



(11)

**EP 2 113 603 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.01.2012 Patentblatt 2012/03**

(51) Int Cl.:  
**D06F 39/00 (2006.01)**      **D06F 58/28 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09100244.4**

(22) Anmeldetag: **22.04.2009**

---

**(54) Wäschetrocknungsgerät und Verfahren zur Steuerung eines Trocknungsvorgangs des Wäschetrocknungsgeräts**

Laundry drying device and method for operating a drying procedure for the laundry drying device

Appareil de séchage de linge et procédé de commande d'un processus de séchage de l'appareil de séchage de linge

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **30.04.2008 DE 102008021598**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.11.2009 Patentblatt 2009/45**

(73) Patentinhaber: **BSH Bosch und Siemens  
Hausgeräte GmbH  
81739 München (DE)**

(72) Erfinder:  

- **Jurmann, Rainer  
14612 Falkensee (DE)**

- **Krausch, Uwe-Jens  
14656 Brieselang (DE)**
- **Moschütz, Harald  
14979 Großbeeren (DE)**
- **Schaefer, Detlef  
14612 Falkensee (DE)**
- **Volkers, Henrik  
38124 Braunschweig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 649 930 EP-A- 1 457 594  
EP-A- 1 760 186 DE-A1- 4 411 501  
US-A- 6 098 310**

---

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Trocknungsvorgangs eines mit einem Beladungssensor ausgerüsteten Waschetrockners, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist: Erfassen eines Beladungsgewichts mittels des Beladungssensors, und Bestimmen eines Feuchtemaßes aus dem erfassten Beladungsgewicht. Die Erfindung betrifft auch einen entsprechend eingerichteten Waschetrockner.

**[0002]** Aus der EP 0 649 930 A1 gehen ein solches Verfahren und ein solcherart eingerichteter Waschetrockner hervor.

**[0003]** Aus der EP 1 760 186 A2 gehen ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Waschen und/oder Schleudern von Wäsche hervor. Dabei wird das Gewicht eines durch Waschen oder Trocknen zu behandelnden Wäschepostens fortlaufend ermittelt. Dadurch kann insbesondere eine Restfeuchtigkeit in einem getrocknet werdenden Wäscheposten ermittelt werden.

**[0004]** Aus der DE 44 11 501 A1 geht ein Wäschetrocknungsverfahren hervor, bei dem zur Ermittlung der Restfeuchte der Wäsche das Wäschegewicht zu Beginn des Trocknungsvorganges und während desselben gemessen und mit dem vorher bestimmten Gewicht der trockenen Wäsche verglichen wird.

**[0005]** Waschetrockner des Standes der Technik zeigen die Dokumente WO 2007/138019 A1 1 sowie EP 0 636 732 B1, DE 44 27 361 A1 und DE 195 22 307 C2. In den drei letztgenannten Dokumenten ist in erster Linie jeweils ein Waschetrockner beschrieben, der zum Trocknen feuchter Wäsche mittels eines zirkulierenden Prozessluftstroms einen wassergekühlten Kondensator aufweist.

**[0006]** Eine Sensoreinheit umfassend Magnetfeldsensoren in einer Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche geht hervor aus der WO 2007/118512 A1. Diese Sensoreinheit kann auch als "Magnetfeldsensoreinheit" bezeichnet werden. Sie dient zur Ermittlung belastungsrelevanter Kenngrößen oder Unwuchtparameter einer Wäschetrockner. Dazu werden diese Parameter von der Sensoreinheit detektiert und einer Steureinheit der Maschine zugeführt, wo aus diesen Parametern Steuerungs- oder Regelungsparameter für den Betrieb der Maschine insbesondere in einem Schleuderprozess abgeleitet werden. Die Sensoreinheit kann so ausgestaltet sein, dass sie belastungsrelevante Kenngrößen in drei Dimensionen detektieren kann. Sie kann dann als "3D-Sensor" bezeichnet werden. Ein Verfahren zur Steuerung eines Schleuderablaufes in einer Waschmaschine sowie eine entsprechend ertüchtigte Waschmaschine gehen hervor aus der WO 2008/006675 A1.

**[0007]** Bei einem einfachen Waschetrockner oder Wäschetrockner wird eine Trocknungszeitdauer von einem Nutzer direkt eingestellt. Ein fortgeschrittener Waschetrockner oder Wäschetrockner bestimmt und setzt die Zeitdauer des Trocknungsganges automatisch. Bei einem reinen Wäschetrockner ist eine Leitwertmessung an der

getrocknet werdenden Wäsche das am weitesten verbreitete Verfahren. Vereinzelt werden auch Temperaturmessungen zur Bestimmung des Wäschefeuuchtigkeitsgehaltes verwendet. Auch bekannt ist die Verwendung eines Luftfeuchtesensors zur Messung der Luftfeuchte der aus der Trommel austretenden Prozessluft. Jedoch ist die Verwendung eines solchen Feuchtesensors teuer, schon weil die Herstellung eines solchen Sensors aufwändig ist.

**[0008]** Eine moderne Waschmaschine kann insbesondere gemäß WO 2007/118512 A1 mit einer nach einem magnetischen Wirkprinzip arbeitenden Sensoreinheit ausgestattet sein, um beim Schleudern die Systembewegungen zu überwachen und dadurch Anschläge des Schwingsystems am Gehäuse sowie Überlastungen des Systems durch Unwucht zu vermeiden. Zusätzlich wird ein solcher Sensor dazu verwendet, nach dem Beladen der Waschmaschine eine Wägung der eingefüllten Wäsche durchzuführen, auch um ihn damit vor einer Überladung der Maschine zu warnen und um Empfehlungen für die zu dosierenden Waschmittelmenge auszugeben. Das Funktionsprinzip ist dabei, dass das an Federn aufgehängte Schwingsystem in Abhängigkeit von der eingefüllten Beladungsmenge seine Lage ändert. Es sinkt durch die Schwerkraft nach unten. Das Maß der Systemabsenkung ist ein Maß für die Menge der eingefüllten Wäsche. Die als 3D-Sensor ausgestaltete Sensoreinheit erfasst diese Bewegung und die Steuerung berechnet daraus mit Hilfe der Federkonstanten der Aufhängung die Beladungsmenge. Der 3D-Sensor, der solcherart als ein Beladungssensor arbeitet, ist dazu im oberen Bereich an der Rückwand des Schwingsystems befestigt und als 3D-Hallsensor ausgestaltet. Am beweglich aufgehängten Teil des Schwingsystems ist ein Permanentmagnet befestigt. Mit dem 3D-Hallsensor werden Richtung und Feldstärke des dort von dem Permanentmagneten verursachten Magnetfelds gemessen. Die Paarung dieser Werte ist eindeutig einer relativen Position zum Permanentmagneten zuordenbar. Dadurch lässt sich die Position des Magneten bezogen auf den Hallsensor bestimmen.

**[0009]** Auch ist zur Bestimmung eines Beladungsgewichts einer Waschmaschine ein eindimensional arbeitender Wegsensor bekannt, der in einem Schwingungsdämpfer untergebracht ist und ebenfalls für besagte Wägung benutzt werden kann.

**[0010]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zur preiswerten und vergleichsweise wenig aufwändigen wäschefeuuchtigkeitsabhängigen Steuerung eines Trocknungsablaufs bereitzustellen, insbesondere zur Bestimmung einer Dauer des Trocknungsablaufs.

**[0011]** Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des jeweiligen unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Patentansprüchen entnehmbar.

**[0012]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mittels eines Verfahrens zum Steuern eines Trocknungs-

vorgangs eines mit einem Beladungssensor ausgerüsteten Waschtrockner, welches Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist:

- Erfassen eines Beladungsgewichts mittels des Beladungssensors, und
- Bestimmen eines Feuchtemaßes aus dem erfassten Beladungsgewicht, wobei der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte aufweist:
- Erfassen einer, insbesondere maximalen, Schleuderdrehzahl während eines dem Trocknungsvorgang vorangehenden Waschganges und daraus Ermitteln einer Restfeuchte und
- Bestimmen einer Menge an Feuchte aus der Restfeuchte und dem Beladungsgewicht, und

wobei das Verfahren ferner den folgenden Schritt aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Trocknungsgeschwindigkeit.

**[0013]** Unter einem Feuchtemaß kann insbesondere eine Feuchtemenge und / oder eine Feuchte bzw. ein Feuchtegrad verstanden werden.

**[0014]** Erfnungsgemäß umfasst der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte: (i) Erfassen einer, insbesondere maximalen, Schleuderdrehzahl während eines dem Trocknungsvorgang vorangehenden Waschganges und daraus Ermitteln einer Restfeuchte (nur bei einer Ausprägung des Wäschetrocknungsgeräts als ein Waschtrockner) und (ii) Bestimmen einer Menge an Feuchte aus der Restfeuchte und dem Beladungsgewicht.

**[0015]** Der Zusammenhang zwischen der erzielbaren Restfeuchte in Abhängigkeit von der Schleuderdrehzahl ist typischerweise von gerätespezifischen Parametern (z. B. Konstruktion, Drehzahlverlauf beim Schleudem, insbes. Schleuderdauer) abhängig und wird daher vorzugsweise für jeden Gerätetyp experimentell ermittelt. Die maximale Schleuderdrehzahl besitzt den größten Einfluss auf die erzielte Restfeuchte. Sie wird vorzugsweise bei jedem Waschprozess neu bestimmt, da sie durch Benutzereinstellungen bzw. das Auftreten von unwuchtabhängigen Reduzierungen der Schleuderdrehzahl beeinflusst werden kann.

**[0016]** Erfnungsgemäß umfasst auch das Ermitteln der Restfeuchte aus der Schleuderdrehzahl ein Berechnen der Restfeuchte aus einer entsprechenden Berechnungsfunktion mit der Schleuderdrehzahl als Berechnungsparameter.

**[0017]** Es kann dabei bevorzugt sein, wenn das Ermitteln der Restfeuchte ein Bestimmen der Restfeuchte aus der Schleuderdrehzahl mittels einer entsprechenden Wertetabelle umfasst.

**[0018]** Es wird auch bevorzugt, wenn das Verfahren ferner den Schritt eines Bestimmens einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Trocknungsgeschwindigkeit aufweist.

**[0019]** Es wird zur Berücksichtigung von Änderungen der Prozessvariablen bevorzugt, wenn das Verfahren den Schritt eines Bestimmens einer für den Trocknungsablauf benötigten Energiemenge aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Geräteeffektivitätskennziffer aufweist.

**[0020]** Dann wird es insbesondere bevorzugt, wenn das Verfahren ferner den Schritt eines Bestimmens einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Energiemenge und unter Bestimmung einer durch eine Heizung in den Prozess eingebrachten kumulierten Energiemenge aufweist.

**[0021]** Es kann aber auch bevorzugt sein, wenn das Verfahren ferner den Schritt eines Bestimmens einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer mittels des Beladungssensors gemessenen Gewichtsabnahme der Wäsche aufweist.

**[0022]** Dann wird es bevorzugt, wenn die Messung eines Gewichts der Wäsche in den Reversierpausen bei stehender Wäschetrockner oder bei drehender Trommel und Berechnung des Mittelwertes über mehrere Trommelumdrehungen erfolgt, z. B. wie bereits oben ausgeführt, speziell, wenn unmittelbar vor dem Erfassen des Beladungsgewichts (vor der Wägung) das angefallene Kondenswasser im Trommelbereich durch die Abpumpvorrichtung entfernt wird.

**[0023]** Es kann gemäß einer Ausgestaltung bevorzugt sein, dass der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte aufweist: (i) Erfassen eines Beladungsgewichts mittels des Beladungssensors, (ii) Überwachen einer Abnahme des Beladungsgewichts pro Zeiteinheit und (iii) Bestimmen einer Restfeuchte, insbesondere eines Restfeuchtegrads von ca. 15 %, aus einer Verringerung der Abnahme des Beladungsgewichts pro Zeiteinheit.

**[0024]** Ab dem vorbestimmten Restfeuchtegrad, insbesondere von ca. 15 %, kann dann der Trocknungsprozess z. B. durch ein anderes Verfahren weitergeführt werden, z. B. wie oben beschrieben oder z. B. auf der Grundlage eines Leitwerts. Vorzugsweise wird dieser Zeitpunkt des Erreichens des vorbestimmten Restfeuchtegrades direkt dazu genutzt, um in die Abkühlphase zu schalten, wenn die Wäsche am Ende noch leicht feucht sein soll (8-10%), z.B. zum Bügeln ("bügelfeucht"). Wird eine trocknere Wäsche gewünscht, so wird vorzugsweise ein zeitlich gesteuerter weiterer Trocknungsabschnitt folgen, dessen Dauer konstant oder abhängig von der bis zu diesem Zeitpunkt benötigten Zeit sein kann (z. B. große Beladung - lange Zeit bis zu 15% - lange Nachtrocknenzeit; kleine Beladung - kurze Zeit bis 15% - kurze Nachtrocknungszeit).

**[0025]** Allgemein kann die Wägung bei stehender Wä-

schetrommel durchgeführt werden, zum Beispiel vor Beginn einer Trommeldrehung oder während eines Reversierens der Trommel.

**[0026]** Es wird zur Vermeidung eines Einflusses einer Haftreibung in einem Schwingungsdämpfer jedoch bevorzugt, wenn die Wägung bei einer sich drehenden Wäschetrommel durchgeführt wird.

**[0027]** Dazu wird vorteilhafterweise das Beladungsgewicht mittels des Beladungssensors mehrmals (d. h., zumindest zweimal) zeitlich aufeinanderfolgend abgefühlt und anschließend gemittelt. Vorzugsweise beträgt eine Zeitdauer des zeitlich aufeinanderfolgenden Abfühlens (Messdauer) ein Vielfaches einer für eine Umdrehung der Wäschetrommel benötigten Zeitdauer, da so der Einfluss einer wäschebedingten Unwucht in der Trommel verringert wird.

**[0028]** Die Aufgabe wird auch gelöst mittels eines Waschrockners mit einer Steuereinheit zur Steuerung eines Trocknungsvorgangs und mit einem Beladungssensor, bei welchem Waschrockner die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, ein Verfahren umfassend zumindest die folgenden Schritte durchzuführen:

- Erfassen eines Beladungsgewichts mittels des Beladungssensors, und
- Bestimmen eines Feuchtemaßes aus dem erfassten Beladungsgewicht, wobei der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte aufweist:
- Erfassen einer, insbesondere maximalen, Schleuderdrehzahl während eines dem Trocknungsvorgang vorangehenden Waschganges und daraus Ermitteln einer Restfeuchte und
- Bestimmen einer Menge an Feuchte aus der Restfeuchte und dem Beladungsgewicht, und wobei

das Verfahren ferner den folgenden Schritt aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Trocknungsgeschwindigkeit.

**[0029]** Der Waschrockner bzw. dessen Steuereinheit kann dann den Trocknungsvorgang auf der Grundlage von Sensordaten des Beladungssensors, insbesondere einer Magnetfeldsensoreinheit, im Besonderen eines 3D-Sensors, steuern. Das Signal des Beladungssensors wird somit gegebenenfalls zusätzlich zu den bekannten Funktionen auch zur Überwachung und Steuerung des Trocknungsprozesses verwendet. Dabei können unterschiedliche Messwerte gewonnen und Steuerungsinformationen abgeleitet werden.

**[0030]** Durch Verwendung der Signale eines zur Überwachung des Schleuderprozesses in einer Waschmaschine bekannten 3D-Sensors nun auch zur Steuerung eines Trocknungsablaufs lässt sich insbesondere eine von der Feuchte der zu trocknenden Wäsche direkt ab-

hängige Steuerung insbesondere für einen Waschrockner ohne zusätzliche Sensorik realisieren. Entsprechende Messungen lassen sich auch mit anderen Messverfahren (Leitwertmessung, Temperaturmessung) kombinieren, um die Erfassungsgenauigkeit der Daten der zu trocknenden Wäsche zu erhöhen und die als Ziele eines Trocknungsprozesses jeweils gewünschten Endrestfeuchten mit verbesserter Genauigkeit zu erreichen.

**[0031]** Der Beladungssensor kann jede Art von Beladungssensor sein, z. B. ein eindimensional arbeitender Wegsensor. Jedoch wird es bevorzugt, falls der Beladungssensor eine Magnetfeldsensoreinheit, insbesondere einen Hallsensor, umfasst. Die Magnetfeldsensoreinheit ist flexibel und ohne größere Umbauten einsetzbar und zudem verschleißsicher und messgenau.

**[0032]** Es wird zur besonders einfachen Anbringung bevorzugt, wenn der Beladungssensor einen Hallsensor umfasst, welcher stationär am Waschrockner angeordnet ist, z. B. rückwärtig zur Wäschetrommel, insbesondere an einer Rückwand des Waschrockners, und einen Permanentmagneten, der an der Wäschetrommel angeordnet ist.

**[0033]** Es kann auch bevorzugt sein, wenn die Magnetfeldsensoreinheit dazu eingerichtet und angeordnet ist, eine Durchbiegung einer Trommelwelle abzufühlen.

**[0034]** In den folgenden Figuren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen schematisch genauer beschrieben. Dabei können zur besseren Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezeichnungen versehen sein.

**FIG 1** zeigt als Schnittdarstellung in Querschnittsansicht eine als Frontladerwaschmaschine ausgebildete Maschine zum Waschen und / oder Trocknen von Wäsche;

**FIG 2** zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer Trocknungsduer gemäß einer ersten Ausführungsform;

**FIG 3** zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer Trocknungsduer gemäß einer zweiten Ausführungsform;

**FIG 4** zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer Trocknungsduer gemäß einer dritten Ausführungsform;

**FIG 5** zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer Trocknungsduer gemäß einer vierten Ausführungsform;

**FIG 6** zeigt eine schematische Schnittansicht durch die als Frontladerwaschmaschine ausgebildete Maschine zum Waschen und / oder Trocknen von Wäsche aus FIG 1 mit der über eine Trommelwelle angetriebene Wäschetrommel und mit einer im Bereich einer Lageranordnung der

Trommelwelle angeordneten Magnetfeldsensoeinheit zur Ermittlung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. einer Unwucht der Wäschetrommel bzw. der Trommelwelle;

**FIG 7** zeigt eine weitere schematische Schnittansicht durch die Maschine gemäß FIG 6, wobei die Durchbiegung der Trommelwelle schematisch angedeutet ist, welche durch die gemeinsame, schwerkraftbedingte Gewichtskraft der Wäschetrommel und des Waschguts einerseits und der durch die Riemen- spannung des Antriebsriemens erzeugten Riemenspannkraft andererseits erzeugt wird;

**FIG 8** zeigt eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel der Maschine zum Waschen und / oder Trocknen von Wäsche gemäß den FIG 6 und 7, wobei die schematische Wirkung der Schwerkraft auf eine am Außenumfang der Wäschetrommel befindliche, durch die Ungleichverteilung des Waschguts hervorgerufene Masse schematisch angedeutet ist; und

**FIG 9** zeigt eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel sowie eine schematische Schnittansicht durch die Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß den FIG 6 bis 8, wobei die Wirkung einer am Außenumfang der Wäschetrommel wirkenden, durch eine Unwuchtmasse hervorgerufenen Fliehkraft während eines dynamischen Waschprozesses schematisch angedeutet ist.

FIG 1 zeigt Komponenten eines als Frontlader ausgestalteten Waschtrockners W mit Luftkondensationskühlung, welches sich im Zustand nach einem Waschgang und vor einem Trocknungsgang befindet. Der Waschtrockner weist ein Trommelgehäuse bzw. Laugenbehälter 1 auf, in welchem eine Wäschetrommel 2 (Innentrommel) zur Aufnahme von Wäsche 3 drehbar gelagert ist. Mittels einer Frischwasserzuleitung 4, die in eine Einspülshale 5 mündet, wird Wasser mit oder ohne Waschmittelzusatz dem Trommelgehäuse 1 (Außentrommel, Laugenbehälter) zugeführt und bildet dort die freie Flotte 6. Die über eine Heizung 7 aufwärmbare freie Flotte 6 kann mittels einer Laugenpumpe 8 durch einen Ablauflkanal 9 nach Außen abgelassen werden.

[0035] Zusätzlich ist am Laugenbehälter 1 ein Umluft- bzw. Prozessluftkanal 10 für die Prozessluft angeschlossen. Der obere Teil 11 des Prozessluftkanals 10 ist mit der Druckseite eines Prozessluftgebläses 12 verbunden und mündet mit seinem anderen Ende in dem Trommelgehäuse 1 oberhalb der Einfüllöffnung (hier nicht dargestellt) der Wäschetrommel 2. Der untere Teil 13 des Prozessluftkanals 10 ist an die Saugseite des Prozessluftgebläses 12 angeschlossen und mündet in einem unteren Bereich in das Trommelgehäuse 1. Diese Mündung

14 liegt aber immer noch oberhalb desjenigen Niveaus, das von der Lauge beim Waschen oder Spülen jemals erreicht wird. Im oberen Kanalteil 11 ist typischerweise noch eine hier nicht dargestellte Heizvorrichtung zum Erhitzen der Prozessluft angeordnet. Im Trocknungsbetrieb wird die Prozessluft mittels des Gebläses 12 durch die Heizvorrichtung geblasen, dort erwärmt und anschließend in der Wäschetrommel mit der feuchten Wäsche durchmischt. Dort wird die Wärmeenergie dazu verwendet, das in der Wäsche befindliche Wasser zu verdampfen. Die Luft wird anschließend in einer Kondensationsvorrichtung 15 abgekühlt und wieder zum Gebläse 12 geleitet.

[0036] Dazu ist die als Wärmetauscher ausgeführte Kondensationseinrichtung 15, die im Wesentlichen einen Kühler 16 aufweist, in einem unteren Teil 13 des Prozessluftkanals 10 angebracht. Der Kühler wird durch Frischluft gekühlt, die aus der Umgebung des Waschtrockners W von einem KühlLuftgebläse 17 angesaugt und über den KühlLuftzuflusskanal 18 dem Kühler 16 zugeführt wird. Nach Durchströmen des Kühlers 16 und Aufnahme von Wärmeenergie aus der Prozessluft wird die KühlLuft über einen KühlLuftabflusskanal 19 zu einem Abluftausgang 20 geführt. Beim Kühlen der Prozessluft im Kühler anfallendes Kondensat wird über eine Fallleitung 21 aus dem Kühlgehäuse zum Trommelgehäuse 1 abgeleitet und von dort mittels einer Abpumpvorrichtung für das Schmutzwasser von Zeit zu Zeit in das Abwassersystem abgepumpt. Die Fallleitung 21 ist hier als Teil des Prozessluftkanals 10 ausgeführt. Während der Trocknung ergibt sich also ein Transport von Wasser aus der in der Trommel 2 befindlichen Wäsche 3 nach außen. Dadurch verringern sich das Gewicht der Wäsche 3 und damit auch die Kraft auf das Schwingsystem. Die Programme des Waschtrockners W werden mittels einer Steuereinheit C gesteuert.

[0037] Der Waschtrockner W ist ferner mit einem hier, rückwärtig befestigten magnetischen Beladungssensor 31 ausgerüstet, der als 3D-Hallsensor ausgestaltet ist, während am beweglich aufgehängten Schwingsystem ein nicht dargestellter Permanentmagnet befestigt ist. Wie grundsätzlich bekannt, misst der 3D-Hallsensor 31 eine Magnetfeldrichtung und eine Magnetfeldstärke. Die Paarung dieser Werte ist eindeutig einer relativen Position zum Permanentmagneten zuordenbar. Dadurch lässt sich die Position des Magneten bezogen auf den Hallsensor 31 bestimmen, und damit das Beladungsgewicht.

[0038] Im Fall eines reinen Wäschetrockners sind die nur zum Waschen der Wäsche 3 benötigten Elemente, wie Frischwasserzuleitung 4 und Einspülshale 5, nicht vorhanden.

[0039] FIG 2 zeigt ein Flussdiagramm zur geräteseitigen Bestimmung einer Trocknungsdauer aus einer Ermittlung der zu verdampfenden Wassermenge.

[0040] Bei diesem Ablauf wird zunächst in einem Schritt S10 eine Beladung der Maschine mit einem zu trocknenden Wäscheposten durchgeführt.

**[0041]** Es schließt sich in einem Schritt S11 eine Wägung des eingelegten Wäschepestens an, d. h., dass ein Beladungsgewicht des Wäschepestens erfasst wird, und zwar mittels des Beladungssensors. Diese kann in einer Variante im Zustand stehender Innentrommel geschehen. In einer weiteren, alternativen oder zusätzlichen, Variante erfolgt die Wägung bei drehender Innentrommel. Bei sich drehender Trommel werden mehrere Messwerte über einen vorgegebenen Zeitabschnitt ermittelt und dann gemittelt. Durch die Mittelung der Messwerte kann das Problem einer möglichen Haftriebung in den Schwingungsdämpfern, an welchen unter anderen der Laugenbehälter aufgehängt ist, überwunden werden. Der vorgegebene Zeitabschnitt beträgt vorzugsweise ein Vielfaches der für eine Trommelumdrehung benötigten Zeit. Bei dem ermittelten Gewicht handelt es sich um die Summe aus trockener Wäsche und dem in der Wäsche enthaltenen Wasser.

**[0042]** In einem sich anschließenden Schritt S12 wird aus einer beim letzten vorhergehenden (z. B. im Anschluss an den vorhergehenden Waschgang durchgeführten) Schleuderablauf erzielten maximalen Schleuderdrehzahl auf die beim letzten Schleudern erreichten Restfeuchte, d.h. den relativen Anteil des noch in der Wäsche verbliebenen Wassers, geschlossen. Dabei wird angenommen, dass dieser Wäschepesten, oder ein Teil davon, getrocknet werden soll.

**[0043]** Der Rückschluss auf die Restfeuchte aus der Schleuderdrehzahl beruht auf zuvor ermittelten Erfahrungswerten bzw. Vorversuchen. Eine Korrelation zwischen Schleuderdrehzahl und Restfeuchte kann mittels einer entsprechend formulierten Berechnungsfunktion oder über eine Tabelle mit bekannten Wertepaaren aus Schleuderdrehzahl und Zeit (Kennlinie) erfolgen.

**[0044]** In Schritt S12 oder einem anschließenden Schritt S13 wird aus der Restfeuchte und dem bekannten Beladungsgewicht die zu entfernende Wassermenge bestimmt. Wird ferner die für ein Gerät bekannte Trocknungsgeschwindigkeit in g entferntes Wasser pro min berücksichtigt (welche nicht konstant sein muss), so wird daraus eine für die Trocknung benötigte Zeitspanne berechnet und danach das Trocknungsprogramm gesteuert.

**[0045]** Die Trocknungsgeschwindigkeit kann jedoch durch äußere Einflüsse veränderlich sein. So können z. B. bei einem Luftkondensationstrockner die Kondensationsleistung und damit die Trocknungsgeschwindigkeit durch die Temperatur im Aufstellraum beeinflusst werden. Ein besserer Steuerungsparameter ist deshalb die bei der Trocknung aufgewendete Energiemenge.

**[0046]** FIG 3 zeigt dazu ein weiteres Flussdiagramm zur Bestimmung einer geräteseitigen Trocknungszeit aus einer Ermittlung der zu verdampfenden Wassermenge.

**[0047]** In Gegensatz zum Ablauf von FIG 2 schließt sich nun nach Schritt S12 ein Schritt S21 einer Bestimmung der für die Trocknung benötigten Energiemenge an. Dabei wird bei bekannter zu entfernender Wasser-

menge (Schritt 12) und unter Verwendung der für Gerätereihe bekannten Energiemenge, die pro g zu entfernender Wassermenge aufzuwenden ist, (Geräteeffektivitätskennziffer Wh) die für die Trocknung benötigte Energiemenge berechnet.

**[0048]** Zur Bestimmung der Zeitspanne des Trocknungsvorgangs in S22 braucht nun nur noch während des Trocknungsprogramms durch Beobachtung des Schaltzustandes der Heizung unter Verwendung der bekannten Heizleistung der Heizvorrichtung die durch die Heizung in den Prozess eingebrachte Energiemenge aufsummiert zu werden und mit der vorberechneten Energiemenge verglichen zu werden. Bei Erreichen der vorberechneten Energiemenge wird der Trocknungsprozess beendet. Die Bestimmung der Zeitspanne geschieht hier somit nicht zu Beginn eines Trocknungsablaufs, sondern wird während des Trocknungsablaufs zeitnah bestimmt. Dadurch werden auch Änderungen in den Prozessparametern, wie eine Änderung der Umgebungstemperatur usw., berücksichtigt.

**[0049]** FIG 4 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer geräteseitigen Trocknungszeit mittels Messung der entfernten Wassermenge. Nach Schritt S12, bei dem nun das Gewicht der getrockneten Wäsche berechnet wird, wird in Schritt S31 regelmäßig eine erneute Wägung mittels des Beladungssensors durchgeführt, und zwar, wie auch schon für Schritt S11 beschrieben, im Zustand stehender Innentrommel während einer Reversierpause und / oder bei sich drehender Innentrommel. In Schritt S32 wird folgend das zuvor gemessene Beladungsgewicht mit dem in Schritt S12 berechneten Gewicht der getrockneten Wäsche verglichen. Hat das gemessene Beladungsgewicht so weit abgenommen, dass es das Gewicht der getrockneten Wäsche erreicht hat, wird der Trocknungsprozess beendet.

**[0050]** Um einen Messfehler durch im Trommelsystem gesammeltes Kondenswasser zu verhindern, wird in Schritt S33 unmittelbar vor der Wägung das angefallene Kondenswasser durch die Abpumpvorrichtung entfernt. Für eine solche Wägung hat also eine Synchronisation der Teilprozesse Trommelreversieren, Abpumpen und Messwerterfassung zu erfolgen.

**[0051]** FIG 5 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung einer geräteseitigen Trocknungszeit mittels Messung der zeitlichen Änderung (des Gradienten) der entfernten Wassermenge. In diesem Ablauf wird keine Kenntnis über eine Restfeucht des eingeladenen Wäschepestens benötigt.

**[0052]** Nach Programmbeginn, wird gewartet, bis das System aufgeheizt ist und sich ein relativ konstanter Prozesszustand einstellt (Schritt 41). Dies führt zunächst zu einer konstanten Trocknungsgeschwindigkeit, welche im Wesentlichen durch die Trocknerleistung begrenzt ist, und damit zu einer zeitlich gleichmäßigen Gewichtsreduktion. Zum Ende der Trocknung verringern sich die Verdunstungsgeschwindigkeit und damit auch die pro Zeiteinheit anfallende Kondensatwassermenge. Dies lässt einen Rückschluss auf die Restfeuchte der Wäsche

zu: bei Baumwolltextilien ist z. B. bei etwa 15% Restfeuchte der Wäsche das an der Oberfläche der Fasern befindliche Wasser verdampft. Das Verdampfen des in den Fasern gespeicherten Kapillarwasser benötigt mehr Zeit und Energie. Der Trocknungsvorgang verlangsamt sich. Diese Verringerung des Kondensatstromes (der pro Zeiteinheit entfernten Kondenswassermenge) ist damit ein Indikator für das Erreichen einer Restfeuchte von ca. 15%. Dies zeigt sich deutlich in einer Verringerung des Gradienten der Gewichtskurve bzw. einer Verringerung des Gradienten der Gewichtsreduktion.

**[0053]** Beim dargestellten Ablauf wird dazu in regelmäßigen Zeitabständen in Schritt 42 eine Wägung vorgenommen. In Schritt S43 wird eine Verringerung der Gewichtsreduktion pro Zeiteinheit bzw. des Gradienten der Gewichtsreduktion hin beobachtet. Unterschreitet die Gewichtsreduktion pro Zeiteinheit bzw. der Gradienten der Gewichtsreduktion einen bestimmten - relativen oder absoluten - Schwellwert, so lässt sich das Erreichen einer Restfeuchte von etwa 15% erkennen und steuertseitig darauf reagieren. Die Wägung in Schritt S42 geschieht vorzugsweise nach dem in Schritt S44 durchgeführten Schritt des Abpumpens des angefallenen Wassers. Die in FIG 5 skizzierte Methode ist sowohl für reine Wäschetrockner als auch für Waschetrockner geeignet. Bei Verwendung eines reinen Wäschetrockners ist dieser mit einem Beladungssensor ausgerüstet, z. B. einem 3D-Beladungssensor, dessen Anbringung besonders einfach ist.

**[0054]** FIG 6 zeigt in einer Schnittansicht den Laugenbehälter bzw. das Trommelgehäuse 1, in dem die Wäschetrocknertrommel 2 über eine Lageranordnung 22 einseitig gelagert angeordnet ist. Die Wäschetrocknertrommel 2 ist über eine Trommelwelle 23 mit einer Riemenscheibe 24 verbunden, die über einen nicht gezeigten Antriebsriemen das Drehmoment einer Antriebseinheit auf die Trommelwelle 23 der Wäschetrocknertrommel 2 überträgt. Die Trommelwelle 23 ist dabei durch zwei Lager 25 der Lageranordnung 22 gehalten, welche ihrerseits innerhalb eines Lagergehäuses 26 mit Abstand zueinander aufgenommen sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Lager 25 als Kugellager ausgebildet. Das Lagergehäuse 26 ist seinerseits fest mit der rückseitigen Wand des Laugenbehälters 1 verbunden.

**[0055]** In einem zentralen Bereich zwischen den beiden Lagern 25 ist innerhalb des Lagergehäuses 26 eine Magnetfeldsensoreinheit 30 aufgenommen, welche einen oder eine Mehrzahl von Magnetfeldsensoren umfasst. Neben der hier vorgesehenen bevorzugten Anordnung der Magnetfeldsensoreinheit 30 in der Mitte zwischen den beiden Lagern 25 wäre es natürlich auch denkbar, diese näher an einem der beiden Lager 25 anzurordnen. Durch die Magnetfeldsensoreinheit 30 wird das Magnetfeld eines mit der Trommelwelle 23 bewegten magnetisierten Bereichs 27 detektiert, wobei dieser seinerseits im Bereich der Magnetfeldsensoreinheit 30 angeordnet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist hierzu die Trommelwelle 23 selbst zum mindesten bereichs-

weise aus einem Material mit entsprechenden magnetischen bzw. magnetostriktiven Eigenschaften gefertigt. Im Rahmen der Erfindung als mit umfasst ist es jedoch zu betrachten, dass auch eine Trommelwelle 23 verwendet werden kann, die beispielsweise selbst über keine oder nur ungenügende magnetische Eigenschaften verfügt und ein mitbewegtes Bauteil zum Beispiel in Form einer außenumfänglich angeordneten Hülse umfasst, welche beispielsweise kraft- und/oder formschlüssig mit der Trommelwelle 23 verbunden ist. Der magnetisierte Bereich 27 der Trommelwelle 23 ist vorzugsweise aus einem ferromagnetischen Material mit einer hohen Magnetostriktionskonstante - beispielsweise Stahl Nr. 1.4057 - gestaltet, so dass eine kostengünstige Magnetfeldsensoreinheit 30 mit einer relativ geringen Empfindlichkeit eingesetzt werden kann. Aufgrund der magnetostriktiven Eigenschaften des mit der Trommelwelle 23 mitbewegten magnetisierten Bereichs 27 wird die mechanische Deformation der Trommelwelle 23 in eine Änderung des durch den magnetisierten Bereich 27 gebildeten Magnetfelds transformiert. Diese Änderung des Magnetfelds wird durch die Magnetfeldsensoreinheit 30 berührungslos erfasst.

**[0056]** FIG 7 zeigt in einer weiteren Schnittansicht 25 durch die Frontladerwaschmaschine gemäß FIG 6 schematisch die mit der Biegelinie 28 dargestellte Durchbiegung der Trommelwelle 23. Die Durchbiegung wird dabei einerseits durch das Biegemoment  $M_T$  der gemeinsam wirkenden Gewichtskräfte  $F_T$  der Wäschetrocknertrommel 2 und  $F_w$  des Waschguts über den Hebelarm  $I_t$  nach der Gleichung

$$M_T = (F_T + F_w) * I_t$$

35

und andererseits durch das Biegemoment  $M_R$  der Riemenspannkraft  $F_R$  über den Hebelarm  $I_r$  des an der Riemenscheibe 24 angeordneten Antriebsriemens nach der Gleichung

$$M_R = F_R * I_r$$

45

erzeugt. Die Wirkungsrichtungen der Riemenspannkraft und der durch die Gravitationskraft erzeugten Gewichtskräfte sind in diesem Beispiel vereinfachend als parallel angenommen. Da die Riemenspannkraft  $F_R$  des Antriebsriemens, die Gewichtskraft der Wäschetrocknertrommel  $F_T$  und die Hebelarme  $I_t$  und  $I_r$  für ein Gerät als konstant angesehen werden können, ist bei stehender Wäschetrocknertrommel 2 die mit der Biegelinie 28 dargestellte Durchbiegung bzw. Biegespannung der Trommelwelle 23 nur noch von der Gewichtskraft  $F_w$  des in der Wäschetrocknertrommel 2 vorhandenen Waschguts abhängig. Die Richtung dieser Biegespannung ist konstant und unabhängig von der Drehwinkelstellung der Wäschetrocknertrommel 2.

**[0057]** Eine exakte Bestimmung des Gewichts des Waschguts ist somit auf einfache Weise anhand der mit der Biegelinie 28 dargestellte Durchbiegung bzw. Biegespannung der Trommelwelle 23 möglich. Die zentrale Anordnung der Magnetfeldsensoreinheit 30 im Bereich der maximalen Belastung bzw. Durchbiegung der Trommelwelle 23 sowie die durch den Effekt der inversen Magnetostriktion entsprechend große Änderungen des durch den magnetisierten Bereich gebildeten Magnetfelds ermöglichen dabei eine leichte Detektierbarkeit durch die Magnetfeldsensoreinheit 30. Demgemäß ist die Verwendung unempfindlicher und daher kostengünstiger Magnetfeldsensoren möglich, wodurch die zur Behandlung von Unwuchtwirkungen relevanten Parameterwerte - das Drehmoment, das Torsionsmoment, die Biegkraft, die Masse des Waschguts und der Drehwinkel der Wäschetrommel 2 - berührungslos und verschleißfrei erfasst werden können.

**[0058]** FIG 8 zeigt eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel 2 der Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß den FIG 6 und 7. Nachfolgend wird erläutert, wie Drehmomente ermittelt werden können, die von der Riemenscheibe 24 über die Trommelwelle 23 auf die Wäschetrommel übertragen werden:

**[0059]** Dem Antriebsmoment, welches über die Riemenscheibe 24 in die Trommelwelle eingeleitet wird, stehen dabei folgende Drehmomente gegenüber: Massenträgheitsmomente beim Beschleunigen oder Verzögern der Drehbewegung der Wäschetrommel 2, Reibmomente durch Reibung in den Lagern 25 und zwischen der Wäschetrommel 2 und der sie umgebenden Luft bzw. Waschflüssigkeit, sowie mit der Trommelrotation wechselnde Drehmomente aufgrund der Beschleunigung des sich am Außenumfang der Wäschetrommel 2 befindenden Waschguts.

**[0060]** In FIG 8 ist hierzu die unwuchtbedingte, am Außenumfang 29 der mit einer bestimmten Drehzahl rotierenden Wäschetrommel 2 wirkende Gewichtskraft  $F_{ug}$  dargestellt. Bei Rotation der Wäschetrommel 2 mit einer bestimmten Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  oberhalb der Anlegedrehzahl des Waschguts kann sich durch ungleichmäßige Masseverteilung mit der Masse  $m_u$  eine resultierende Unwucht ausbilden. Die Anlegedrehzahl ist dabei als diejenige Drehzahl zu verstehen, bei welcher eine auf das Waschgut wirkende Zentrifugalkraft gleich oder größer als eine auf das Waschgut wirkende Schwerkraft ist, so dass das Waschgut an der Innenwand der Wäschetrommel immobilisiert wird. Die die Unwucht verursachende Masse  $m_u$  mit der Gewichtskraft  $F_{ug}$  muss während einer vollständigen Umdrehung der Wäschetrommel 2 in der Aufwärtsbewegung gegen die Schwerkraft angehoben werden. Im abwärtsgerichteten Verlauf der Drehung der Wäschetrommel 2 wird sie hingegen durch die Schwerkraft beschleunigt. Durch den sich zyklisch ändernden Hebelarm  $h_t$  entsteht an der Trommelwelle 23 ein sinusförmiger Drehmomentverlauf  $M_{ug}$ , der zu einer sich mit der Trommelwellendrehzahl

bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  ändernden Torsionsspannung führt, deren Amplitude von der Größe der resultierenden Unwucht abhängt. Somit ergibt sich für den Drehmomentverlauf  $M_{ug}$  folgende Gleichung:

5

$$M_{ug} = F_{ug} * h_t * \sin(\omega t)$$

**[0061]** Durch die Auswertung der ermittelten belastungsrelevanten Kenngrößen können daher Position und Größe der Unwucht in der Waschtrommel 2 exakt bestimmt werden. Durch die Ableitung entsprechender Steuerungs- und/oder Regelungsparameter wird ein gezielter Eingriff in den Waschprozess zur Verringerung oder gar vollständigen Eliminierung der Unwuchtwirkung möglich.

**[0062]** Schließlich ist in FIG 9 in einer schematischen Vorderansicht auf die Wäschetrommel 2 sowie einer schematischen Schnittansicht durch die Maschine gemäß den FIG. 6 bis 8 ein weiterer Belastungsfall der Waschmaschine und die dabei gewinnbaren Parameterwerte bzw. belastungsrelevanten Kenngrößen gezeigt. Hierbei ist insbesondere ein Biegemoment  $M_{UF}$  aufgrund einer am Außenumfang 29 der Waschtrommel 2 wirkenden Fliehkraft der Unwuchtmasse  $m_u$  ermittelbar. Bildet sich während eines Schleudervorgangs mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  oberhalb der Anlegedrehzahl des Waschguts durch eine Massefehlverteilung eine Unwucht aus, erzeugt diese eine auf den Außenumfang 29 (Radius  $r_t$ ) der Waschtrommel 2 wirkende Zentrifugalkraft  $F_{UF}$ . Diese Zentrifugalkraft  $F_{UF}$  bildet sich aus der Gleichung:

35

$$F_{UF} = m_u * \omega^2 * r_t$$

**[0063]** Über den Hebelarm  $l_u$  erzeugt diese Zentrifugalkraft  $F_{UF}$  ein Biegemoment  $M_{UF}$ , welches seinerseits eine Biegespannung in der Trommelwelle 23 verursacht. Da die Richtung dieser Spannung bezogen auf die magnetisierte Trommelwelle 23 konstant ist, von außen gesehen aber mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  umläuft, erfasst die Magnetfeldsensoreinheit 30 mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  umlaufendes Signal, welches von der Größe der Massefehlverteilung und ihrer axialen Lage am Außenumfang 29 der Waschtrommel 2 abhängt. Das Biegemoment  $M_{UF}$  ist dabei die Ursache der tatsächlichen Trommelwellenbelastung.

**[0064]** Aufgrund der durch die Magnetfeldsensoreinheit 30 ermittelten belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. Unwuchtparameter können in einem anschließenden Verfahrensschritt Steuerungs- und/oder Regelungsparameter der Maschine in Abhängigkeit der ermittelten Werte abgeleitet werden. Die Ableitung der Steuerungs- und / oder Regelungsparameter der Maschine erfolgt

durch eine in den Figuren nicht dargestellte, ohnehin vorhandene Steuerungseinrichtung der Maschine. Über die Steuerungseinrichtung, welche mit dem Antrieb der Maschine verbunden ist, kann beispielsweise die Drehzahl bzw. die Winkelgeschwindigkeit der Wäschetrommel in Abhängigkeit der Steuerungs- und / oder Regelungsparameter verändert und somit eine aufgrund einer ungleichmäßigen Verteilung des Waschguts bedingte Unwucht vermieden bzw. vollständig eliminiert werden. Hierzu ist es beispielsweise denkbar, die Drehzahl bzw. die Winkelgeschwindigkeit der Wäschetrommel 2 abrupt und gegebenenfalls lediglich für eine kurze Zeitdauer zu ändern, wodurch sich eine gleichmäßigere Verteilung des Waschguts realisieren lässt.

**[0065]** Insbesondere lässt sich aus den Kennwerten der Magnetfeldsensoreinheit 30 die Gewichtskraft  $F_w$  des Waschguts bestimmen und zur Steuerung des Trocknungsprozesses verwenden, wie bereits beispielhaft detailliert bezüglich der FIG 1 bis 5 beschrieben.

**[0066]** Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt.

**[0067]** So können die in den obigen Ausführungsbeispielen dargestellten Abläufe bzw. Teilprozesse einzeln angewandt werden, oder auch kombiniert werden, um eine höhere Zuverlässigkeit zu erreichen. Auch sind diese Abläufe mit anderen Methoden zur Steuerung eines Trocknungsablaufs kombinierbar, z. B. auf der Grundlage einer Leitwertmessung oder von Temperaturmessungen. Beispielsweise können die Abläufe, insbesondere der Ablauf aus FIG 5, mit einer Bestimmung des Trocknungsfortschritts, insbesondere der Restfeuchte, aus der Leistung des Prozessluft/Kühlluft-Wärmetauschers kombiniert werden. Auch können diese Abläufe für bestimmte Bereiche der Restfeuchte oder Trocknungsdauer eingesetzt werden und abschnittsweise durch andere Verfahren ergänzt oder abgelöst werden. Der zu erreichende Trocknungsgrad kann variabel gewählt werden, z. B. bügelfeucht, schranktrocken usw. und mag von einer gewählten Textilart abhängen.

**[0068]** Insbesondere kann der Beladungssensor auch in einem reinen Wäschetrockner verwendet werden, insbesondere, um den Trocknungsablauf zu bestimmen. Dabei kann ein wie oben in den FIG 6 bis 9 beschriebener Beladungssensor verwendet werden, oder ein beliebiger anderer Beladungssensor, z. B. ein eindimensional arbeitender Wegsensor. Dabei macht die Erfindung davon Gebrauch, dass auch die in die Wäschetrommel des Wäschetrockner eingebrachte Wäsche die Wäschetrommel belastet und verschiebt und / oder ein messbares Biegemoment auf die Wäschetrommel antreibende Trommelwelle ausübt.

#### Bezugszeichenliste

**[0069]**

1           Trommelgehäuse

2	Wäschetrommel
3	Wäsche
4	Frischwasserzuleitung
5	Einspülshale
6	freie Flotte
7	Heizung
8	Laugenpumpe
9	Ablauftkanal
10	Prozessluftkanal
11	oberer Teil des Prozessluftkanals
12	Prozessluftgebläses
13	unterer Teil des Prozessluftkanals
14	Mündung
15	Kondensationsvorrichtung
16	Kühler
17	Kühlluftgebläse
18	Kühlluftzuflusskanal
19	Kühlluftabflusskanal
20	Abluftausgang
21	Fallleitung
22	Lageranordnung
23	Trommelwelle
24	Riemenscheibe
25	Lager
26	Lagergehäuse
27	magnetisierter Bereich
28	Biegelinie
29	Außenumfang
30	Magnetfeldsensoreinheit
C	Steuereinheit
$F_R$	Riemenspannkraft
$F_T$	Gewichtskraft der Wäschetrommel
$F_{UF}$	Zentrifugalkraft
$F_{ug}$	Gewichtskraft
$F_w$	Gewichtskraft des Waschguts
$I_t$	Hebelarm
$I_r$	Hebelarm
$I_u$	Hebelarm
$M_R$	Biegemoment
$M_{UF}$	Biegemoment
$M_{ug}$	Drehmomentverlauf
$r_t$	Radius der Wäschetrommel
S10-S54	Ablaufschritte
W	Wäschetrocknungsgerät
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit

#### Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zum Steuern eines Trocknungsvorgangs eines mit einem Beladungssensor (30;31) ausgerüsteten Wäschetrockners (W), wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist:
- 55 - Erfassen eines Beladungsgewichts ( $F_w$ ) mittels des Beladungssensors (30;31) (S11) und  
- Bestimmen eines Feuchtemaßes aus dem erfassten Beladungsgewicht ( $F_w$ ), dadurch ge-

**kennzeichnet, dass** der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte aufweist:

- Erfassen einer, insbesondere maximalen, Schleuderdrehzahl während eines dem Trocknungsvorgang vorangehenden Waschganges und daraus Ermitteln einer Restfeuchte und
- Bestimmen einer Menge an Feuchte aus der Restfeuchte und dem Beladungsgewicht ( $F_w$ ) (S12), und

dass das Verfahren ferner den folgenden Schritt aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Trocknungsgeschwindigkeit (S13).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Energiemenge aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Gerätoeffektivitätskennziffer (S21);
- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Energiemenge und unter Bestimmung einer durch eine Heizung (7) in den Prozess eingebrachten kumulierten Energiemenge (S22).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner den folgenden Schritt aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer mittels des Beladungssensors (30) gemessenen Gewichtsabnahme der Wäsche (S31,S32).

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar vor dem Erfassen des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) angefallenes Kondenswasser durch die Abpumpvorrichtung (8) entfernt wird (S33;S44).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes zumindest folgende Teilschritte aufweist:

- Erfassen eines Beladungsgewichts ( $F_w$ ) mittels des Beladungssensors (S11),
- Überwachen einer Abnahme des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) pro Zeiteinheit (S42); und

- Bestimmen einer Restfeuchte, insbesondere eines Restfeuchtegrads von ca. 15 %, aus einer Verringerung der Abnahme des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) pro Zeiteinheit (S43).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Erfassens des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) mittels des Beladungssensors (S11) bei einer stehenden Wäschetrommel (2) durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Erfassens des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) mittels des Beladungssensors (S11) bei einer sich drehenden Wäschetrommel (2) durchgeführt wird, wobei das Erfassen des Beladungsgewichts (S11) ein zeitlich aufeinanderfolgendes Abführen und anschließendes Mitteln mehrerer Messwerte des Beladungsgewichts ( $F_w$ ) umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zeitdauer des zeitlich aufeinanderfolgenden Abführens der mehreren Messwerte ein Vielfaches einer für eine Umdrehung der Wäschetrommel (2) benötigten Zeitdauer beträgt.

9. Waschrockner (W) mit einer Steuereinheit (C) zur Steuerung eines Trocknungsvorgangs und mit einem Beladungssensor (30;31), wobei die Steuereinheit (C) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren umfassend zumindest die folgenden Schritte durchzuführen:

- Erfassen eines Beladungsgewichts ( $F_w$ ) mittels des Beladungssensors (30;31) (S11) und
- Bestimmen eines Feuchtemaßes aus dem erfassten Beladungsgewicht ( $F_w$ ), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Bestimmens des Feuchtemaßes im Verfahren zumindest folgende Teilschritte aufweist:
  - Erfassen einer, insbesondere maximalen, Schleuderdrehzahl während eines dem Trocknungsvorgang vorangehenden Waschganges und daraus Ermitteln einer Restfeuchte und
  - Bestimmen einer Menge an Feuchte aus der Restfeuchte und dem Beladungsgewicht ( $F_w$ ) (S12), und

dass das Verfahren ferner den folgenden Schritt aufweist:

- Bestimmen einer für den Trocknungsablauf benötigten Zeitdauer aus der zuvor bestimmten Menge an Feuchte und einer bekannten Trocknungsgeschwindigkeit (S13).

10. Waschrockner (W) nach Anspruch 9, **dadurch ge-**

**kennzeichnet, dass** der Beladungssensor einen Hallsensor (31) umfasst, welcher stationär am Waschtrockner (W) angeordnet ist, und einen Permanentmagneten, der an einer Wäschetrommel (2) des Waschtrockners (W) angeordnet ist.

11. Waschtrockner (W) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beladungssensor eine Magnetfeldsensoreinheit (30:31), insbesondere einen Hallsensor (31), umfasst, wobei die Magnetfeldsensoreinheit (30) dazu eingerichtet und angeordnet ist, eine Durchbiegung einer Trommelwelle (23) abzufühlen.

12. Waschtrockner (W) nach einem der Ansprüche 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magnetfeldsensoreinheit (30) an einem Wellenstummel an einer Rückwand einer Wäschetrommel (2) des Waschtrockners (W) angeordnet ist.

### Claims

1. Method of controlling a drying process of a laundry dryer (W) equipped with a load sensor (30; 31), wherein the method comprises at least the following steps:

- detecting a load weight ( $F_w$ ) by means of the load sensor (30; 31) (S11) and
- determining a moisture measurement from the detected load weight ( $F_w$ ),

**characterised in that** the step of determining the moisture measurement comprises at least the following sub-steps:

- detecting a spinning rotational speed, particularly a maximum speed, during a washing process preceding the drying process and determining therefrom a residual moisture and
- determining an amount of moisture from the residual moisture and the load weight ( $F_w$ ) (S12), and

that the method further comprises the following step:

- determining from the previously determined amount of moisture and a known drying speed a time duration needed for the drying sequence (S13).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the method further comprises the following steps:

- determining from the previously determined amount of moisture and a known apparatus effective characteristic number an amount of en-

ergy needed for the drying sequence (S21); and  
 - determining from the previously determined amount of energy and - with determination of a cumulative amount of energy introduced into the process by a heating means (7) - a time duration needed for the drying sequence (S22).

3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the method further comprises the following step:

- determining from the previously determined amount of moisture and a weight decrease of the laundry measured by means of the load sensor (30) a time duration needed for the drying sequence (S31, 32).

4. Method according to claim 3, **characterised in that** condensation water precipitating directly before detection of the load weight ( $F_w$ ) is removed by the discharge pumping device (8) (S33; S44).

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the step of determining the moisture measurement comprises at least the following sub-steps:

- detecting a load weight ( $F_w$ ) by means of the load sensor (S11),  
 - monitoring a decrease in the load weight ( $F_w$ ) per unit of time (S42); and  
 - determining a residual moisture, particularly a residual degree of moisture of approximately 15%, from a reduction in the decrease in the load weight ( $F_w$ ) per unit of time (S43).

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the step of detecting the load weight ( $F_w$ ) is carried out by means of the load sensor (S11) with a stationary laundry drum (2).

7. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the step of detecting the load weight ( $F_w$ ) is carried out by means of the load sensor (S11) with a rotating laundry drum (2), wherein the detection of the load weight (S11) comprises sensing successively in time, and subsequent averaging, of several measured values of the load weight ( $F_w$ ).

8. Method according to claim 7, **characterised in that** a time duration of the sensing successively in time of the several measured values is a multiple of a time duration required for one rotation of the laundry drum (2).

9. Laundry dryer (W) with a control unit (C) for controlling a drying process and with a load sensor (30; 31), wherein the control unit (C) is equipped for the pur-

pose of performing a method comprising at least the following steps:

- detecting a load weight ( $F_w$ ) by means of the load sensor (30; 31) (S11) and
- determining a moisture measurement from the detected load weight ( $F_w$ ),

**characterised in that** the step of determining the moisture measurement comprises at least the following sub-steps:

- detecting a spinning rotational speed, particularly a maximum speed, during a washing process preceding the drying process and determining therefrom a residual moisture and
- determining an amount of moisture from the residual moisture and the load weight ( $F_w$ ) (S12), and

that the method further comprises the following step:

- determining from the previously determined amount of moisture and a known drying speed a time duration needed for the drying sequence (S13).

10. Laundry dryer (W) according to claim 9, **characterised in that** the load sensor comprises a Hall sensor (31) which is arranged in a stationary position at the laundry dryer (W) and a permanent magnet which is arranged at a laundry drum (2) of the laundry dryer (W).
11. Laundry dryer (W) according to claim 9, **characterised in that** the load sensor comprises a magnet field sensor unit (30; 31), particularly a Hall sensor (31), wherein the magnetic field sensor unit (30) is equipped and arranged for the purpose of sensing a bending of a drum shaft (23).
12. Laundry dryer (W) according to one of claims 10 and 11, **characterised in that** the magnetic field sensor unit (30) is arranged at a shaft stub at a rear wall of a laundry drum (2) of the laundry dryer (W).

#### Revendications

1. Procédé de commande d'un processus de séchage d'un sèche-linge (W) équipé d'un capteur de chargement (30 ; 31), le procédé présentant au moins les étapes suivantes :
  - détection d'un poids de chargement ( $F_w$ ) au moyen du capteur de chargement (30 ; 31) (S11) et
  - détermination d'une mesure d'humidité à partir
- 50 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la mesure d'humidité présente au moins les étapes partielles suivantes :
  - détection d'un nombre de tours d'essorage, notamment maximal, pendant un processus de lavage précédant le processus de séchage et détermination d'une humidité résiduelle à partir de ce nombre de tours et
  - détermination d'une quantité d'humidité à partir de l'humidité résiduelle et du poids de chargement ( $F_w$ ) (S12) et
- 55 3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé présente en outre l'étape suivante :
  - détermination d'une durée, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'humidité déterminée au préalable et d'une vitesse de séchage connue (S13).
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé présente en outre les étapes suivantes :
  - détermination d'une quantité d'énergie nécessaire pour le déroulement du séchage à partir de la quantité déterminée au préalable et d'une caractéristique d'effectivité d'appareil (S21) ;
  - détermination d'une durée, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'énergie déterminée au préalable et en déterminant une quantité d'énergie cumulée amenée dans le processus par un dispositif de chauffage (7) (S22).
- 40 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé présente en outre l'étape suivante :
  - détermination d'une quantité d'énergie, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'humidité déterminée au préalable et d'une diminution de poids du linge mesurée au moyen du capteur de chargement (30) (S31, S32).
- 45 6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'eau de condensation produite directement avant la détection du poids de chargement ( $F_w$ ) est éliminée par le dispositif de pompage (8) (S33 ; S44)
- 50 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la mesure d'humidité présente au moins les étapes partielles suivantes :

du poids de chargement détecté ( $F_w$ ),

**caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la mesure d'humidité présente au moins les étapes partielles suivantes :

- détection d'un nombre de tours d'essorage, notamment maximal, pendant un processus de lavage précédant le processus de séchage et détermination d'une humidité résiduelle à partir de ce nombre de tours et
- détermination d'une quantité d'humidité à partir de l'humidité résiduelle et du poids de chargement ( $F_w$ ) (S12) et

**en ce que** le procédé présente en outre l'étape suivante :

- détermination d'une durée, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'humidité déterminée au préalable et d'une vitesse de séchage connue (S13).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé présente en outre les étapes suivantes :

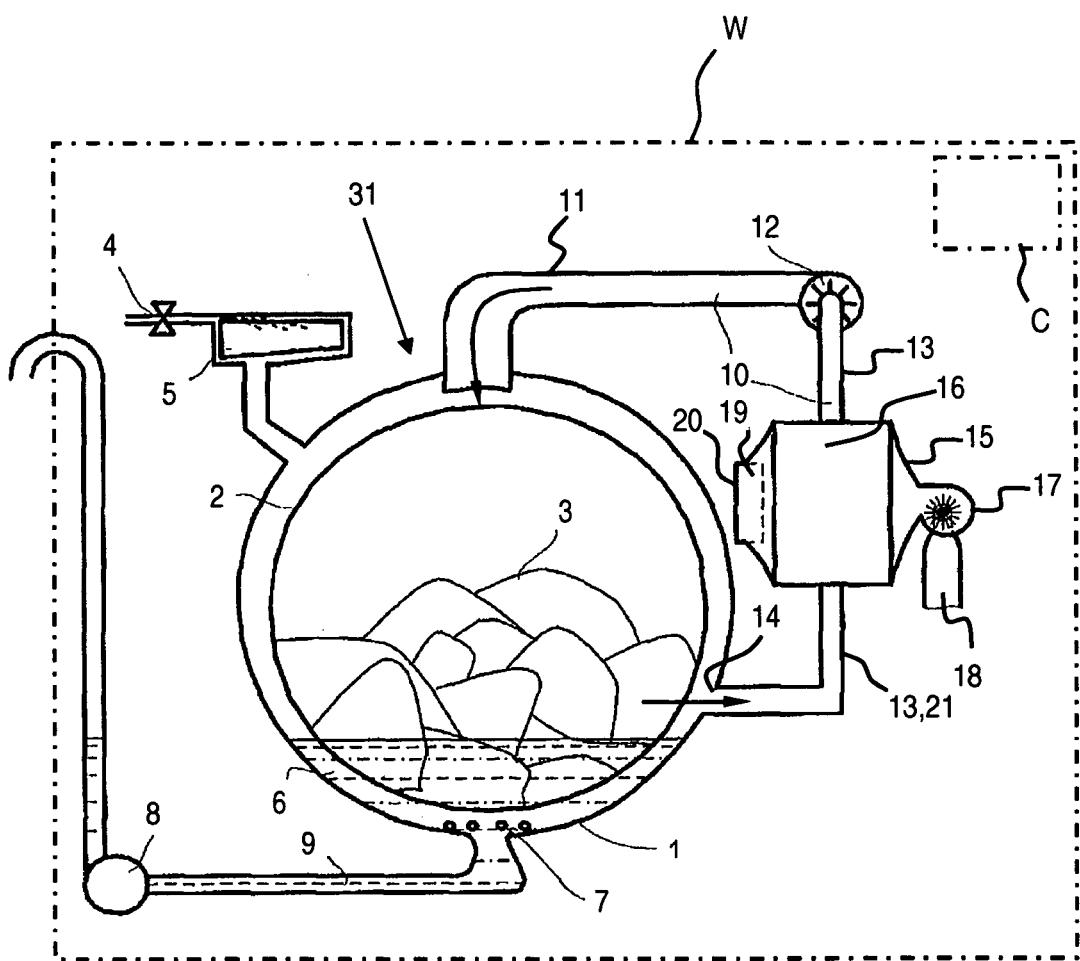
- détermination d'une quantité d'énergie nécessaire pour le déroulement du séchage à partir de la quantité déterminée au préalable et d'une caractéristique d'effectivité d'appareil (S21) ;
- détermination d'une durée, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'énergie déterminée au préalable et en déterminant une quantité d'énergie cumulée amenée dans le processus par un dispositif de chauffage (7) (S22).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé présente en outre l'étape suivante :

- détermination d'une quantité d'énergie, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'humidité déterminée au préalable et d'une diminution de poids du linge mesurée au moyen du capteur de chargement (30) (S31, S32).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'eau de condensation produite directement avant la détection du poids de chargement ( $F_w$ ) est éliminée par le dispositif de pompage (8) (S33 ; S44)
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la mesure d'humidité présente au moins les étapes partielles suivantes :

- détermination d'un poids de chargement ( $F_w$ ) au moyen du capteur de chargement (S11),  
 - contrôle d'une diminution du poids de chargement ( $F_w$ ) par unité de temps (S42) ; et  
 - détermination d'une humidité résiduelle, notamment d'un degré d'humidité résiduelle d'environ 15%, à partir d'une réduction de la diminution du poids de chargement ( $F_w$ ) par unité de temps (S43).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de détection du poids de chargement ( $F_w$ ) au moyen du capteur de chargement (S11) est réalisée avec un tambour à linge vertical (2).
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'étape de détection du poids de chargement ( $F_w$ ) au moyen du capteur de chargement (S11) est réalisée avec un tambour à linge (2) en rotation, la détection du poids de chargement (S11) comprenant un balayage temporel successif et une moyenne suivante de plusieurs valeurs de mesure du poids de chargement ( $F_w$ ).
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'** une durée du balayage temporel successif des plusieurs valeurs de mesure est un multiple d'une durée nécessaire pour une rotation du tambour à linge (2).
9. Sèche-linge (W) comprenant une unité de commande (C) pour la commande d'un processus de séchage et comprenant un capteur de chargement (30 ; 31), l'unité de commande (C) étant configurée pour réaliser un procédé comprenant au moins les étapes suivantes :
- détermination d'un poids de chargement ( $F_w$ ) au moyen du capteur de chargement (30 ; 31) (S11) et
  - détermination d'une mesure d'humidité à partir du poids de chargement détecté ( $F_w$ ),
- caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la mesure d'humidité dans le procédé présente au moins les étapes partielles suivantes :
- détection d'un nombre de tours d'essorage, notamment maximal, pendant un processus de lavage précédent le processus de séchage et détermination d'une humidité résiduelle à partir de ce nombre de tours et
  - détermination d'une quantité d'humidité à partir de l'humidité résiduelle et du poids de chargement ( $F_w$ ) (S12) et
- en ce que** le procédé présente en outre l'étape suivante :
- détermination d'une durée, nécessaire pour le déroulement du séchage, à partir de la quantité d'humidité déterminée au préalable et d'une vitesse de séchage connue (S13).
10. Sèche-linge (W) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le capteur de chargement comprend un capteur de Hall (31), lequel est disposé de manière stationnaire sur le sèche-linge (W), et un aimant permanent qui est disposé sur un tambour à linge (2) du sèche-linge (W).
15. Sèche-linge (W) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le capteur de chargement comprend une unité de capteur de champ magnétique (30 ; 31), notamment un capteur de Hall (31), l'unité de capteur de champ magnétique (30) étant configurée et disposée pour balayer une courbure d'un arbre de tambour (23)
20. Sèche-linge (W) selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'unité de capteur de champ magnétique (30) est disposée sur un bout d'arbre sur une paroi arrière d'un tambour à linge (2) du sèche-linge (W).
25. Sèche-linge (W) selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'unité de capteur de champ magnétique (30) est disposée sur un bout d'arbre sur une paroi arrière d'un tambour à linge (2) du sèche-linge (W).
30. Sèche-linge (W) selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'unité de capteur de champ magnétique (30) est disposée sur un bout d'arbre sur une paroi arrière d'un tambour à linge (2) du sèche-linge (W).
35. Sèche-linge (W) selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** l'unité de capteur de champ magnétique (30) est disposée sur un bout d'arbre sur une paroi arrière d'un tambour à linge (2) du sèche-linge (W).



**FIG 1**

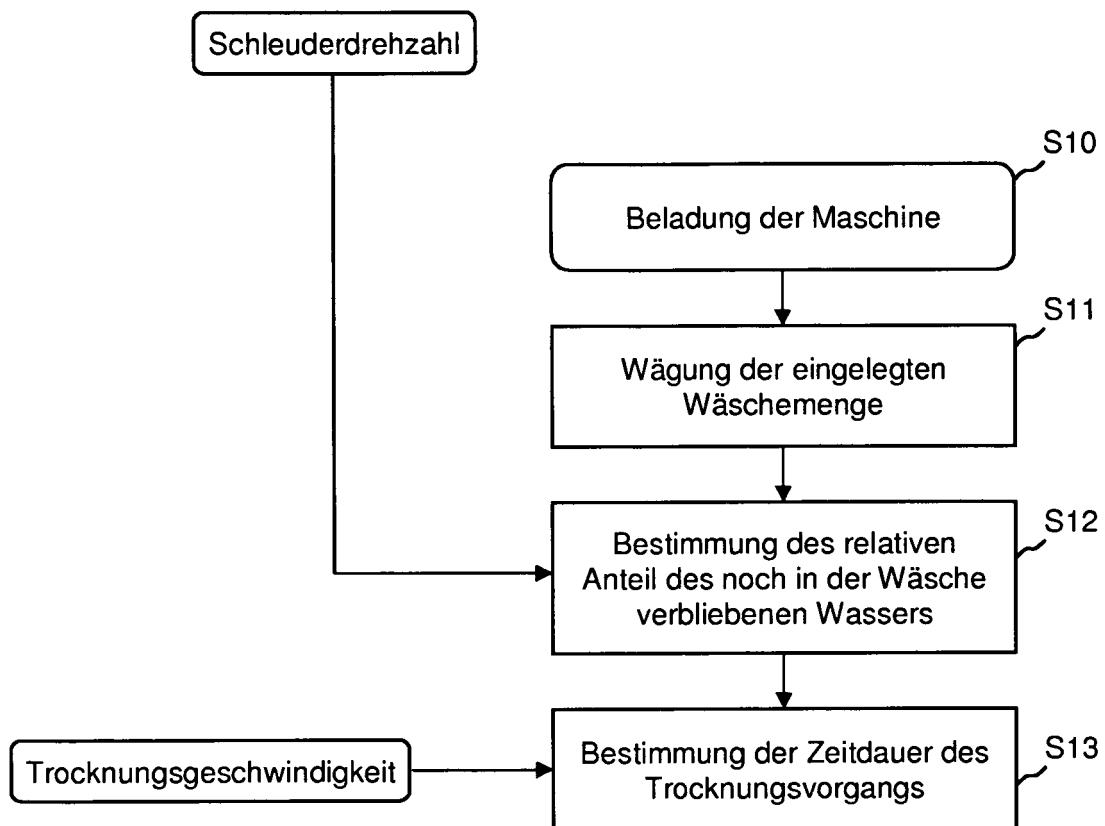


FIG 2

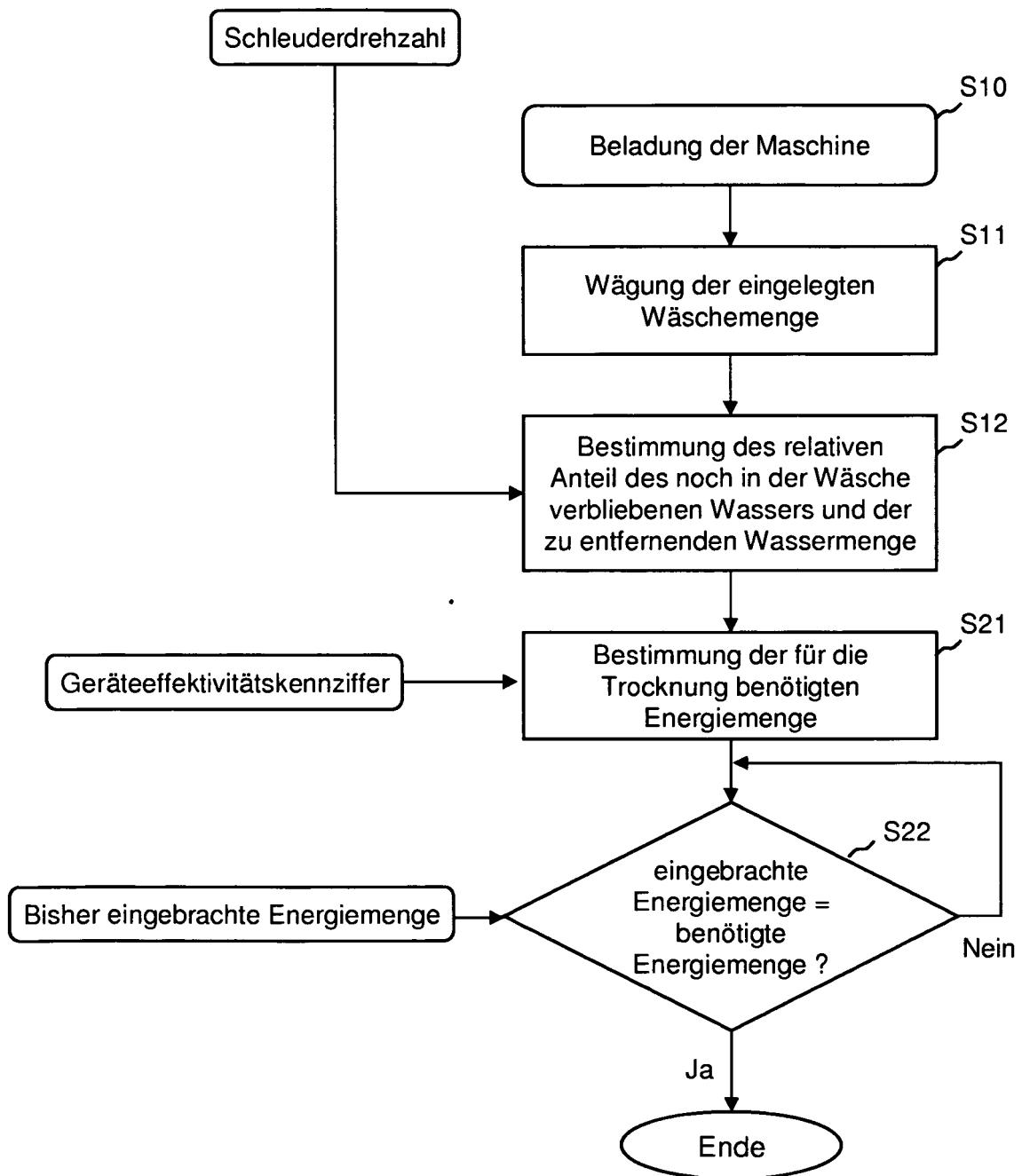


FIG 3

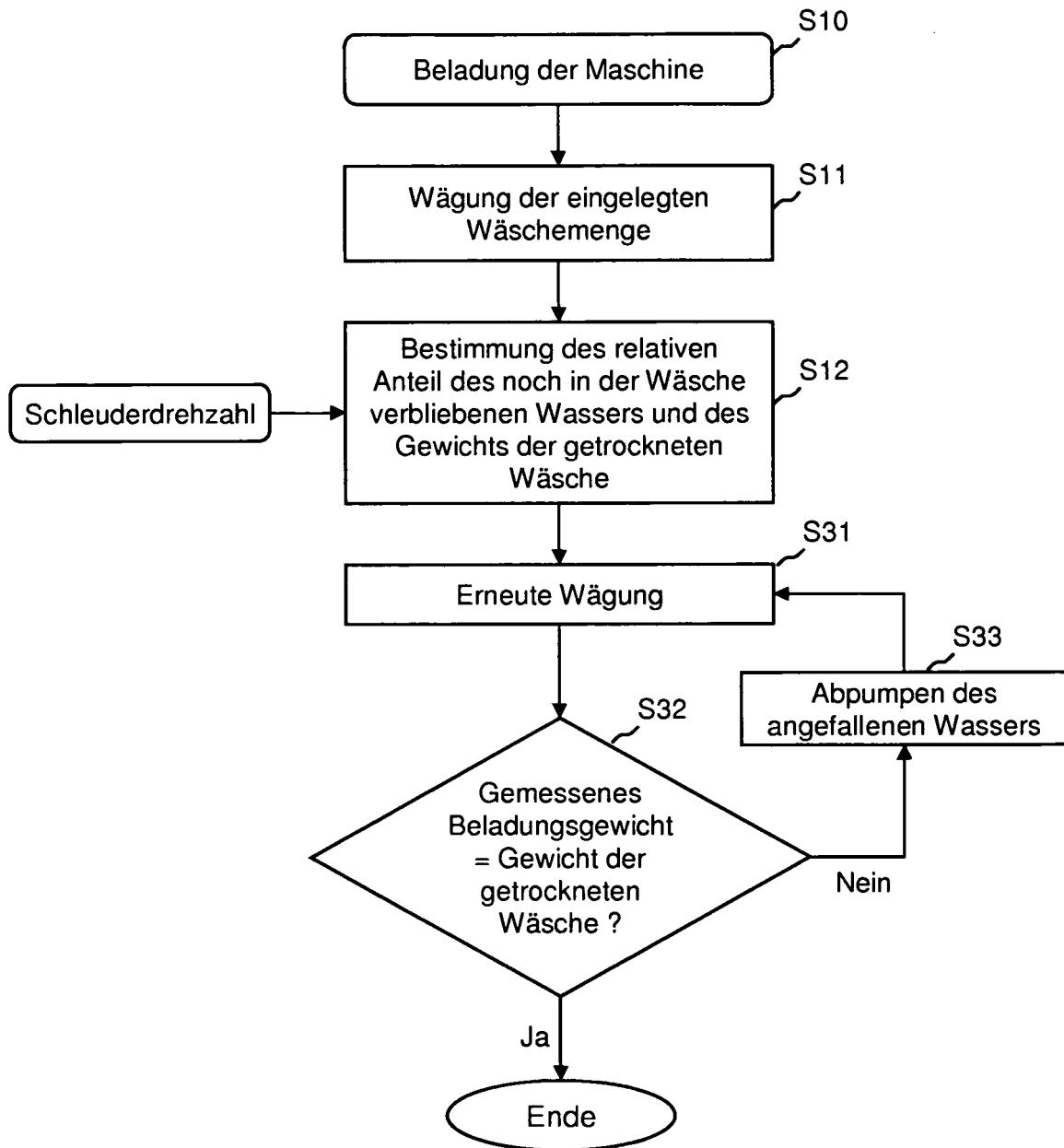


FIG 4

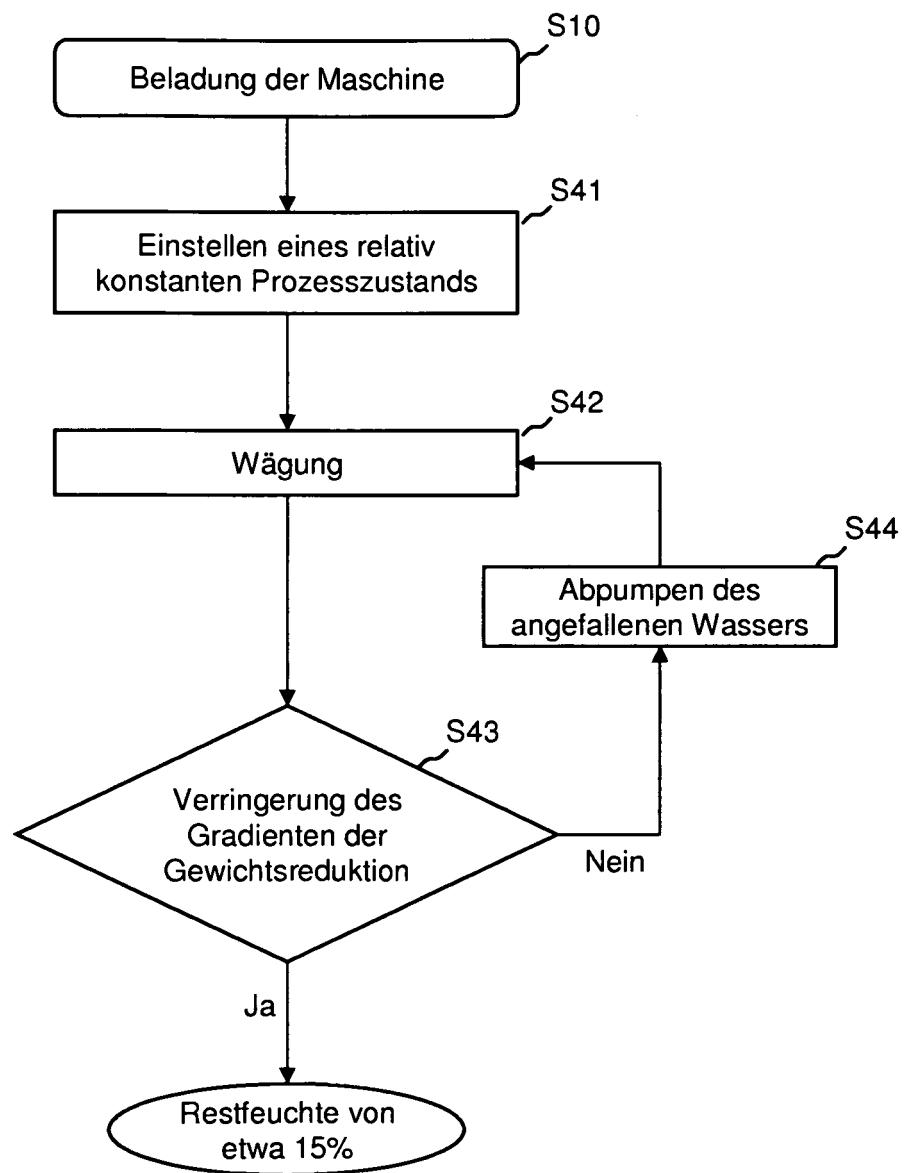


FIG 5

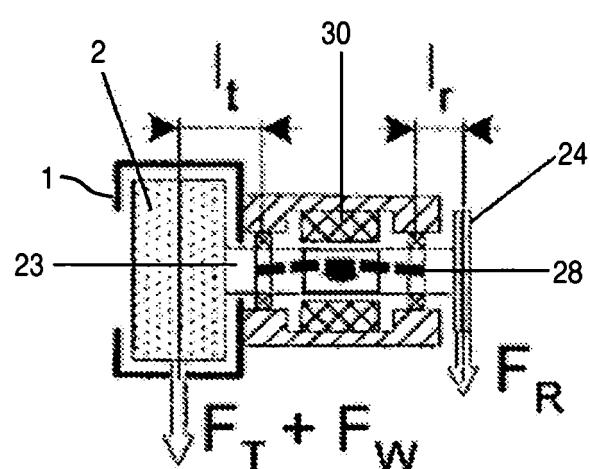


FIG 6

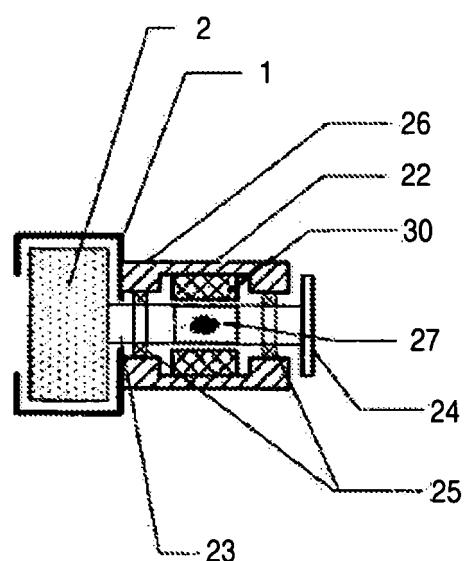


FIG 7

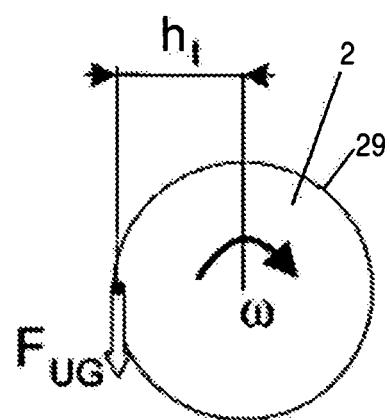


FIG 8

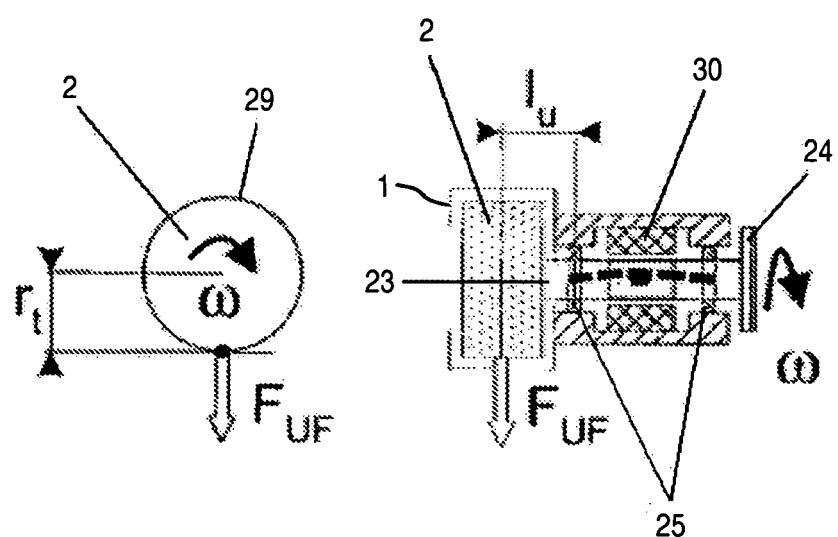


FIG 9

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0649930 A1 [0002]
- EP 1760186 A2 [0003]
- DE 4411501 A1 [0004]
- WO 2007138019 A1 [0005]
- EP 0636732 B1 [0005]
- DE 4427361 A1 [0005]
- DE 19522307 C2 [0005]
- WO 2007118512 A1 [0006] [0008]
- WO 2008006675 A1 [0006]