

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
20. März 2014 (20.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/040904 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/068363
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
5. September 2013 (05.09.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 216 397.2
14. September 2012 (14.09.2012) DE
- (71) **Anmelder:** **BSH BOSCH UND SIEMENS
HAUSGERÄTE GMBH** [DE/DE]; Carl-Wery-Str. 34,
81739 München (DE).
- (72) **Erfinder:** **GÄRTLEIN, Andrea**; Calvinstr. 9, 10557
Berlin (DE). **HÄHNEL, Anja**; Deutschmeisterstraße 24,
10367 Berlin (DE). **SIMON, Marcus**; Wiesenstr. 3, 14612
Falkensee (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

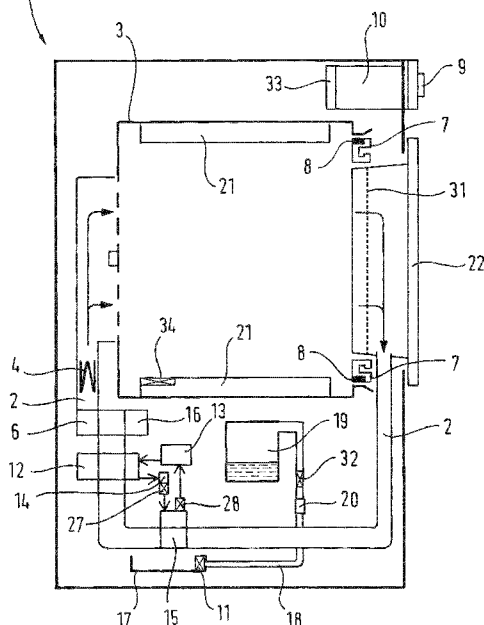
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) **Title:** CONDENSER DRYER WITH MEANS FOR DETERMINING THE LOADING, AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

(54) **Bezeichnung :** KONDENSATIONSTROCKNER MIT ERMITTLUNG DER BELADUNG SOWIE VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a condenser dryer (1) having a process-air channel (2), a drum (3) for accommodating items of laundry, a heat exchanger (5, 15) for condensing water from humid/warm process air, a control device 10, at least one temperature sensor (27, 28, 29, 30) and a means (11, 20, 32) for determining the quantity of water condensed in the heat exchanger, wherein the at least one temperature sensor (27, 28, 29, 30) is arranged in a cooling-medium channel (24) and/or in the process-air channel (2) and the control device (10) is intended to determine loading of the drum (3) with items of laundry with reference to progression over time of the temperature measured by the at least one temperature sensor (27, 28, 29, 30) and progression over time of the quantity of water condensed. The invention also relates to a method which is suitable for operating said dryer.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner (1) mit einem Prozessluftkanal (2), einer Trommel (3) zur Aufnahme von Wäschestücken, einem Wärmetauscher (5,15) zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer Steuereinrichtung (10), mindestens einem Temperatursensor (27, 28, 29, 30) und einer Vorrichtung (11, 20, 32) zur Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser, wobei der mindestens eine Temperatursensor (27,28,29,30) in einem Kühlmediumkanal (24) und/oder im Prozessluftkanal (2) angeordnet ist und die Steuereinrichtung (10) eingerichtet ist, um anhand eines zeitlichen Verlaufes der mit dem

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/040904 A2

mindestens einen Temperatursensor (27, 28, 29, 30) gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser eine Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken zu ermitteln. Die Erfindung betrifft außerdem ein zum Betrieb dieses Trockners geeignetes Verfahren.

Kondensationstrockner mit Ermittlung der Beladung sowie Verfahren zu seinem Betrieb

Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner (im Folgenden auch mit „Trockner“
5 abgekürzt) mit einer Ermittlung der Beladung mit Wäschestücken (im Folgenden auch mit
„Beladung“ oder „Beladungsmenge“ abgekürzt) sowie ein zum Betrieb dieses Trockners
geeignetes Verfahren. Die Erfindung betrifft insbesondere einen Kondensationstrockner
mit einem Prozessluftkanal, einer Trommel zur Aufnahme von Wäschestücken, einem
Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer
10 Steuereinrichtung, mindestens einem Temperatursensor und einer Vorrichtung zur
Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser (im Folgenden
auch als „Kondensat“ bezeichnet).

Kondensationstrockner, deren Funktionsweise auf der Kondensation der mittels warmer
15 Prozessluft verdampften Feuchtigkeit aus Wäschestücken beruht, benötigen keinen
Abluftschlauch und sind sehr beliebt, weil sie in innen liegenden Bädern oder Waschkü-
chen von größeren Wohnkomplexen verwendet werden können. Bei Kondensationstrock-
nern bewegt sich die Luft (so genannte „Prozessluft“) in einem weitgehend geschlossenen
Kreislauf. Die zunächst kühle Prozessluft wird im Allgemeinen durch ein Gebläse
20 zunächst über eine Heizung geleitet. Dann tritt die trocken-warme Prozessluft in die Trom-
mel als Trocknungskammer ein, welche die zu trocknenden feuchten Wäschestücke ent-
hält. In der Trommel nimmt die heiße Prozessluft die Feuchtigkeit aus den Wäschestü-
cken auf. Die dann feuchte Prozessluft wird von der Trommel zur Entfeuchtung in einen
Wärmetauscher geleitet. Als Wärmetauscher wird in der Regel ein Luft-Luft-Wärmetau-
25 scher oder der Verdampfer einer Wärmepumpe verwendet. Die feucht-warme Prozessluft
wird darin abgekühlt, so dass das in ihr enthaltene Wasser kondensiert. Das kondensierte
Wasser wird anschließend in der Regel in einem geeigneten Auffanggefäß gesammelt
und die abgekühlte und getrocknete Luft erneut der Heizung und anschließend der Trom-
mel zugeführt.

30 Während der einzelnen Trocknungsphasen verhalten sich unterschiedliche
Beladungsmengen unterschiedlich, so dass es sinnvoll ist, den Trocknungsprozess an die
Beladungsmenge anzupassen. Wenn hingegen bei einem Trockner die Trocknungspha-

sen lediglich an der Nennbeladung ausgerichtet sind, wird beispielsweise bei geringerer Beladung die Wäsche regelmäßig „übertrocknet“ und somit unnötig Energie verbraucht. Zudem dauert das Trocknungsverfahren der Wäsche übermäßig lang. Diese Nachteile können über die Bestimmung der Beladungsmenge überwunden werden. Dies erlaubt es, dass das Trocknungsverfahren angepasst und ein optimales Trocknungsergebnis erzielt werden kann. Außerdem wird dadurch auch der Energieverbrauch reduziert und somit die Umwelt geschont und dem Benutzer Kosten erspart.

Die DE 10 2008 025 496 A1 beschreibt eine Messanordnung zur Ermittlung einer Information über die aktuelle Beladung eines Wäschetrockners, wobei statt des ohmschen Leitwertes der bewertete elektrische Scheinleitwert einer Elektrodenanordnung zur Informationsgewinnung herangezogen wird.

Die DE 10 2008 021 598 A1 beschreibt ein Wäschetrocknungsgerät und ein Verfahren zu dessen Steuerung, wobei eine Steuereinheit im Wäschetrocknungsgerät dazu eingerichtet ist, den Trocknungsvorgang auf der Grundlage von Sensordaten eines Beladungssensors zu steuern. Bei dem Verfahren wird das Beladungsgewicht mittels des Beladungssensors erfasst.

Die DE 10 2009 001 112 A1 beschreibt ein Verfahren zum Überwachen einer Beladung einer Wäschetrommel eines Wäschetrockners und/oder zum Überwachen eines Trocknungsgrades von in die Wäschetrommel eingebrachten Wäschestücken, wobei die Wäschetrommel mittels eines Elektromotors angetrieben wird. Dabei wird in Abhängigkeit von Messwerten des Stromes auf den Trocknungsgrad der Wäschestücke und/oder die Beladung der Trommel geschlossen.

Schließlich beschreibt die DE 10 2009 028 358 A1 ein Wäschebehandlungsgerät mit einer drehbar gelagerten Trommel zum Trocknen und/oder Waschen von Wäsche, bei dem ebenfalls elektrische Parameter eines Elektromotors für die Bestimmung der Masse der in die Trommel eingebrachten Wäsche herangezogen werden.

Die DE 42 43 594 C2 offenbart ein Verfahren, bei dem eine Beladungsmenge an Wäschestücken anhand einer Temperaturveränderung der Prozessluft und eines Feuchtigkeitswertes der Prozessluft bestimmt wird. Dazu wird die Temperaturveränderung

durch einen im Prozessluftstrom an der Auslassöffnung der Trommel angeordneten Temperatursensor über einen bestimmten Zeitraum ermittelt. Zusätzlich wird mittels eines Feuchtigkeitssensors die Feuchtigkeit der aus der Trommel ausgegebenen Luft gemessen. Dann wird ein Wäschemengenwert ermittelt, indem die absolute Summe aus der
5 Temperaturveränderung und dem Feuchtigkeitwert gebildet und durch 2 dividiert wird. Ausgehend von diesem Wäschemengenwert wird die Wäschemenge als kleine, große oder sehr große Wäschemenge bestimmt. Dieses Verfahren nutzt mit dem Feuchtigkeitwert eine von der Umgebungstemperatur abhängige Größe, wobei jedoch die Umgebungstemperatur vernachlässigt wird, was zu Ungenauigkeiten führt.

10

Die DE 10 2006 037 239 A1 beschreibt ein Verfahren und einen Wäschetrockner bzw. Waschtrockner zum Steuern des Trocknens von feuchter Wäsche. Dabei wird ein Trocknungsvorgang unter Berücksichtigung zumindest eines Feuchtigkeitwertes oder eines diesem entsprechenden Messwertes der zu trocknenden Wäsche beendet, wobei
15 zusätzlich eine beim Trocknen der Wäsche bei oder nach Erreichen eines vorgegebenen Feuchtigkeitwertes oder eines diesem entsprechenden Messwertes ermittelte, der jeweiligen Wäscheart und/oder dem jeweiligen Beladungszustand der Wäschetrommel entsprechende Temperaturgröße zum gezielten Beenden des Trocknens herangezogen wird.

20

Die 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, wobei der zeitliche Anstieg des elektrischen Widerstandes des
25 Trocknungsgutes und die Temperaturdifferenz aus Trommeleintritts- und Trommelaustrittstemperatur erfasst und ausgewertet werden. Mit Hilfe einer elektronischen Einrichtung werden daraus Schlussfolgerungen auf die Wäscheart und das Wäschege-
wicht des Trocknungsgutes gezogen und die auf diese Weise gewonnenen Daten werden als Steuergrößen für die weitere Ablaufsteuerung des gewählten Trocknungsprogramms
30 der Programmsteuereinrichtung zugeführt.

Die DE 199 18 877 A1 beschreibt ein Verfahren zum Schätzen der Beladung und/oder der Trocknungsdauer bei einem Haushaltwäschetrockner vor Ablauf des Trocknungsvorganges, bei dem eine von der Wäscheuchte abhängige Größe und ein Maß für die

Temperatur eines Luftstromes 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 Trocknungs-
5 nungsdauer verwendet. Als von der Wäschefeuchte abhängige Größe wird insbesondere ein Maß für den elektrischen Widerstand der Wäsche ermittelt.

Die DE 199 39 274 A1 beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der voraussichtlichen Trockenzeit eines Trocknungsvorganges in Wäschetrocknern mit einer kontinuierlichen
10 Temperaturerfassung am Trommelein- und Trommelaustritt und feuchtegesteuerten Trocknungsprogrammen, bei denen mindestens frühzeitig nach dem Start des Gerätes mindestens zwei voneinander unabhängige Messgrößen verwendet und miteinander in Korrelation gesetzt werden. Als Beispiele für Messgrößen sind genannt der elektrische Widerstand/Leitwert der Wäsche zu Beginn des Trocknungsprozesses, der zeitliche
15 Temperaturverlauf am Trommelaustritt der Prozessluft nach dem Einschalten der Heizung sowie die jeweils daraus mathematisch/physikalisch ableitbaren Größen, und mehrere weitere sich auf die Temperatur beziehende Messgrößen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es vor diesem Hintergrund, einen Kondensationstrockner (im Folgenden auch mit „Trockner“ abgekürzt) mit einer verbesserten Ermittlung der Beladung bereitzustellen. Aufgabe der Erfindung war es außerdem, ein zum Betrieb dieses Trockners geeignetes Verfahren bereitzustellen.
20

Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch einen Kondensationstrockner sowie ein zum Betrieb dieses Trockners geeignetes Verfahren mit den
25 Merkmalen der entsprechenden unabhängigen Patentansprüche. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Trockners sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Trockners entsprechen bevorzugte
30 Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und umgekehrt, auch wenn dies hierin nicht explizit festgestellt ist.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein Kondensationstrockner mit einem Prozessluftkanal, einer Trommel zur Aufnahme von Wäschestücken, einem Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer Steuereinrichtung, mindestens einem Temperatursensor und einer Vorrichtung zur Bestimmung der Menge
5 an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser, wobei der mindestens eine Temperatursensor in einem Kühlmediumkanal und/oder im Prozessluftkanal angeordnet ist und die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um anhand eines zeitlichen Verlaufes der mit dem mindestens einen Temperatursensor gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser (im Folgenden auch mit „Kondensationsrate“ bezeichnet) eine Beladung der Trommel mit Wäschestücken zu ermitteln.
10

Hierbei wird unter der Beladung die Trockenmasse der in die Trommel eingebrachten zu trocknenden Wäschestücke verstanden.

15 Erfindungsgemäß wird mindestens ein Temperatursensor eingesetzt. Wird lediglich ein Temperatursensor eingesetzt, wird insbesondere die zeitliche Änderung der Temperatur am Ort dieses Temperatursensors gemessen und zur Bestimmung der Beladung mit herangezogen. Werden mehr als ein Temperatursensor eingesetzt, kann auch die Temperaturdifferenz zwischen zwei Orten, beispielsweise im Prozessluftkanal, gemessen
20 und insbesondere auch deren zeitliche Änderung verfolgt werden. Ist sowohl im Prozessluftkanal also auch im Kühlmediumkanal jeweils ein Temperatursensor angeordnet, kann die Temperatur in beiden Kanälen gemessen und deren zeitliche Änderung zur Bestimmung der Beladung mit herangezogen werden.

25 Erfindungsgemäß werden daher vorzugsweise mindestens zwei Temperatursensoren eingesetzt.

Die Art des Temperatursensors ist dabei nicht eingeschränkt, jedoch wird ein NTC-Sensor bevorzugt.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform des Kondensationstrockners ist ein erster Temperatursensor im Kühlmediumkanal am Eingang oder Ausgang des Wärmetauschers für das Kühlmedium angeordnet, vorzugsweise am Eingang.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Kondensationstrockners ist ein zweiter Temperatursensor im Kühlmediumkanal am Ausgang des Wärmetauschers für das Kühlmedium angeordnet.

- 5 Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner verfügt weiterhin in der Regel über eine Heizung, wobei diese insbesondere eine elektrische Heizung oder eine Gasheizung ist, wobei eine elektrische Heizung bevorzugt verwendet wird. Die Heizung dient zur Erwärmung der Prozessluft vor dem Einleiten in die Trommel des Kondensationstrockners.
- 10 Zur Beförderung der Prozessluft weist der Kondensationstrockner zudem in der Regel im Prozessluftkanal ein Gebläse auf.

Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner ist mindestens ein Wärmetauscher zur Entfeuchtung der feuchtwarmen Prozessluft vorhanden, so dass die feuchtwarme
15 Prozessluft aus der Trommel nicht in einen Aufstellraum des Trockners geleitet wird. Stattdessen wird zumindest ein Teil der Feuchtigkeit aus der feuchtwarmen Prozessluft durch Kondensation entfernt. 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.
20 Das auskondensierte Wasser wird dann in der Regel zunächst in einer Kondensatwanne aufgefangen bzw. durch eine Kondensatpumpe abgepumpt, beispielsweise in einen Kondensatbehälter.

Der Wärmetauscher ist insbesondere ein Luft-Luft-Wärmetauscher oder eine Wärme-
25 senke einer Wärmepumpe, insbesondere ein Verdampfer. 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 Pumpeinrichtung, 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
30 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 Pumpeinrichtung zirkulierenden Kältemittels verwendet wird. Das aufgrund der Erwärmung verdampfte Kältemittel wird in der

Pumpeinrichtung 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, die zum Aufheizen der Prozessluft vor Eintritt in die Trommel verwendet wird. Hinter dem Verflüssiger wird das nun flüssige Kältemittel in
5 einer Drossel der Pumpeinrichtung entspannt, wodurch sein Binnendruck herabgesetzt wird, und gelangt schließlich zurück zum Verdampfer.

Beim erfindungsgemäßen Kondensationstrockner befindet sich im Prozessluftkanal jedenfalls vorzugsweise ein Luft-Luft-Wärmetauscher oder ein Verdampfer einer Wärmepumpe, besonders bevorzugt ein Verdampfer einer Wärmepumpe.
10

Vorzugsweise ist im Luft-Luft-Wärmetauscher ein Kühlluftkanal vorhanden, durch den Luft, insbesondere aus einem Aufstellraum des Trockners, als Kühlmedium mittels eines Kühlluftgebläses hindurch geleitet wird.
15

Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner wird ein zeitlicher Verlauf der Menge an erzeugtem kondensiertem Wasser, d.h. Kondensat, gemessen und zur Bestimmung der Beladung mit Wäschestücken mit herangezogen. Die Kondensationsrate K beschreibt hierzu die Menge an dem aus den zu trocknenden Wäschestücken auskondensierten
20 Wasser, bezogen auf einen bestimmten Zeitraum. Somit gilt für die Kondensationsrate K :

$$K = m_{\text{H}_2\text{O}} / \Delta t$$

Hierbei ist $m_{\text{H}_2\text{O}}$ die Menge an dem aus den zu trocknenden Wäschestücken erhaltenen
25 Kondensat Wasser und Δt der dementsprechende Zeitraum. Der Zeitraum Δt ist erfindungsgemäß lediglich insofern eingeschränkt, als dass er ausreichend groß sein muss, um die Kondensationsrate K zuverlässig zu bestimmen, wobei der jeweilige Minimalzeitraum Δt_{min} im Allgemeinen von der Methode zur Bestimmung der Kondensationsrate abhängig ist.

30 Die Menge der im Wärmetauscher anfallenden Menge an kondensiertem Wasser kann auf unterschiedliche Weise bestimmt werden, wobei zur Verbesserung der Genauigkeit auch mehrere Bestimmungsmethoden miteinander kombiniert werden können. Hierzu wird der Umstand herangezogen, dass Kondensat im Allgemeinen zunächst in einer

unterhalb des Wärmetauschers angeordneten Kondensatwanne aufgefangen wird. Dann kann die Menge an Kondensat in der Kondensatwanne über den Wasserstand mit Hilfe eines Wasserstandsensors gemessen werden.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform des Kondensationstrockners ist daher in einer Kondensatwanne unterhalb des Wärmetauschers oder in einem Kondensatbehälter ein Wasserstandsensors angeordnet.

10 In der Regel wird das Kondensat zur Entsorgung oder zur Zwischenspeicherung in einen Kondensatbehälter abgepumpt. Hierzu befindet sich zwischen Kondensatwanne und Kondensatbehälter ein Kondensatkanal, in dem häufig eine Kondensatpumpe zur Beförderung des Kondensats angeordnet ist. Alternativ kann Kondensat zur Entsorgung über die Kondensatkanal auch einfach in eine Abwasserleitung gepumpt werden.

15 Jedenfalls kann bei Verwendung eines Kondensatkanals vorteilhaft ein Durchflusssensor, welcher die Menge an durchfließendem Kondensat misst, zur Bestimmung der Kondensationsrate herangezogen werden. Dies geht bei einer direkten Entsorgung des Kondensats, aber auch, wenn das Kondensat über den Kondensatkanal zur Zwischenspeicherung in den Kondensatbehälter befördert wird.

20

Bei Verwendung von Wasserstand- oder Durchflusssensoren kann ein vergleichsweise geringer Zeitabschnitt gewählt werden, bei dem in Abhängigkeit von dem verwendeten Sensor noch genaue Messwerte geliefert werden, wohingegen bei einer Ermittlung über eine Anzahl der Pumpzyklen der zum Abpumpen des Kondensats eingesetzten Pumpe
25 der Zeitraum Δt_{\min} vorzugsweise mindestens zwei Pumpzyklen umfassen sollte. Besonders vorteilhaft liegt hierbei der gesamte Zeitraum Δt in der Haupttrocknungsphase, womit Δt_{\max} der Dauer der Haupttrocknungsphase entspricht. Die Haupttrocknungsphase ist hierin die Phase des Trocknungsprozesses, bei der bei annähernd konstanter Prozesslufttemperatur hauptsächlich die Trocknung der Wäschestücke stattfindet.

30

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.

Der Trockner weist vorteilhaft eine optische und/oder akustische Anzeigevorrichtung für unterschiedliche Zustände des Trockners auf. Hierzu wird vorzugsweise eine optische Anzeigevorrichtung verwendet. Die Anzeigevorrichtung kann beispielsweise durch Aus-
5 gabe eines Textes oder durch Aufleuchten verschiedenfarbiger Leuchtdioden Informationen über den Betrieb des Trockners geben, beispielsweise über die Beladungsmenge oder über ein entsprechend angepasst verlaufendes Trocknungsprogramm bzw. eine verbleibende Restzeit eines Trocknungsprogramms.

10 Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einem Prozessluftkanal, einer Trommel mit darin platzierten Wäschestücken, einem Wärmetauscher zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer Steuereinrichtung, mindestens einem Temperatursensor und einer
15 Vorrichtung zur Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser, wobei der mindestens eine Temperatursensor in einem Kühlmediumkanal und/oder im Prozessluftkanal angeordnet ist und die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um anhand eines zeitlichen Verlaufes der mit dem Temperatursensor gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser eine Beladung der Trom-
20 mel mit den Wäschestücken zu ermitteln, wobei im Verfahren für mindestens einen vorgegebenen Zeitraum Δt_1 der zeitliche Verlauf der mit dem mindestens einen Temperatursensor gemessenen Temperatur und der zeitliche Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser ermittelt wird und durch Vergleich mit einem in der Steuereinrichtung hinterlegten Zusammenhang zwischen diesen zeitlichen Verläufen und der Beladung
25 der Trommel eine Beladung der Trommel mit Wäschestücken ermittelt wird.

Hierbei wird unter der Beladung die Trockenmasse der in die Trommel eingebrachten zu trocknenden Wäschestücke verstanden, die sich über die Dauer des erfindungsgemäßen Verfahrens und insbesondere eines durchgeführten Trocknungsprogramms nicht ändert. Eine erfindungsgemäße Bestimmung der Beladung ist somit nur einmal während des
30 Trocknungsprogramms nötig, obwohl sie gegebenenfalls auch öfter erfolgen kann.

Die Vorrichtung zur Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser ist erfindungsgemäß insbesondere ein Wasserstandsensoren in einer Kondensatwanne oder einem Kondensatbehälter, ein Durchflusssensoren oder eine Kondensatpumpe,

insbesondere eine solche, deren Funktion von einem Mindestvolumen an Kondensat abhängt, so dass die Anzahl von Pumpzyklen in einem vorgegebenen Zeitraum als Maß für die geförderte und daher erzeugte Menge an Kondensat herangezogen werden kann.

- 5 Durch einen Wasserstandsensor in der Kondensatwanne oder in dem Kondensatbehälter kann auf einfache Weise auf die Kondensationsrate geschlossen werden. Dazu wird beispielsweise über einen definierten Zeitraum Δt der Wasserstand gemessen und zunächst anhand der bekannten Maße der Kondensatwanne die Menge an dem aus den zu trocknenden Wäschestücken auskondensierten Wasser $m_{\text{H}_2\text{O}}$ ermittelt, woraus sich
10 dann die Kondensationsrate K ergibt.

Wenn ein Wasserstandsensor verwendet wird, ist dessen Art erfindungsgemäß nicht eingeschränkt. Bevorzugt wird jedoch ein analoger Wasserstandsensor verwendet. Es könnte aber beispielsweise auch bereits aus anderen Gründen ein Wasserstandsensor in
15 der Kondensatwanne oder im Kondensatbehälter vorgesehen sein, auf den dann zurückgegriffen werden könnte.

Vorzugsweise wird somit der zeitliche Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser, d.h. die Kondensationsrate, mittels eines Wasserstandsenors, der in einer unterhalb des
20 Wärmetauschers angeordneten Kondensatwanne oder in einem Kondensatbehälter angeordnet ist, ermittelt.

Alternativ ist es bevorzugt, dass im Kondensatkanal ein Durchflusssensor angeordnet ist. Der Kondensatkanal ist hierbei der Kanal, in dem das Kondensat abtransportiert wird,
25 beispielsweise aus der Kondensatwanne in den Kondensatbehälter. Auch durch einen derart angeordneten Durchflusssensor kann auf einfache Weise auf die Kondensationsrate geschlossen werden, beispielsweise indem über einen definierten Zeitraum Δt der Durchfluss gemessen wird, daraus zunächst die Menge an dem aus den zu trocknenden Wäschestücken auskondensierten Wasser $m_{\text{H}_2\text{O}}$ bestimmt wird, woraus sich dann die
30 Kondensationsrate K ergibt. Alternativ oder in Ergänzung zur obigen Bestimmungsmethode wird die Kondensationsrate somit mittels eines Durchflusssensors, der in einem Kondensatkanal angeordnet ist, ermittelt.

In einem Kondensationstrockner ist im Allgemeinen auch eine Kondensatpumpe zur Beförderung von Kondensat vorhanden. Im Allgemeinen wird das Kondensat mittels der Kondensatpumpe abtransportiert, die zeitlich gesteuert oder „ereignisgesteuert“ werden kann. Zeitlich gesteuert bedeutet hierin eine Steuerung anhand vorbestimmter Zeitwerte z.B. im Programmablauf. Ereignisgesteuert“ bedeutet, dass die Pumpe bei einer bestimmten Wassermenge auslöst. Bei „ereignisgesteuerten“ Pumpen arbeitet die Kondensatpumpe im Allgemeinen also erst bei Vorhandensein einer bestimmten vorgegebenen Wassermenge, wobei im Allgemeinen die Pumpe dann mit einer vorgegebenen konstanten Förderleistung arbeitet. Wird die vorgegebene Wassermenge unterschritten, wird die Pumpe abgeschaltet. Insgesamt ergibt sich daher ein Betrieb der Pumpe mit verschiedenen Betriebs- und Stillstandphasen, wobei anhand der Dauer der Betriebsphasen in einem vorgegebenen Zeitraum und somit der Anzahl der Pumpzyklen in einem bestimmten Zeitraum auf die geförderte und damit die im Wärmetauscher angefallene Kondensatmenge geschlossen werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher die Kondensationsrate mittels der Anzahl der Pumpzyklen pro Zeiteinheit einer im Kondensatkanal angeordneten Kondensatpumpe ermittelt.

Wenn der Trockner mit einer zeitlich gesteuerten Pumpe ausgestattet ist, so ist es bevorzugt, dass die Kondensationsrate über einen Wasserstandsensoren oder einen Durchflusssensoren ermittelt wird. Bei einem Trockner mit ereignisgesteuerter Pumpe wird die Kondensationsrate vorzugsweise anhand der Anzahl der Pumpzyklen in einem bestimmten Zeitraum Δt bestimmt. Dies hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Sensoren nötig sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise im Kühlmediumkanal des Wärmetauschers mit einem ersten Temperatursensoren die Temperatur T_{KE} des Kühlmediums am Eingang des Wärmetauschers und mit einem zweiten Temperatursensoren die Temperatur T_{KA} am Ausgang des Wärmetauschers gemessen und der zeitliche Verlauf einer Temperaturdifferenz $\Delta T_K = (T_{KA} - T_{KE})$ des Kühlmediums zur Bestimmung der Beladung der Trommel mit Wäschestücken herangezogen, wozu in der Steuereinrichtung ein Zusammenhang zwischen ΔT_K und der Beladung für verschiedene Werte der Menge an kondensiertem Wasser, d.h. an Kondensat, hinterlegt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird für die Bestimmung der Beladung der Trommel mit Wäschestücken ein in der Steuereinrichtung zusätzlich hinterlegter Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf der mit dem mindestens einen Temperatursensor gemessenen Temperatur, dem zeitlichen Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser, dem zeitlichen Verlauf einer Temperaturdifferenz $\Delta T_K = (T_{KA} - T_{KE})$ des Kühlmediums, wobei T_{KE} die Temperatur des Kühlmediums am Eingang des Wärmetauschers und T_{KA} die Temperatur des Kühlmediums am Ausgang des Wärmetauschers ist, und einer Drehzahl der Trommel und/oder eines Prozessluftgebläses sowie einer Heizleistung einer Heizung für die Prozessluft, und der Beladung der Trommel mit Wäschestücken herangezogen.

Hierdurch ist die Berücksichtigung der Drehzahl der Trommel möglich. Die Drehung der Trommel beeinflusst die Verteilung von Wäschestücken in der Trommel und damit den Fluss von Prozessluft durch die Trommel. Außerdem wird dadurch die Trocknung beeinflusst, da zunächst im Allgemeinen eine oberflächliche Trocknung von Wäschestücken erfolgt und somit die Zugänglichkeit der feuchten Wäschestücke für die warme und trockene Prozessluft vorzugsweise berücksichtigt werden sollte.

Zur Verbesserung der Genauigkeit der Bestimmung der Beladung ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass zur Bestimmung der Beladung zusätzlich ein Feuchtesensor verwendet wird, welcher in der Trommel die Feuchte der Wäschestücke bestimmt. Als Feuchtesensor kann insbesondere ein Leitfähigkeitssensor verwendet werden, d.h. ein Sensor, bei dem eine Feuchte der Wäschestücke über die von der Feuchte abhängige Leitfähigkeit der Wäschestücke gemessen werden kann. Beispielsweise können Elektroden im Lagerschild der Trommel als Feuchtesensor dienen.

Im Übrigen kann auch die Feuchte, d.h. der Trocknungsgrad, der Wäschestücke durch die Beobachtung des Motorstroms und/oder einer an den elektrischen Antriebsmotor abgegebenen Leistung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes ermittelt werden, da ein Strom- und/oder Leistungsgradient mit einer abnehmenden Feuchte der Wäschestücke kleiner wird.

Wenn zusätzlich die zeitabhängige Feuchte der Wäschestücke für die Bestimmung der Beladung berücksichtigt wird, hat dies den Vorteil, dass genaue Werte für die Beladung auch unter sehr unterschiedlichen Bedingungen ermittelt werden können, beispielsweise wenn die Beladung erst relativ spät im Trocknungsprozess bestimmt wird oder wenn
5 bereits relativ trockene Wäsche in den Trockner gegeben wird.

Eine geeignete Feuchtigkeitsbestimmungseinrichtung sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Kondensationstrockners sind beispielsweise in der EP 2 227 585 B1 beschrieben.
10

Im Allgemeinen wird ein Trocknungsverfahren bei Wäschetrocknern in drei Phasen unterteilt. Zuerst erfolgt die Aufheizphase, während der die Temperatur der Prozessluft an einem betrachteten Ort, beispielsweise einem Eingang oder Ausgang der Trommel, ansteigt, bis ein bestimmter Temperaturwert erreicht wird. Darauf folgt die Haupttrocknungsphase, in welcher der Trockner in einem quasi-stationären thermodynamischen Zustand betrieben wird, d.h. die Temperatur der Prozessluft ist an einem betrachteten Ort annähernd gleichbleibend. Diese Phase wird somit auch als „Gleichgewichtsphase“ bezeichnet. Die Haupttrocknungsphase beginnt, wenn ein bestimmter Wert der Prozesslufttemperatur erreicht ist (Schwellenwert) und der weitere Trocknungsprozess
15 der Wäschestücke bei annähernd gleicher Prozesslufttemperatur stattfindet. Während dieser Phase erfolgt die hauptsächliche Trocknung der Wäschestücke. Das Trocknungsverfahren wird dann mit einer Abkühlphase abgeschlossen, in der die Heizung abgeschaltet ist.
20

In der Aufheizphase ist die Korrelation des zeitlichen Verlaufs der mit dem mindestens einen Temperatursensor gemessenen Temperatur und/oder Temperaturdifferenz mit der Beladung mit Wäschestücken vergleichsweise kompliziert. Vorzugsweise sind daher für eine Bestimmung der Beladung bereits in der Aufheizphase in der Steuereinrichtung möglichst viele Daten zu Zusammenhängen zwischen der Beladung und den gemessenen
25 Temperaturwerten und Kondensationsraten usw. hinterlegt. Andererseits ist eine frühzeitige Festlegung oder Anpassung eines Trocknungsprozesses an eine Beladung wünschenswert.
30

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher die Beladung während der Aufheizphase und/oder zu Beginn der Haupttrocknungsphase ermittelt. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Beladung zu Beginn der Haupttrocknungsphase ermittelt. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der Zeit-

5 raum zur Ermittlung der Kondensationsrate Δt möglichst gering ist, und somit Δt_{\min} entspricht. Eine solche Ermittlung der Beladung B ermöglicht eine frühzeitige Anpassung des weiteren Verlaufs des Trocknungsprozesses an die Beladung.

Die Menge an dem aus den zu trocknenden Wäschestücken auskondensierten Wasser

10 $m_{\text{H}_2\text{O}}$ und damit die Kondensationsrate K kann auf verschiedene Weise ermittelt werden. Beispielsweise kann über einen definierten Zeitraum mit einem Wasserstandsensor der Wasserstand in der Kondensatwanne oder im Kondensatbehälter gemessen und daraus auf die Kondensationsrate K geschlossen werden. Alternativ kann bei zeitlicher Ansteuerung der Kondensatpumpe mittels eines Durchflusssensors die in einem bestimmten Zeit-

15 raum geförderte Wassermenge gemessen werden.

Erfindungsgemäß umfasst die Beladungsbestimmung also eine Ermittlung der Kondensationsrate K. Für verschiedene Kondensationsraten sind dann im Allgemeinen in der Steuereinrichtung entsprechende Werte für die Beladung hinterlegt. Insbesondere

20 korreliert die Beladung mit der Kondensationsrate K, da bei einer kleinen Wäschebeladung die Prozessluft weniger Feuchte aus der Wäsche aufnimmt als bei einer großen Wäschebeladung. Bei einer großen Beladung ist die Kondensationsrate K also hoch, wohingegen bei einer geringeren Beladung die Kondensationsrate K kleiner ist. Im Allgemeinen ist die Kondensationsrate weitgehend unabhängig von der Anfangsfeuchte

25 der Wäsche. Die Anfangsfeuchte der Wäsche beeinflusst im Allgemeinen hauptsächlich die Dauer des Trocknungsprozesses, jedoch kaum die Kondensationsrate.

Im Allgemeinen wird die Kondensationsrate K maßgeblich von der Temperatur des Kühlmediums T_K im Wärmetauscher zur Entfeuchtung der Prozessluft beeinflusst. Das

30 Kühlmedium im Wärmetauscher zur Entfeuchtung der Prozessluft dient der Abkühlung der Prozessluft und führt damit zur erwünschten Kondensation. Somit wird die Kondensationsrate K umso größer, je geringer die Temperatur des Kühlmediums T_K ist. Die Temperatur des Kühlmediums T_K kann variieren, beispielsweise in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Wäschetrockners. Insbesondere wird dieser Zusammen-

hang bei Wäschetrocknern mit Luft/Luft-Wärmetauschern deutlich, die die Umgebungsluft als Kühlmedium verwenden und bei denen somit die Kondensationsrate K von der Umgebungstemperatur abhängt. Eine große Kondensationsrate K könnte somit sowohl auf eine hohe Beladung und/oder auf eine niedrige Umgebungstemperatur hindeuten.

5

Dies bedeutet, dass der mindestens eine Temperatursensor derart angeordnet ist, dass er die Temperatur des Kühlmediums T_K ermitteln kann. Der Kühlmittelkanal ist hierbei im Allgemeinen die das Kühlmedium direkt umgebende Anordnung, beispielsweise bei Luft/Luft-Wärmetauschern die Kühlluft-Führung vom Eintritt der Kühlluft in den Wäschetrockner bis zu deren Austritt aus dem Wäschetrockner oder bei Wärmepumpentrocknern die entsprechende Führung des Kältemittels.

Vorzugsweise wird daher zur Bestimmung die Beladung des Wäschetrockners nicht nur die Abhängigkeit von der Kondensationsrate K , sondern auch die Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmediums T_K ermittelt und durch geeigneten Zusammenhänge, die in der Steuereinrichtung hinterlegt sind, für die Bestimmung der Beladung berücksichtigt. Dabei wird die Temperatur des Kühlmediums T_K vorzugsweise zu einem Zeitpunkt innerhalb des Zeitraums Δt ermittelt, in dem auch die Kondensationsrate bestimmt wird.

Es ist im Übrigen erfindungsgemäß bevorzugt, dass die zeitliche Verfolgung von Temperaturen, Temperaturdifferenzen, Kondensationsraten usw. im gleichen Zeitraum geschieht. Es kann hierbei eine Messung in einem oder mehreren Zeitabschnitten vorgenommen werden.

Die Beladung des Wäschetrockners mit Wäschestücken wird im Allgemeinen bestimmt, indem in der Steuereinrichtung für verschiedene Kondensationsraten K bei verschiedenen Temperaturen des Kühlmediums T_K jeweils entsprechende Werte für die Beladung B hinterlegt sind. Somit lässt sich die Beladung B genau bestimmen.

Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, dass der Temperatursensor am Kühlmediumseintritt des Wärmetauschers angeordnet ist. Dies bedeutet, dass der Temperatursensor dort im Kühlmittelkanal angeordnet ist, wo das Kühlmedium in den Wärmetauscher eintritt. Beispielsweise ist dies der Eintrittsort der Kühlluft in den Luft/Luft-Wärmetauscher oder der Eintrittsort des Kältemittels in den Verdampfer. Durch eine derartige Anordnung kann

eine möglichst genaue Aussage über die Temperatur des Kühlmediums T_K getroffen werden, die dann die Kondensationsrate K in der Vorrichtung zur Entfeuchtung der Prozessluft bestimmt.

5 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein weiterer Temperatursensor am Kühlmediumaustritt der Vorrichtung zur Entfeuchtung der Prozessluft angeordnet. Der weitere Temperatursensor ist dabei dort in der Kühlmittelkanal angeordnet ist, wo das Kühlmedium aus dem Wärmetauscher austritt. Beispielsweise ist dies der Austrittsort der Kühlluft aus dem Luft/Luft-Wärmetauscher oder der Austrittsort des Kältemittels aus dem
10 Verdampfer. Auf diese Weise kann eine Temperaturdifferenz ΔT_K des Kühlmediums zwischen der Temperatur des Kühlmediums an dessen Eintritt T_{KE} und der Temperatur des Kühlmediums an dessen Austritt T_{KA} aus der Vorrichtung zur Entfeuchtung ermittelt werden. Die Temperaturdifferenz ΔT_K des Kühlmediums ermöglicht eine Aussage zur „Kühlleistung“ des Wärmetauschers. Somit wird eine besonders genaue Grundlage zur
15 Bestimmung der Beladung geliefert. Bei dieser Ausführungsform wird die Beladung insbesondere in Abhängigkeit von der Kondensationsrate K und beiden Temperaturwerten T_{KE} und T_{KA} bestimmt oder in Abhängigkeit von der Kondensationsrate K und der Temperaturdifferenz ΔT_K , im Allgemeinen durch Hinterlegung entsprechender Daten in der Steuereinrichtung. So kann die Beladung genau bestimmt werden.

20

Falls im Kondensationstrockner vorhanden, kann der Kondensatbehälter im Kondensationstrockner fest oder abnehmbar installiert sein.

Als Ergebnis der Bestimmung der Beladung des Wäschetrockners mit Wäschestücken
25 kann ein auf die Beladung abgestimmtes Trocknungsverfahren durchgeführt werden. So können insbesondere die Leistung von Heizung, die Gebläsedrehzahl (Prozessluftgebläse, Kühlluftgebläse, falls vorhanden), die Trommeldrehzahl und/oder eine Dauer des Trocknungsverfahrens geeignet gewählt werden, um ein optimales Trocknungsergebnis zu erzielen.

30

Die Erfindung hat den Vorteil, dass ein Trockner mit einer verbesserten Effizienz betrieben werden kann. Insbesondere erlaubt es die Erfindung, dass der Verlauf eines Trocknungsverfahrens individuell an die Beladung angepasst wird. Dadurch wird eine unzureichende Trocknung oder Übertrocknung der Wäschestücke vermieden. Insbeson-

dere kann durch die Erfindung eine erwünschte Endrestfeuchte erzielt werden. So kann der Benutzer auswählen, wie „trocken“ er die Wäsche wünscht. Darüber hinaus wird durch die Vermeidung von Übertrocknung auch die Wäsche geschont.

- 5 Bei einer Beladungsmenge, die geringer ist als die Nennbeladung, hat die erfindungsgemäß mögliche Anpassung des Trocknungsverfahrens an diese verringerte Beladung außerdem den Vorteil, dass eine Verkürzung der Trocknungszeit und ein verringerter Energieverbrauch erreicht werden als bei bekannten Trocknungsverfahren.
- 10 Dabei ermöglicht es die Erfindung durch den Einsatz mehrerer Bestimmungsmethoden, dass die Beladung sehr präzise bestimmt werden kann.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 der beigefügten Zeichnung aus der nachfolgenden Beschreibung zweier nicht
15 einschränkender Ausführungsbeispiele für einen erfindungsgemäßen Trockner, in dem ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden kann. Es zeigen:

Figur 1 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Kondensationstrockner, der als
20 Wärmetauscher zur Entfeuchtung der Prozessluft den Verdampfer einer Wärmepumpe aufweist, gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Figur 2 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Kondensationstrockner, der als
25 Wärmetauscher zur Entfeuchtung der Prozessluft einen Luft/Luft-Wärmetauscher aufweist, gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

In den Figuren 1 und 2 zeigen die Pfeile mit ausgefüllter Pfeilspitze die Fließrichtung der Prozessluft an.

Figur 1 zeigt somit einen senkrechten Schnitt durch einen Kondensationstrockner 1, der
30 als Wärmetauscher 15 den Verdampfer einer Wärmepumpe 12,13,14,15 aufweist und eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel 3 als Trocknungskammer aufweist, innerhalb welcher Mitnehmer 21 zur Bewegung von Wäschestücken während einer Trommeldrehung befestigt sind. An den Mitnehmern 21 ist ein Feuchtesensor 34, hier als Leitfähigkeitssensor ausgestaltet, angebracht, um die Feuchte von in die Trommel

eingebrachten Wäschestücken bestimmen zu können. Im geschlossenen Prozessluftkanal 2 wird Prozessluft mit Hilfe eines Prozessluftgebläses 6 über eine elektrische Heizung 4 geleitet. Die dabei erwärmte Prozessluft gelangt dann in die Trommel 3, wo in Fig. 1 nicht gezeigten feuchten Wäschestücken Feuchtigkeit entzogen wird. Dabei wird die von
5 der elektrischen Heizung 4 erwärmte Prozessluft von hinten, d.h. von der einer Trockner-
tür 22 gegenüberliegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die
Trommel 3 geleitet. Die feuchtwarme Prozessluft verlässt die Trommel 3 über ein
Flusengitter 31 und strömt im Prozessluftkanal 2 zum Verdampfer 15 der Wärmepumpe.
Im Verdampfer 15 wird ein im Wärmepumpenkreis 12,13,14,15 zirkulierendes Kältemittel
10 aufgrund des Wärmetausches mit der feuchtwarmen Prozessluft verdampft und über
einen Kompressor 13 einem Verflüssiger 12 zugeführt. Die feuchte, warme Prozessluft
wird dabei im Verdampfer 15 der Wärmepumpe 12,13,14,15 abgekühlt und das ver-
dampfte Kältemittel der Wärmepumpe über einen Kompressor 13 zum Verflüssiger 12
geleitet, wo sich das Kältemittel unter Wärmeabgabe an die im Prozessluftkanal fließende
15 abgekühlte und entfeuchtete Prozessluft verflüssigt. Das dann in flüssiger Form vorlie-
gende Kältemittel wird über ein Drosselventil 14 wiederum zum Verdampfer 15 geleitet,
wodurch der Kältemittelkreis geschlossen ist.

Bei der in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsform ist ein erster Temperatursensor 27
20 am Eintritt des Kältemittels in den Verdampfer 15 und ein zweiter Temperatursensor 28
am Austritt des Kältemittels aus dem Verdampfer 15 angeordnet, welche die jeweilige
Temperatur T_{KE} und T_{KA} des im Wärmepumpenkreislauf 12,13,14,15 zirkulierenden
Kältemittels messen.

25 Das im Verdampfer 15 anfallende Kondensat wird in einer Kondensatwanne 17 aufgefan-
gen und mit Hilfe einer Kondensatpumpe 20 in einem Kondensatkanal 18 in einen
Kondensatbehälter 19 gepumpt. In der Kondensatwanne 17 befindet sich ein
Wasserstandsensorm 11, der hier als Reed-Kontakt in Verbindung mit einem dauermagneti-
schen Schwimmer ausgestaltet ist.

30

Die Kondensatpumpe 20 kann so gesteuert werden, dass sie nur bei einem vorgegebenen minimalen Volumen an Kondensat startet, aber bei einem Unterschreiten dieses Wertes ihren Betrieb unterbricht. Aus der Anzahl der Pumpzyklen pro Zeiteinheit kann dann auf die pro Zeiteinheit erzeugte Menge an Kondensat, d.h. die Kondensationsrate, geschlossen werden.

Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann zur Bestimmung der Kondensationsrate ein Durchflussmesser 32 im Kondensatkanal 18 verwendet werden.

Die Trommel 3 wird bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform am hinteren Boden mittels eines Drehlagers und vorne mittels eines Lagerschildes 7 gelagert, wobei die Trommel 3 mit einer Kreppe auf einem Gleitstreifen 8 am Lagerschild 7 aufliegt und so am vorderen Ende gehalten wird. Die Steuerung des Trockners erfolgt über eine Steuereinrichtung 10, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 9 geregelt werden kann.

Eine Anzeigevorrichtung 33 ermöglicht die Anzeige einer ermittelten Beladung oder von sonstigen Zuständen des Trockners wie z.B. Restlaufzeit eines Trocknungsverfahrens.

Bei der in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsform weist der Trockner zur Bestimmung der Beladung mit Wäschestücken insbesondere die Steuereinrichtung 10, den Wasserstandsensor 11 sowie einen ersten Temperatursensor 27 und einen zweiten Temperatursensor 28 auf. Zu Beginn der Haupttrocknungsphase, wenn also ein vorgegebener Schwellenwert der Prozesslufttemperatur gerade erreicht wurde, wird über den Zeitraum Δt_1 mittels des Wasserstandsenors 11 der Wasserstand in der Kondensatwanne 17 gemessen. Mittels dieser Daten wird in der Steuereinrichtung 10 anhand der hinterlegten Maße der Kondensatwanne 17 zunächst die Menge an kondensiertem Wasser m_{H_2Ox} ermittelt. Anhand des bestimmten Zeitraums Δt_x wird dann die Kondensationsrate K_x bestimmt. Außerdem werden gleich zu Beginn des Zeitraums Δt_1 mit den beiden Temperatursensoren 27 und 28 die Temperaturen T_{KE} und T_{KA} des im Wärmepumpenkreislauf 12,13,14,15 zirkulierenden Kältemittels gemessen und ebenfalls an die Steuereinrichtung 10 übermittelt. Aus diesen Temperaturen T_{KE} und T_{KA} wird in der Steuereinrichtung 10 zunächst die Temperaturdifferenz des Kältemittels ΔT_{Kx} ermittelt. Die so bestimmten Werte für die Kondensationsrate K_x und die Temperaturdifferenz des

Kältemittels ΔT_{Kx} werden dann mit in der Steuereinrichtung 10 hinterlegten Werten für die Kondensationsrate K und die Temperaturdifferenz des Kältemittels ΔT_K verglichen und bei übereinstimmenden Werten der entsprechend hinterlegte Wert für die Beladung B ermittelt.

5

Anhand des so ermittelten Beladungswertes wird dann in der Steuereinrichtung 10 der weitere Verlauf des Trocknungsverfahrens auf hier nicht näher beschriebene Weise an die Beladung angepasst optimiert.

10 Figur 2 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Kondensationstrockner, der als Wärmetauscher zur Entfeuchtung der Prozessluft einen Luft/Luft-Wärmetauscher aufweist, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Statt eines Verdampfers wird bei der in Figur 2 gezeigten zweiten Ausführungsform ein
15 Luft/Luft-Wärmetauscher 5 verwendet. Die Prozessluft wird bei diesem Trockner im Wesentlichen wie für Figur 1 gezeigt geführt. Jedoch wird die feuchte, warme Prozessluft nach Austritt aus der Trommel 3 über den Prozessluftkanal 2 zur Entfeuchtung nicht zum Verdampfer einer Wärmepumpe, sondern zum Luft/Luft-Wärmetauscher 5 geführt, wo sie abgekühlt wird. Dort kondensiert infolge Abkühlung die von der Prozessluft aus den
20 Wäschestücken aufgenommene Feuchtigkeit und wird in der Kondensatwanne 17 aufgefangen. In der Kondensatwanne 17 befindet sich ein Wasserstandsensor 11.

Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform von Figur 1 erfolgt die Kühlung der warmen, mit Feuchtigkeit beladenen Prozessluft aus der Trommel 3 im Luft/Luft-Wärmetauscher 5
25 durch Wärmetausch mit Kühlluft als Kühlmedium. Die Kühlluft tritt aus dem Aufstellraum des Trockners 1 durch den Kühlluft eintritt 23 in den Kühlluftkanal 24 ein und wird durch das Kühlluftgebläse 25 durch den Luft/Luft-Wärmetauscher 5 hindurch bis zum Kühlluftaustritt 26 befördert.

30 Bei der in Figur 2 gezeigten zweiten Ausführungsform ist ein erster Temperatursensor 29 am Eintritt der Kühlluft in den Luft/Luft-Wärmetauscher 5 und ein zweiter Temperatursensor 30 am Austritt der Kühlluft aus dem Luft/Luft-Wärmetauscher 5 angeordnet. Die beiden Temperatursensoren messen die Temperaturen T_{KE} und T_{KA} der Kühlluft.

Die Kondensatpumpe 20 kann so gesteuert werden, dass sie nur bei einem vorgegebenen minimalen Volumen an Kondensat startet, aber bei einem Unterschreiten dieses Wertes ihren Betrieb unterbricht. Aus der Anzahl der Pumpzyklen pro Zeiteinheit kann dann auf die pro Zeiteinheit erzeugte Menge an Kondensat geschlossen werden.

5

Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann zur Bestimmung dieser Kondensationsrate ein Durchflusssensor 32 im Kondensatkanal 18 verwendet werden.

Bei der Ausführungsform von Figur 2 werden das Prozessluftgebläse 6, das Kühlluftgebläse 25 sowie die Trommel 3 durch den gleichen Motor 16 angetrieben, wobei sich das Gebläse 6 und das Kühlluftgebläse 25 auf entgegengesetzten Seiten von Motor 16 befinden.

Bei der in Figur 2 gezeigten zweiten Ausführungsform weist der Trockner zur Bestimmung der Beladung mit Wäschestücken ebenfalls insbesondere die Steuereinrichtung 10, den Wasserstandsensor 11 sowie einen ersten Temperatursensor 29 und einen zweiten Temperatursensor 30 im als Kühlluftkanal ausgestalteten Kühlmediumkanal 24 auf. Ähnlich wie bei der in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsform wird zu Beginn der Haupttrocknungsphase über einen Zeitraum Δt_γ mittels des Wasserstandssensors 11 der Wasserstand in der Kondensatwanne 17 gemessen und anhand dessen in der Steuereinrichtung 10 die Kondensationsrate K bestimmt. Außerdem werden gleich zu Beginn des Zeitraums Δt_1 mit den Temperatursensoren 29 und 30 die Temperaturen T_{KE} und T_{KA} der Kühlluft gemessen und ebenfalls an die Steuereinrichtung 10 übermittelt. Aus den Temperaturen T_{KE} und T_{KA} wird in der Steuereinrichtung 10 zunächst die Temperaturdifferenz der Kühlluft ΔT_K ermittelt. Die so bestimmten Werte für die Kondensationsrate K und die Temperaturdifferenz ΔT_K der Kühlluft werden dann mit in der Steuereinrichtung 10 hinterlegten Werten für die Kondensationsrate K und die Temperaturdifferenz ΔT_K der Kühlluft verglichen und bei übereinstimmenden Werten der entsprechend hinterlegte Wert für die Beladung ermittelt.

30

An den Mitnehmern 21 ist ein Feuchtesensor 34, hier als Leitfähigkeitssensor ausgestaltet, angebracht, um die Feuchte von in die Trommel eingebrachten Wäschestücken bestimmen zu können.

Ansonsten haben nicht gesondert aufgeführte Bezugszeichen die gleiche Bedeutung wie für Figur 1.

- 5 Auch bei der zweiten Ausführungsform wird anhand des so ermittelten Beladungswertes dann in der Steuereinrichtung 10 der weitere Verlauf des Trocknungsverfahrens bestimmt, wobei die Beladung mit Wäschestücken berücksichtigt werden kann.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|----|--|
| 5 | 1 | Trockner, Kondensationstrockner |
| | 2 | Prozessluftkanal |
| | 3 | Trommel |
| | 4 | Heizung, insbesondere elektrische Heizung |
| | 5 | Wärmetauscher; Luft-Luft-Wärmetauscher |
| 10 | 6 | Prozessluftgebläse |
| | 7 | Lagerschild |
| | 8 | Gleitstreifen |
| | 9 | Bedieneinheit |
| | 10 | Steuereinrichtung |
| 15 | 11 | Wasserstandsensoren |
| | 12 | Verflüssiger |
| | 13 | Kompressor |
| | 14 | Drosselventil |
| | 15 | Verdampfer |
| 20 | 16 | Motor |
| | 17 | Kondensatwanne |
| | 18 | Kondensatkanal |
| | 19 | Kondensatbehälter |
| | 20 | Pumpe, Kondensatpumpe |
| 25 | 21 | (Wäsche)Mitnehmer |
| | 22 | Tür, Trocknertür |
| | 23 | Kühlufteintritt |
| | 24 | Kühlmediumkanal; Kühlluftkanal; Kältemittelkanal |
| | 25 | Kühlluftgebläse |
| 30 | 26 | Kühlluftaustritt |
| | 27 | Erster Temperatursensor im Kältemittelkanal |
| | 28 | Zweiter Temperatursensor im Kältemittelkanal |
| | 29 | Erster Temperatursensor im Kühlluftkanal |

30 Zweiter Temperatursensor im Kühlluftkanal

31 Flusengitter

32 Durchflusssensor

33 Anzeigevorrichtung, optisch/akustisch

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Kondensationstrockner (1) mit einem Prozessluftkanal (2), einer Trommel (3) zur Aufnahme von Wäschestücken, einem Wärmetauscher (5,15) zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer Steuereinrichtung (10), mindestens einem Temperatursensor (27,28,29,30) und einer Vorrichtung (11,20,32) zur Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher kondensiertem Wasser, **dadurch**
- 10 **gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Temperatursensor (27,28,29,30) in einem Kühlmediumkanal (24) und/oder im Prozessluftkanal (2) angeordnet ist und die Steuereinrichtung (10) eingerichtet ist, um anhand eines zeitlichen Verlaufes der mit dem mindestens einen Temperatursensor (27,28,29,30) gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser eine Bela-
- 15 dung der Trommel (3) mit Wäschestücken zu ermitteln.
2. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Temperatursensor (27,29) im Kühlmediumkanal (24) am Eingang des Wärmetauschers (5, 15) für das Kühlmedium angeordnet ist.
- 20 3. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Temperatursensor (28,30) im Kühlmediumkanal (24) am Ausgang des Wärmetauschers (5,15) für das Kühlmedium angeordnet ist.
- 25 4. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (5, 15) ein Verdampfer (15) einer Wärmepumpe (12, 13, 14, 15) ist.
- 30 5. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (5,15) ein Luft-Luft-Wärmetauscher (5) ist.

6. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Kondensatwanne (17) unterhalb des Wärmetauschers (5,15) oder in einem Kondensatbehälter (19) ein Wasserstandsensord (11) angeordnet ist.
- 5
7. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Kondensatkanal (18) ein Durchflusssensord (32) angeordnet ist.
- 10
8. Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners (1) mit einem Prozessluftkanal (2), einer Trommel (3) mit darin platzierten Wäschestücken, einem Wärmetauscher (5,15) zur Kondensation von Wasser aus feuchtwarmer Prozessluft, einer Steuereinrichtung (10), mindestens einem Temperatursensord (27,28,29,30) und einer Vorrichtung (11,20,32) zur Bestimmung der Menge an im Wärmetauscher (5,15) kondensiertem Wasser, wobei der mindestens eine Temperatursensord (27,28,29,30) in einem Kühlmediumkanal (24) und/oder im Prozessluftkanal (2) angeordnet ist und die Steuereinrichtung (10) eingerichtet ist, um anhand eines zeitlichen Verlaufes der mit dem Temperatursensord (27,28,29,30) gemessenen Temperatur und eines zeitlichen Verlaufes der Menge an kondensiertem Wasser eine Beladung der Trommel (3) mit den Wäschestücken zu ermitteln, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mindestens einen vorgegebenen Zeitraum Δt_1 der zeitliche Verlauf der mit dem mindestens einen Temperatursensord (27,28,29,30) gemessenen Temperatur und der zeitliche Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser ermittelt wird und durch Vergleich mit einem in der Steuereinrichtung (10) hinterlegten Zusammenhang zwischen diesen zeitlichen Verläufen und der Beladung der Trommel (3) eine Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken ermittelt wird.
- 15
- 20
- 25
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Kühlmediumkanal (24) des Wärmetauschers (5,15) mit einem ersten Temperatursensord (27,29) die Temperatur T_{KE} des Kühlmediums am Eingang des Wärmetauschers und mit einem zweiten Temperatursensord (28,30) die Temperatur T_{KA} am Ausgang des Wärmetauschers (5,15) gemessen wird und der zeitliche Verlauf einer Temperaturdifferenz $\Delta T_K = (T_{KA} - T_{KE})$ des Kühlmediums zur Bestimmung der Beladung der Trommel (3)

mit Wäschestücken herangezogen wird, wozu in der Steuereinrichtung (10) ein Zusammenhang zwischen ΔT_K und der Beladung für verschiedene Werte der Menge an kondensiertem Wasser hinterlegt ist.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass für die Bestimmung der Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken ein in der Steuereinrichtung (10) zusätzlich hinterlegter Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf der mit dem mindestens einen Temperatursensor (27,28,29,30) gemessenen Temperatur, dem zeitlichen Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser, dem
10 zeitlichen Verlauf einer Temperaturdifferenz $\Delta T_K = (T_{KA} - T_{KE})$ des Kühlmediums, wobei T_{KE} die Temperatur des Kühlmediums am Eingang des Wärmetauschers (5,15) und T_{KA} die Temperatur des Kühlmediums am Ausgang des Wärmetauschers (5,15) ist, und einer Drehzahl der Trommel (3) und/oder eines Prozessluftgebläses (6) sowie einer Heizleistung der Heizung (4), und der Beladung der Trommel (3) mit
15 Wäschestücken herangezogen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf der Menge an kondensiertem Wasser, d.h. die Kondensationsrate, mittels eines Wasserstandsensors (11), der in einer unterhalb des Wärmetauschers
20 angeordneten Kondensatwanne (17) oder in einem Kondensatbehälter (19) angeordnet ist, ermittelt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kondensationsrate mittels eines Durchflusssensors (32), der in einem Kondensatkanal (18) angeordnet ist, ermittelt wird.
25
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Beladung zusätzlich ein Feuchtesensor (34) verwendet wird, welcher in der Trommel (3) die Feuchte der Wäschestücke bestimmt.
30
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kondensationsrate mittels der Anzahl der Pumpzyklen pro Zeiteinheit einer im Kondensatkanal (18) angeordneten Kondensatpumpe (20) ermittelt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Beladung während einer Aufheizphase und/oder zu Beginn einer Haupttrocknungsphase ermittelt wird.

Fig. 1

