239 A1 **[0009]**
- DE 4411958 A1 **[0010]**
- DE 19918877 A1 **[0011]**
- EP 2227585 B1 **[0012]**
- WO 2014040904 A2 **[0013]**
- DE 4211012 C2 **[0014]**
- EP 0481561 A2 **[0015]**
- EP 0088175 A1 **[0016]**