(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 091 118 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
D06F 58/24 *(2006.01)* ***D06F 25/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16020145.5**

(22) Anmeldetag: **19.04.2016**

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

(30) Priorität: **06.05.2015 DE 102015107036**

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

(72) Erfinder:
- **Witte, Olaf**
  32758 Detmold (DE)
- **Siepmann, Stefan**
  33775 Versmold (DE)
- **Wieczorek, Norbert**
  33428 Marienfeld (DE)
- **Presto, Michael**
  33332 Gütersloh (DE)
- **Erdogan, Meltem**
  52072 Aachen (DE)
- **Bau, Uwe**
  52062 Aachen (DE)
- **Lanzerath, Franz**
  52074 Aachen (DE)
- **Bardow, André**
  52070 Aachen (DE)

(54) WASCHTROCKNER UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES WASCHTROCKNERS

(57) Die Erfindung betrifft einen Waschtrockner und ein Verfahren zum Betreiben eines Waschtrockners. Der Waschtrockner weist einen Laugenbehälter (1), ein Adsorptionsmodul (2), ein Gebläse (6), einen Kondensator (3), ein Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51), und eine Steuervorrichtung auf, welche ausgebildet ist, während einer Trocknungsphase mittels des Gebläses (6) trockene Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Wäsche an die Prozessluft abgegeben wird, und während einer Waschphase mittels des Gebläses (6) feuchte Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Prozessluft an der Wäsche kondensiert und die Wäsche mittels in diesem Kondensationsprozess freigesetzter Kondensationswärme erwärmt wird. Die Steuervorrichtung ist ausgebildet, während der gesamten Trocknungsphase das Adsorptionsmodul (2), den Kondensator (3), das Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51) und das Gebläse (6) zu betreiben.

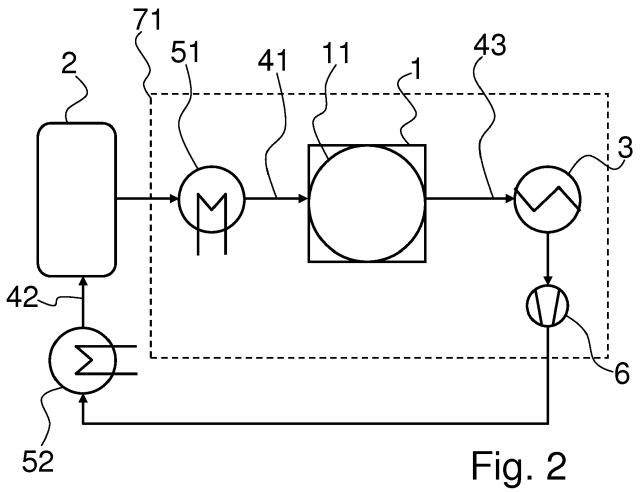


Fig. 2

EP 3 091 118 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Waschtrockner, also ein Haushaltsgerät, das in der Lage ist, Wäsche sowohl zu Waschen als auch zu trocknen. Als Alternative zu einer Anordnung aus einer Waschmaschine und einem separaten Wäschetrockner dient der Waschtrockner in erster Linie der Platzersparnis - es muss lediglich ein Gerät angeschafft und aufgestellt werden.

[0002] Wie bei einer Waschmaschine üblich, weist ein Waschtrockner einen Laugenbehälter und eine in dem Laugenbehälter drehbar angeordnete Wäschetrommel zur Aufnahme von Wäsche auf. Zusätzlich sind, wie bei einem Wäschetrockner üblich, ein Heizelement, ein Gebläse und ein Kondensator vorgesehen, die zusammen mit dem Laugenbehälter einen Kreislauf bereitstellen, der in einem Trocknungsprozess von einer Prozessluft durchlaufen wird. Dieser Stand der Technik wird anhand der Fig. 1 erläutert.

[0003] Ein weiteres Trocknungskonzept sieht vor, dass Adsorptionsmittel zur Trocknung in Haushaltgeräten eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür zeigt EP 2 315 547 B1, aus der eine Geschirrspülmaschine hervorgeht, in der eine mit Zeolith gefüllte Sorptionseinrichtung als Trocknungseinrichtung betrieben wird. Eine Anwendung der Trocknung mittels Adsorption im Bereich der Waschtrockner wird in EP 2 439 329 B1 und in DE 10 2007 031 481 A1 offenbart.

[0004] Die Problematik beim Einsatz von Adsorptionsmitteln zur Trocknung von Wäsche besteht darin, dass eine große Menge an Feuchtigkeit aus der Wäsche entnommen werden muss. Um die gesamte Wäsche ausschließlich mittel Adsorption zu trocknen, müsste das Adsorptionsmodul entsprechend groß dimensioniert sein, was zu Bauraumproblemen im Haushaltsgerät führen würde.

[0005] Der Erfindung stellt sich somit das Problem, einen Waschtrockner und ein Verfahren zu dessen Betrieb bereitzustellen, bei denen ein Adsorptionsmodul effizient eingesetzt wird, um die Wäsche möglichst schnell zu trocknen.

[0006] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch einen Waschtrockner mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0007] Die Erfindung beruht auf der Überlegung, in der Trocknungsphase ein Adsorptionsmodul und einen Kondensator mitsamt einem Heizelement derart zu betreiben, dass das Adsorptionsmodul möglichst optimal ausgelastet wird. Die nachfolgend in Zusammenhang mit einem Kondensator-basierten Trocknungsprozess gemäß Fig.1 erläutert wird, beträgt die Feuchtigkeit der unmittelbar aus einem Kondensator austretenden Prozessluft nahezu 100%. Erfindungsgemäß werden nun in der Trocknungsphase das Adsorptionsmodul, der Kondensator und das Heizelement gleichzeitig betrieben. Somit wird die aus dem Kondensator austretende Prozessluft in das Adsorptionsmodul geleitet, ohne zuvor ein aktives Heizelement zu durchlaufen. Aufgrund der maximalen Feuchte der in das Adsorptionsmodul dringenden Prozessluft wird das Adsorptionsmodul optimal betrieben. Der Waschtrockner weist eine Steuervorrichtung auf, welche ausgebildet ist, das erfindungsgemäße Behandlungsverfahren durchzuführen.

[0008] Bei dem Adsorptionsmodul kann es sich um ein offenes Adsorptionssystem handeln, welches mit der Atmosphäre in direkter Verbindung steht. Hierbei erfolgen die Adsorption und die Desorption bei Umgebungsdruck. Alternativ kann es sich um ein geschlossenes Adsorptionssystem handeln, also um ein gegenüber der Umgebungsluft abgedichtetes System. Bei einem geschlossenen Adsorptionssystem kann der Arbeitsdruck frei gewählt werden.

[0009] Wenn zunächst von einem teilweise oder bereits vollständig entladenem Adsorptionsmodul ausgegangen wird, also von einem Adsorptionsmodul, bei dem das hierin enthaltene Adsorptionsmittel im Wesentlichen trocken ist, dann wird während der Trocknungsphase durch das Gebläse feuchte Prozessluft aus dem Laugenbehälter in das Adsorptionsmodul geblasen. Die Feuchtigkeit aus der Prozessluft wird von dem Adsorptionsmittel adsorbiert. Es handelt sich bei der Adsorption um einen exothermen Prozess, so dass die aufgrund des Adsorptionsvorgangs freigesetzte Wärmeenergie die Prozessluft erwärmt. Die aufgrund des Durchströmens des Adsorptionsmoduls trockene heiße Prozessluft wird mittels des Gebläses in den Laugenbehälter geleitet, wo er Feuchte aus der dort in der Wäschetrommel angeordneten Wäsche aufnimmt und die Wäsche so trocknet. Die nunmehr wieder feuchte Prozessluft wird dann im Sinne eines Kreislaufs wieder durch das Adsorptionsmodul geleitet, um das Adsorptionsmittel weiter zu beladen.

[0010] Der Trocknungsprozess kann derart weiter betrieben werden, bis das Adsorptionsmittel vollständig beladen ist, das bedeutet, bis das Adsorptionsmittel bei gegebenem Prozessdruck keine weitere Feuchtigkeit mehr aufnehmen kann. Dies erfolgt in Abhängigkeit vom Adsorptionsmittel üblicherweise bei einer Beladung des Adsorptionsmittels zwischen 20% und 40%. Wenn die Wäsche dann noch nicht ausreichend trocken ist, kann mittels eines konventionellen Trocknungsprozesses die Wäschetrocknung weiter betrieben werden.

[0011] Hierbei kann wie einleitend erläutert ein Kondensator zum Einsatz kommen. Zusätzlich kann der Einsatz einer Wärmepumpe von Vorteil sein.

[0012] Vorzugsweise wird das Adsorptionsmodul in der Trocknungsphase jedoch gleichzeitig mit dem Kondensator und gegebenenfalls mit der Wärmepumpe betrieben. Dies hat den Vorteil, dass der Trocknungsprozess schneller ablaufen kann. In diesem Fall wird mittels des Kondensators der Hauptanteil an Feuchtigkeit aus der aus dem Laugenbehälter tretenden Prozessluft entzogen, und das Adsorptionsmodul dient dazu, die Restfeuchte aus der Prozessluft zu entnehmen, welche aus

dem Kondensator austritt. Zudem kann der Prozess so abgestimmt sein, dass das Adsorptionsmittel in dem Adsorptionsmodul erst mit dem Ende der Trocknungsphase oder sogar mit dem Ende zweier nacheinander folgender Trocknungsphasen vollständig beladen ist.

[0013] Alternativ kann das Adsorptionsmodul auch zeitweise oder intervallmäßig in der Trocknungsphase betrieben werden. Insbesondere kann ein Boostbetrieb vorgesehen sein, bei dem das Adsorptionsmodul nach der Hälfte oder gegen Ende einer Trocknungsphase zugeschaltet wird, um den Trocknungsvorgang sprunghaft zu beschleunigen.

[0014] Aufgrund des üblicherweise kleineren Fassungsvermögens der Waschtrommel eines Waschtrockners im Vergleich zu einem eigenständigen Trockner, wird eine Waschladung an Wäsche nach der Waschphase in der Regel auf zwei Trocknungsprozesse verteilt. Beispielsweise werden im Anschluss an einen Waschgang bei einer Standard-Beladung von 5,5kg Wäsche in der Regel zwei Trocknungsphasen bei einer Beladung von jeweils etwa 2,75kg durchgeführt. Das ist der Grund, weshalb es vorteilhaft sein kann, wenn das Adsorptionsmodul erst nach der zweiten Trocknungsphase vollständig mit Feuchtigkeit beladen ist. Der Vorteil ist dann, dass das Adsorptionsmodul während beider Trocknungsphasen aktiv sein kann, um den Trocknungsvorgang zu unterstützen.

[0015] Wenn nun von einem teilweise oder bereits vollständig beladenen Adsorptionsmodul ausgegangen wird, also von einem Adsorptionsmodul, bei dem das Adsorptionsmittel bis zur Sättigung mit adsorbierter Feuchtigkeit beladen ist, dann wird in einer nachfolgenden Waschphase in einem Desorptionsprozess die Feuchtigkeit aus dem Adsorptionsmittel entnommen und in den Laugenbehälter geleitet. In dem Laugenbehälter befindet sich nun üblicherweise andere Wäsche, als während der vorangehenden Trocknungsphase. Die in das Adsorptionsmodul geleitete Prozessluft muss, um den Desorptionsprozess effizient durchzuführen, eine bestimmte Mindesttemperatur aufweisen, nämlich eine vom Adsorptionsmittel abhängige Desorptionstemperatur. Diese Desorptionstemperatur ist bei üblichen Adsorptionsmitteln weitaus höher, als die zum Waschen benötigte Temperatur. Die aus dem Adsorptionsmodul austretende feuchte Prozessluft ist also immer wärmer, als die Wäsche im Laugenbehälter, so dass die Feuchtigkeit an der Wäsche kondensiert. Aufgrund dieses Kondensationsprozesses wird Kondensationswärme freigesetzt, so dass gleichzeitig die Wäsche erwärmt und so auf die für den gewählten Waschprozess benötigte oder optimale Waschtemperatur gebracht wird.

[0016] Wie vorangehend erläutert, weist der Waschtrockner neben dem Laugenbehälter, dem Adsorptionsmodul und dem Gebläse auch einen Kondensator und ein Heizelement auf, welches als Laugenbehälterzulauf-Heizelement in einer Laugenbehälterzulaufleitung angeordnet ist, durch welche die Prozessluft hindurch den Laugenbehälter erreicht. Beim Betrieb des Laugenbehälterzulauf-Heizelements wird die in den Laugenbehälter strömende Prozessluft erwärmt. Die Temperaturdifferenz zwischen der in das Adsorptionsmodul einströmenden feuchten Prozessluft und der aus dem Adsorptionsmodul heraus strömenden trockeneren Prozessluft wird auch als Temperaturhub bezeichnet und ist vom Adsorptionsmittel abhängig. Insbesondere bei Adsorptionsmitteln, die einen verhältnismäßig geringen Temperaturhub zeigen, ist ein Laugenbehälterzulauf-Heizelement von Vorteil, um die in den Laugenbehälter strömende Prozessluft auf ein Temperaturniveau zu heben, auf dem eine effiziente Trocknung stattfindet.

[0017] Erfindungsgemäß werden während der gesamten Trocknungsphase der Kondensator, das Laugenbehälterzulauf-Heizelement und das Gebläse betreiben. Hierbei wird die mit Feuchtigkeit aus der Wäsche beladene Prozessluft durch den Kondensator geleitet. In dem Kondensator kondensiert Feuchtigkeit aus der Prozessluft und die Prozessluft wird abgekühlt. Die so abgekühlte Prozesslust wird anschließend aus dem Kondensator in das Adsorptionsmodul geleitet. Dort wird Feuchtigkeit aus der Prozessluft am Adsorptionsmittel adsorbiert und die Prozessluft aufgrund der freigesetzten Adsorptionsenthalpie erwärmt. Die aus Adsorptionsmodul austretende Prozessluft wird schließlich mittels des Laugenbehälterzulauf-Heizelementes weiter erwärmt und anschließend wieder in den Laugenbehälter geleitet. Kondensator, das Laugenbehälterzulauf-Heizelement und/oder das Gebläse können hierbei kontinuierlich oder intervallweise betrieben werden.

[0018] Mithilfe des Adsorptionsmoduls wird die Prozessluft nach dem Durchlaufen des Kondensators zusätzlich entfeuchtet. Dies hat zur Folge, dass die in den Laugenbehälter einströmende Prozessluft noch trockener ist und daher mehr Feuchtigkeit aus der Wäsche aufnehmen kann. Hierdurch wird der Trocknungsprozess beschleunigt.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Gebläse zwischen dem Kondensator und dem Adsorptionsmodul angeordnet ist. Das bedeutet, dass die aus dem Laugenbehälter tretende Prozessluft durch den Kondensator und dann durch das Gebläse strömt, um erst anschließend in das Adsorptionsmodul geleitet zu werden.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Adsorptionsmodul zwischen 2kg und 7kg Adsorptionsmittel enthält, vorzugsweise zwischen 2,5kg und 4,5kg oder zwischen 4,5kg und 6,5kg, bevorzugter zwischen 3kg und 4kg oder zwischen 5kg und 6kg. Das Adsorptionsmodul enthält beim Einsatz von Zeolith vorzugsweise zwischen 3kg und 4kg Zeolith, eher bevorzugt etwa 3,55 kg, und beim Einsatz von Silikagel vorzugsweise zwischen 5kg und 6kg Silikagel, eher bevorzugt etwa 5,85 kg.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Adsorptionsmodul als Adsorptionsmittel ein Silikagel, auch Kieselgel genannt, enthält. Insbesondere ist hier das Silikagel 123 von Vorteil.

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass in dem Adsorptionsmittel ein Salz eingebunden ist, um die Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit zu steigern. Insbesondere dem Silikagel sind vorzugsweise Salze eingebunden, beispielsweise Calciumchloridhexahydrat, um als Adsorptionsmittel ein sogenanntes Selective Water Sorbens (SWS) zu erhalten.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist ein Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement vorgesehen, welches in einer Adsorptionsmodulzulaufleitung angeordnet ist, um die Prozessluft unmittelbar vor dem Eintritt in das Adsorptionsmodul zu erwärmen. Zusätzlich oder alternativ zum Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement kann ein Adsorptionsmodul-Heizelement vorgesehen sein, welches eingerichtet ist, das Adsorptionsmodul auf die für den Desorptionsvorgang notwendige Desorptionstemperatur zu bringen.

[0024] Das Adsorptionsmodul wird gegebenenfalls zusammen mit dem Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement vorzugsweise zwischen dem Gebläse und dem Laugenbehälter oder dem Laugenbehälterzulauf-Heizelement angeordnet, und zwar vorzugsweise so, dass die aus dem Laugenbehälter tretende Prozessluft zuerst den Kondensator, dann das Gebläse und danach das Adsorptionsmodul durchströmt und schließlich wieder in den Laugenbehälter gelangt. Auf diese Weise können vorzugsweise auch bestehende Waschtrockner mit einem Adsorptionsmodul nachgerüstet werden.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Komponenten eines konventionellen Waschtrockners und den Ablauf beim konventionellen Trocknungsprozess;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Waschtrockners gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 3 Temperaturverläufe an ausgewählten Messpunkten beim Ausführen eines Trocknungsprozesses gemäß einer Bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 4 Verläufe von Wäschefeuchte und Adsorberbeladung beim Trocknungsprozess gemäß Fig. 3; und

Fig. 5 Verläufe von Heizleistung und Kondensatorleistung beim Trocknungsprozess gemäß Fig. 3.

[0026] Der Ablauf eines konventionellen Trocknungsprozesses in einem Waschtrockner gemäß Stand der Technik wird anhand der schematischen Darstellung in Fig. 1 erläutert. Hier wird anhand der breiten Pfeile, welche die Strömung einer Prozessluft 7 zwischen Hauptkomponenten des Waschtrockners schematisch darstellen, ein Kreislaufprozess veranschaulicht. In einem Laugenbehälter 1 befindet sich noch feuchte Wäsche in einer Waschtrommel 11. Zunächst trockenere Prozessluft 7 strömt in den Laugenbehälter 1 ein und entnimmt dort Feuchtigkeit aus der Wäsche. Die aufgrund dieses Vorgangs abgekühlte und feuchte Prozessluft 7 strömt zum Kondensator 3, wo sie weiter abkühlt und die Feuchtigkeit teilweise auskondensiert. Am Ausgang des Kondensators 3 weist die nun viel kühlere Prozessluft 7 eine Feuchtigkeit von nahezu 100% auf. Die Prozessluft 7 wird anschließend zu einem Heizelement 5 geleitet, welches die Prozessluft 7 erwärmt. Hierdurch sinkt die relative Feuchtigkeit der Prozessluft 7. Mittels eines Gebläses 6 wird die warme trockene Prozessluft 7 wieder dem Laugenbehälter 1 zugeführt.

[0027] Der so entstehende Kreislauf wird so lange aufrechterhalten, bis die Wäsche im Laugenbehälter 1 den gewünschten Trockenheitsgrad erreicht hat und der Trocknungsprozess damit abgeschlossen ist. Der Kondensator 3 kann auch durch ein Wärmepumpensystem (nicht dargestellt) ersetzt sein, bei dem es sich um eine Kombination aus einem Verdampfer und einem Verflüssiger handelt. Dann wird von einem Wärmepumpen-Kondensatortrockner gesprochen bzw. von einem Kondensationstrockner, der nach dem Prinzip der Wärmepumpe funktioniert. Auch in allen vorangehend oder nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsformen kann anstelle des Kondensators 3 ein solches Wärmepumpensystem eingesetzt sein.

[0028] In der Fig. 2 ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Waschtrockners anhand eines Flussdiagramms schematisch dargestellt. Hier umfasst der Kreislauf den Laugenbehälter 1, in dem die Waschtrommel 11 drehbar gelagert ist, den Kondensator 3, das Gebläse 6 und ein Adsorptionsmodul 2, welches mit einem Adsorptionsmittel gefüllt ist. Die Komponenten innerhalb des gestrichelten Rahmens 71 sind die bei dem konventionellen Waschtrockner aus Fig. 1 bereits vorhandenen Komponenten. Von dem Laugenbehälter 1 führt eine Kondensatorzulaufleitung 43 zu dem Kondensator 3. Eine Laugenbehälterzulaufleitung 41 führt die Prozessluft zum Laugenbehälter 1 und eine Adsorptionsmodulzulaufleitung 42 zu dem Adsorptionsbehälter 2. Bei diesen Leitungen 41, 42, 43 kann es sich teilweise um Kanäle, Rohre oder Schläuche handeln. Mit dem Begriff der Leitung kann allerdings auch einfach ein irgendwie geartetes Gebilde gemeint sein, welches bewirkt, dass die Prozessluft 7 entlang eines gewünschten Pfades zu der jeweiligen Komponente 1, 2, 3 des Waschtrockners geleitet wird.

[0029] Zusätzlich sind ein Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 und ein Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement 52 vorgesehen. Das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 dient dazu, die aus dem Adsorptionsmodul 2 austretende Prozessluft 7 zu erwärmen, bevor sie in den Laugenbehälter 1 strömt. Dies ist in einer Trocknungsphase notwendig, wenn der aufgrund des eingesetzten Adsorptionsmittels erzielte Temperaturhub nicht ausreicht, um die Wäsche effizient zu trocknen. In der Trocknungsphase sind also das Gebläse 6, der Kondensator

3, das Adsorptionsmodul 2 und gegebenenfalls das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 aktiv. Die zunächst feuchte Prozessluft 7 wird durch die Kondensatorzulaufleitung 43 zum Kondensator 3 geleitet, wo es wie in einem konventionellen Trockner abkühlt. Zwar kondensiert viel von der sich in der Prozessluft 7 befindende Feuchte im Kondensator 3, doch aufgrund der verminderten Temperatur der Prozessluft 7 steigt ihre relative Feuchte auf etwa 100%. Diese kühle feuchte Luft wird mittels des Gebläses 6 durch die Adsorptionsmodulzulaufleitung 42 in das Adsorptionsmodul 2 geleitet.

[0030] In dem Adsorptionsmodul 2 wird die restliche Feuchtigkeit aus der Prozessluft 7 am Adsorptionsmittel adsorbiert und die Prozessluft 7 erfährt einen Temperaturhub. Wenn die Temperatur der Prozessluft 7 nach dem Temperaturhub ausreicht, um der Wäsche im Laugenbehälter 1 effizient Feuchte zu entziehen, dann wird die aufgrund des Adsorptionsvorgangs nun trockene warme Luft durch die Laugenbehälterzulaufleitung 51 in den Laugenbehälter 1 geleitet, ohne weiter erwärmt zu werden. Ansonsten wird die Prozessluft 7 mittels des Laugenbehälterzulauf-Heizelementes 51 auf die notwendige Temperatur erwärmt und tritt in den Laugenbehälter 1 ein.

[0031] Nach Abschluss der Trocknungsphase wird die trockene Wäsche üblicherweise durch den Benutzer aus der Waschtrommel 11 entnommen und entweder gleich im Anschluss, oder aber erst nach einiger Zeit, beispielsweise nach einigen Stunden, Tagen oder gar Wochen eine neue Waschladung an Wäsche in die Waschtrommel 11 platziert. Daraufhin wird eine Waschphase eingeleitet. Während der Waschphase, vorzugsweise zu Beginn der Waschphase, wird bei einem handelsüblichen Waschtrockner gemäß Fig. 1 die Wäsche mittels eines unterhalb des Laugenbehälters angeordneten Heizelementes erwärmt und auf die gewünschte oder benötigte Waschtemperatur gebracht. Vorliegend geschieht dies stattdessen mittels der aus dem Adsorptionsmodul 2 austretenden Prozessluft 7. Die Prozessluft 7 wurde zunächst mittels des Adsorptionsmodulzulauf-Heizelementes 42 auf die notwendige Desorptionstemperatur erwärmt. Diese liegt bei Silikagel bei etwa 150°C und bei Zeolith bei etwa 300°C.

[0032] Die heiße trockene Prozessluft 7 durchströmt dann das Adsorptionsmodul 2 und nimmt in einem Desorptionsprozess die im dem Adsorptionsmittel gespeicherte Feuchtigkeit auf. Hierdurch wird die Prozessluft 7 etwas abgekühlt und zugleich feuchter. Die feuchte Prozessluft 7 aus dem Adsorptionsmodul 2 wird dann durch die Laugenbehälterzulaufleitung 41 in den Laugenbehälter 1 geleitet. Dort kondensiert die Feuchtigkeit aus der Prozessluft an der Wäsche, an den Wänden des Laugenbehälters 1 und an der Waschtrommel 11. Aufgrund dieses Kondensationsprozesses wird Kondensationswärme freigesetzt, welche die Wäsche erwärmt. Der Desorptionsprozess endet dann, wenn das Adsorptionsmittel vollständig trocken ist, wenn also das Adsorptionsmodul 2 vollständig regeneriert ist, oder wenn die Wäsche die gewünschte Waschtemperatur erreicht hat, so dass der Waschprozess beginnen kann. Wenn das Adsorptionsmittel noch Feuchte enthält, kann der Desorptionsprozess innerhalb der Waschphase wiederholt werden, um die Wäsche aufzuwärmen.

[0033] Nachfolgend werden die Ergebnisse einer Computersimulation erläutert, welche in Diagrammen in den Fig. 3 bis 5 dargestellt sind. Es handelt sich um eine Simulation eines Trocknungsprozesses gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, der während einer Trocknungsphase in dem in Fig. 2 schematisch dargestellten Waschtrockner durchgeführt wird. In allen drei Diagrammen in den Fig. 3 bis 5 ist die x-Achse die Zeitachse, wobei die Zeitangaben in Minuten aufgetragen sind.

[0034] Das Diagramm in Fig. 3 zeigt vier verschiedene Temperaturverläufe. Entlang der y-Achse ist die Temperatur aufgetragen. Es handelt sich um einen Temperaturverlauf 101 der in das Adsorptionsmodul 2 strömenden Prozessluft 7, einen Temperaturverlauf 102 der aus dem Adsorptionsmodul 2 strömenden Prozessluft 7, einen Temperaturverlauf 103 der in den Laugenbehälter 1 strömenden Prozessluft 7 und schließlich einen Temperaturverlauf 104 der aus dem Laugenbehälter 1 strömenden Prozessluft 7.

[0035] In der dem Diagramm zugrunde liegenden Simulation wurde angenommen, dass als Adsorptionsmittel Silikagel ist. Wie vorangehend erläutert, ist der Temperaturhub der Prozessluft 7 aufgrund des Adsorptionsvorgangs bei Silikagel eher gering und beträgt etwa 20°C. Dieser Temperaturhub zeigt sich im Diagramm in der Fig. 3 darin, dass die Temperatur 102 der Prozessluft 7 am Ausgang des Adsorptionsmoduls 2 nach einer Anlaufzeit durchgehend bei etwa 20°C über der Temperatur 101 am Eingang des Adsorptionsmoduls 2 liegt. Da diese Temperatur 102 für eine effiziente Trocknung der Wäsche im Laugenbehälter 1 nicht ausreicht, wird das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 während der gesamten Trocknungsphase betrieben, so dass die Temperatur 103 der in den Laugenbehälter 1 einströmenden Prozessluft 7 nach der Anlaufzeit immer bei über 120°C liegt. Nachdem die Prozessluft 7 im Laugenbehälter 1 die Feuchtigkeit aus der Wäsche aufgenommen hat, sinkt ihre Temperatur, so dass die Temperatur 104 der Prozessluft 7 beim Verlassen des Laugenbehälters 1 wieder unterhalb der Temperatur 104 am Ausgang des Adsorptionsmoduls 2 fällt.

[0036] In dem Diagramm in der Fig. 3 sind zwei Ereignisse mit senkrechten gepunkteten Linien 201, 202 markiert. Die erste Ereignismarkierung 201 zeigt, dass die Wäsche nach einer Prozessdauer von etwas mehr als 30 Minuten nur noch eine Feuchtigkeit von 50% aufweist. Nach etwas weniger als 40 Minuten Trocknungsphase ist gemäß der zweiten Ereignismarkierung 202 die Wäsche trocken, so dass der Trocknungsprozess beendet wird.

[0037] In der Fig. 4 sind Feuchtigkeitswerte in % entlang der y-Achse aufgetragen. In dem in Fig. 4 dargestellten Diagramm ist ein Referenzverlauf 301 der Feuch-

tigkeit in der Wäsche für einen Trocknungsprozess aufgetragen, der ausschließlich mit einem Kondensator durchgeführt wird, also ohne das Hinzuschalten eines Adsorptionsmoduls 2. Zudem ist der Verlauf 302 der Feuchtigkeit in der Wäsche in dem oben beschriebenen Fall aufgetragen, bei dem das Adsorptionsmodul 2 über die gesamte Trocknungsphase hinzugeschaltet ist. Wie aus dem Verlauf 302 erkennbar, verläuft der Trocknungsprozess deutlich schneller, das heißt, die Feuchtigkeit in der Wäsche sinkt deutlich schneller von einem Anfangswert von über 40% auf etwa 0%, als bei dem Referenzfall ohne Adsorptionsmodul 2. Dies hängt damit zusammen, dass die Prozessluft 7 aufgrund des Adsorptionsprozesses im Adsorptionsmodul 2 beim Eintritt in den Laugenbehälter 2 weit weniger Feuchtigkeit enthält und daher der Wäsche bei jedem Durchgang mehr Feuchtigkeit entnehmen kann.

[0038] Zum Vergleich ist als dritter Verlauf 303 die Beladung des Adsorptionsmittels in dem Diagramm in der Fig. 4 gezeigt. Diese steigt von anfänglich etwa 7% auf etwa 30% am Ende der Trocknungsphase. Die Maximalbeladung für Silikagel beträgt etwa 35% bis 40%. Somit kann nach dem hier dargestellten ersten Trocknungsgang durch das bereits teilweise beladene Adsorptionsmodul 2 ein weiterer Trocknungsgang unterstützt werden.

[0039] Das Diagramm in der Fig. 5 zeigt Verläufe 401, 402 der Leistungsaufnahme für den Kondensator 3 und das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51. Entlang der y-Achse ist hier die Leistung in kW angezeigt. Dass das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 während der gesamten Trocknungsphase betrieben wird, ist anhand der hier aufgetragenen Heizleistung 402 erkennbar, die zunächst permanent auf der höchsten Stufe von 1,8 kW liegt und, sobald die Temperatur 103 der Prozessluft 7 vor dem Laugenbehälter 1 die gewünschte Trocknungstemperatur von 140°C erreicht hat, auf eine niedrigere Stufe von 0,9 kW abgesenkt wird. Von da an wird das Laugenbehälterzulauf-Heizelement 51 intervallmäßig zwischen 1,8 kW und 0,9 kW betrieben, um die Temperatur 103 der Prozessluft 7 in einem gewünschten Bereich zwischen 130°C und 140°C zu halten. In dem Diagramm in Fig. 4 wird schließlich auch die Kondensatorleistung 401 dargestellt, die zeigt, dass der Kondensator 3 während der gesamten Trocknungsphase kontinuierlich betrieben wird.

Bezugszeichenliste

[0040]

1 Laugenbehälter
11 Waschtrommel
2 Adsorptionsmodul
3 Kondensator
41 Laugenbehälterzulaufleitung
42 Adsorptionsmodulzulaufleitung
43 Kondensatorzulaufleitung
5 Heizelement
51 Laugenbehälterzulauf-Heizelement
52 Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement
6 Gebläse
7 Prozessluft
101 Temperaturverlauf in das Adsorptionsmodul strömender Prozessluft
102 Temperaturverlauf aus dem Adsorptionsmodul strömender Prozessluft
103 Temperaturverlauf in den Laugenbehälter strömender Prozessluft
104 Temperaturverlauf aus dem Laugenbehälter strömender Prozessluft
201 Ereignismarkierung: 50% Feuchtigkeit in der Wäsche
202 Ereignismarkierung: Trockene Wäsche
301 Referenzverlauf der Feuchtigkeit in der Wäsche
302 Verlauf der Feuchtigkeit in der Wäsche
303 Verlauf der Beladung des Adsorptionsmittels
401 Kondensatorleistung
402 Heizleistung

Patentansprüche

1. Waschtrockner mit einem Laugenbehälter (1), in dem eine Wäschetrommel (11) zur Aufnahme von Wäsche drehbar gelagert ist, einem Adsorptionsmodul (2), welches ein Adsorptionsmittel zum Aufnehmen von Feuchtigkeit enthält, einem Gebläse (6), welches zum Austausch von Prozessluft zwischen dem Laugenbehälter (1) und dem Adsorptionsmodul (2) ausgebildet ist, einem Kondensator (3), einem Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51), welches in einer Laugenbehälterzulaufleitung (41) angeordnet ist, und einer Steuervorrichtung, welche ausgebildet ist, während einer Trocknungsphase mittels des Gebläses (6) trockene Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Wäsche an die Prozessluft abgegeben wird, und während einer Waschphase mittels des Gebläses (6) feuchte Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Prozessluft an der Wäsche kondensiert und die Wäsche mittels in diesem Kondensationsprozess freigesetzter Kondensationswärme erwärmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuervorrichtung ausgebildet ist, während der gesamten Trocknungsphase das Adsorptionsmodul (2), den Kondensator (3), das Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51) und das Gebläse (6) derart zu betreiben, dass

- die mit Feuchtigkeit aus der Wäsche beladene Prozessluft durch den Kondensator (3) geleitet wird, wo Feuchtigkeit aus der Prozessluft kondensiert und die Prozessluft abgekühlt wird,

- die abgekühlte Prozesslust aus dem Kondensator (3) in das Adsorptionsmodul (2) geleitet wird, wo Feuchtigkeit aus der Prozessluft am Adsorptionsmittel adsorbiert wird, und
- die aus Adsorptionsmodul (2) austretende Prozessluft mittels des Laugenbehälterzulauf-Heizelementes (51) erwärmt und anschließend in den Laugenbehälter (1) geleitet wird.

2. Waschtrockner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gebläse (6) zwischen dem Kondensator (3) und dem Adsorptionsmodul (2) angeordnet ist.

3. Waschtrockner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adsorptionsmodul (2) zwischen 2kg und 7kg Adsorptionsmittel enthält, vorzugsweise zwischen 2,5kg und 4,5kg oder zwischen 4,5kg und 6,5kg, bevorzugter zwischen 3kg und 4kg oder zwischen 5kg und 6kg.

4. Waschtrockner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adsorptionsmodul (2) als Adsorptionsmittel ein Silikagel enthält.

5. Waschtrockner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Adsorptionsmittel ein Salz eingebunden ist, um die Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit zu steigern.

6. Waschtrockner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Adsorptionsmodulzulauf-Heizelement (52), welches in einer Adsorptionsmodulzulaufleitung (42) angeordnet ist, um die Prozessluft unmittelbar vor dem Eintritt in das Adsorptionsmodul (2) zu erwärmen.

7. Verfahren zum Betreiben eines Waschtrockners mit einem Laugenbehälter (1), in dem eine Wäschetrommel (11) zur Aufnahme von Wäsche drehbar gelagert ist, einem Adsorptionsmodul (2), welches ein Adsorptionsmittel zum Aufnehmen von Feuchtigkeit enthält, einem Gebläse (6), welches zum Austausch von Prozessluft zwischen dem Laugenbehälter (1) und dem Adsorptionsmodul (2) ausgebildet ist, einem Kondensator (3) und einem Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51), welches in einer Laugenbehälterzulaufleitung (41) angeordnet ist, wobei das Verfahren ausgebildet ist, während einer Trocknungsphase mittels des Gebläses (6) trockene Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Wäsche an die Prozessluft abgegeben wird, und während einer Waschphase mittels des Gebläses (6) feuchte Prozessluft aus dem Adsorptionsmodul (2) derart in den Laugenbehälter (1) zu leiten, dass Feuchtigkeit aus der Prozessluft an der Wäsche kondensiert und die Wäsche mittels in diesem Kondensationsprozess freigesetzter Kondensationswärme erwärmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der gesamten Trocknungsphase das Adsorptionsmodul (2), der Kondensator (3), das Laugenbehälterzulauf-Heizelement (51) und das Gebläse (6) derart betrieben werden, dass

- die mit Feuchtigkeit aus der Wäsche beladene Prozessluft durch den Kondensator (3) geleitet wird, wo Feuchtigkeit aus der Prozessluft kondensiert und die Prozessluft abgekühlt wird,
- die abgekühlte Prozesslust aus dem Kondensator (3) in das Adsorptionsmodul (2) geleitet wird, wo Feuchtigkeit aus der Prozessluft am Adsorptionsmittel adsorbiert wird, und
- die aus Adsorptionsmodul (2) austretende Prozessluft mittels des Laugenbehälterzulauf-Heizelementes (51) erwärmt und anschließend in den Laugenbehälter (1) geleitet wird.

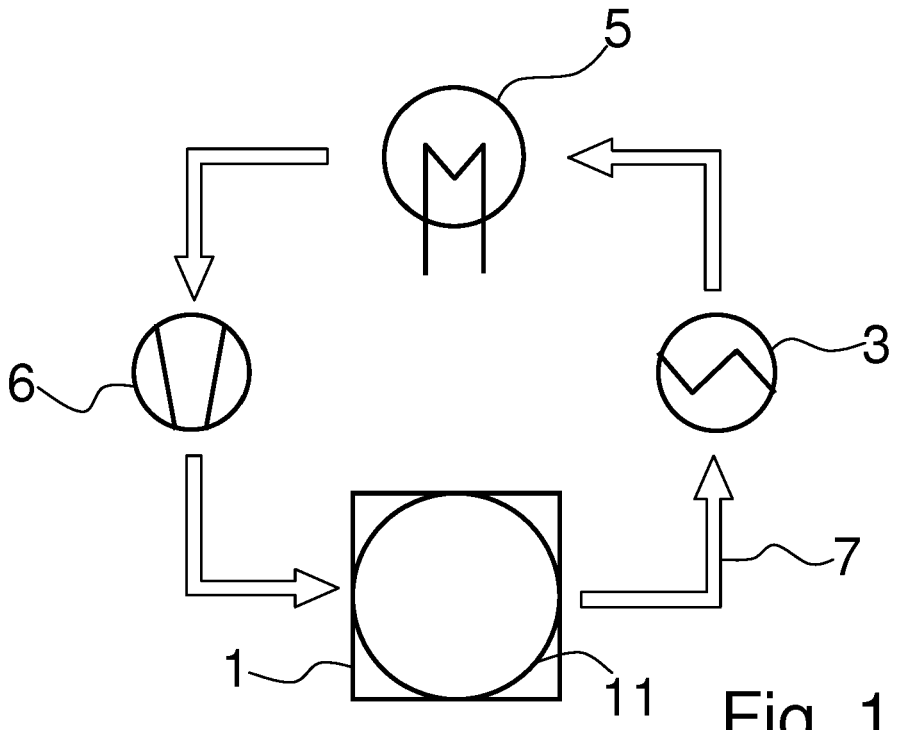


Fig. 1

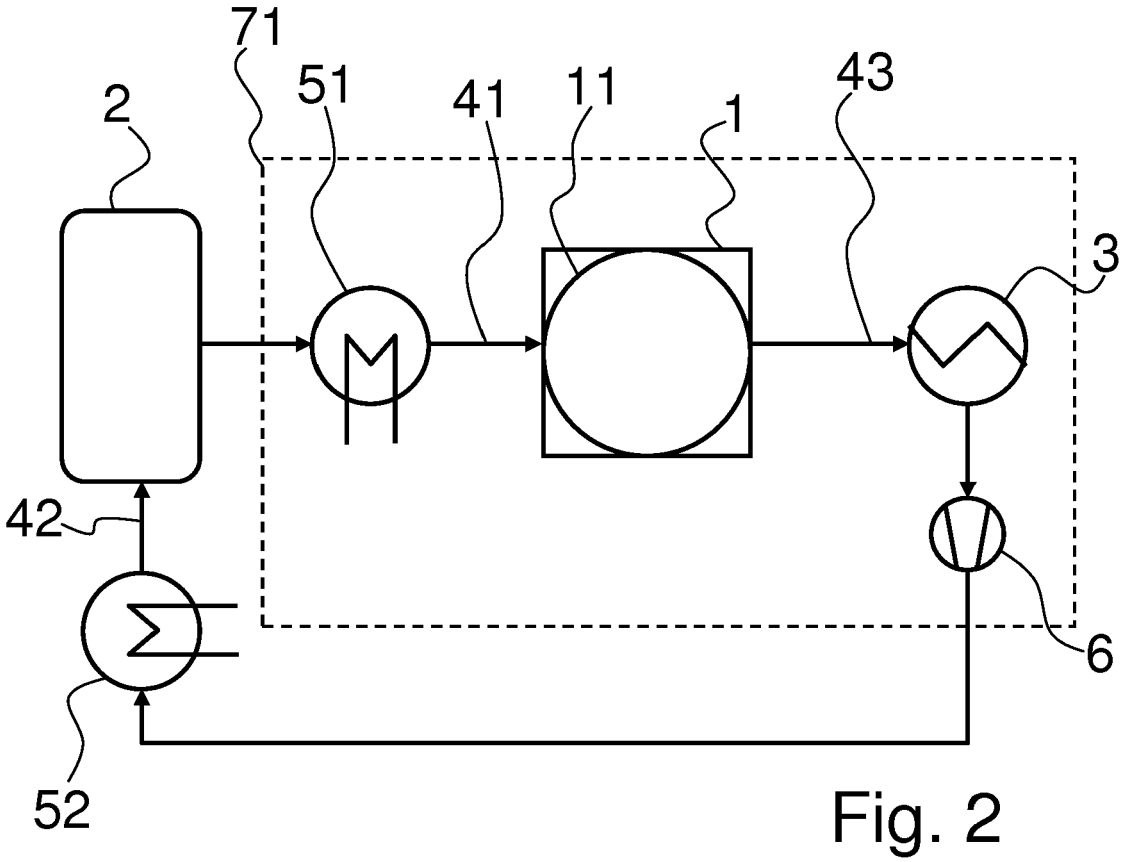


Fig. 2

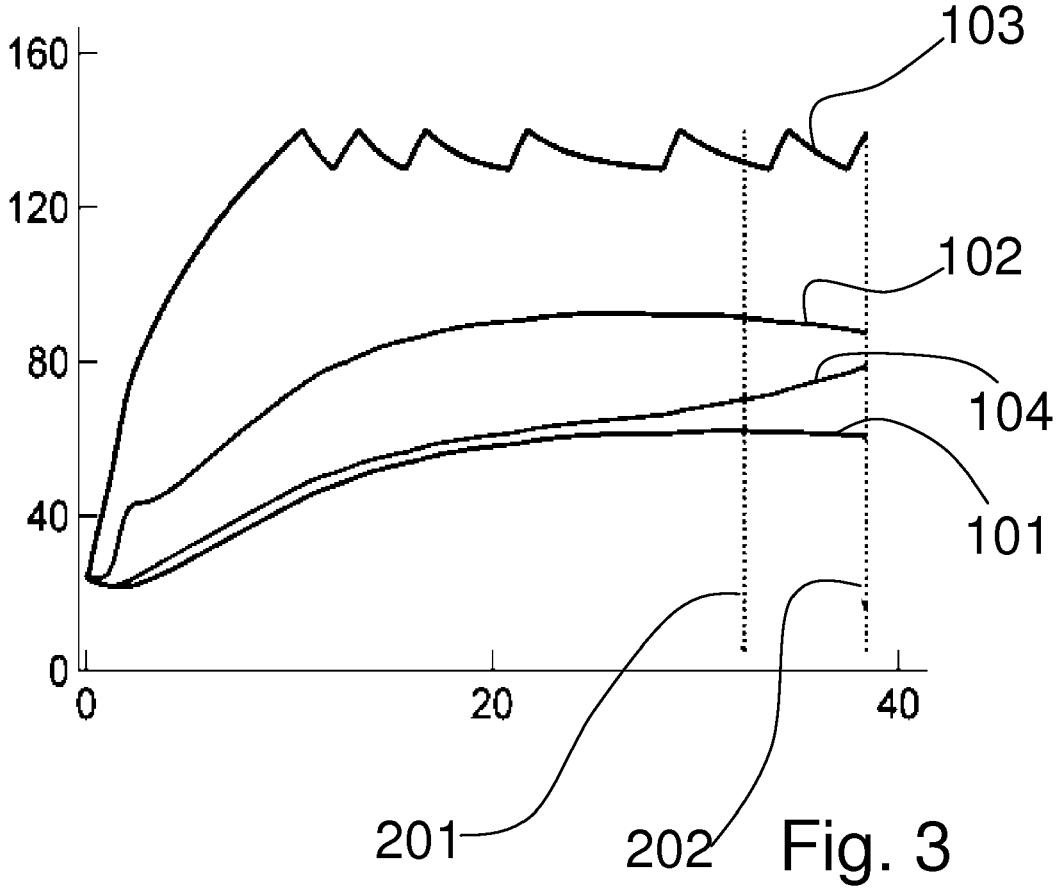


Fig. 3

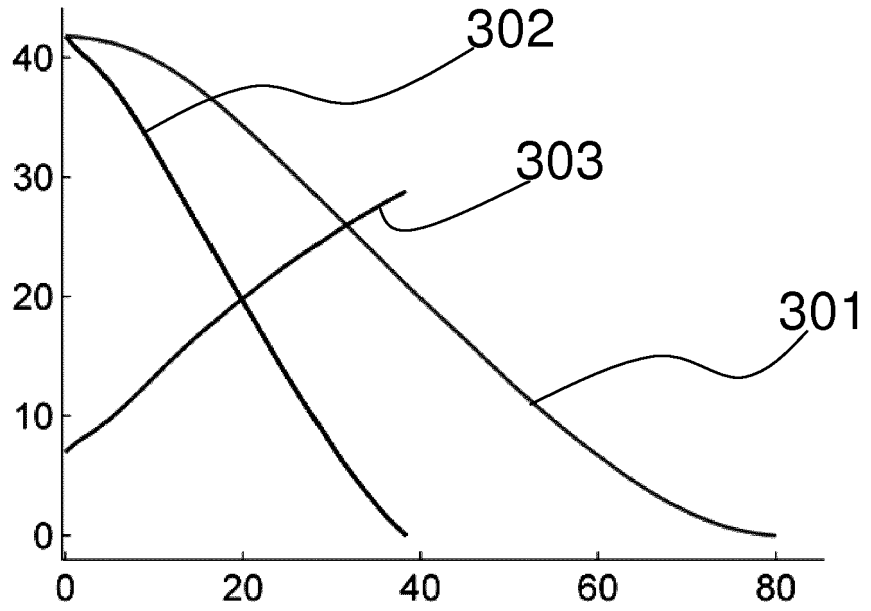


Fig. 4

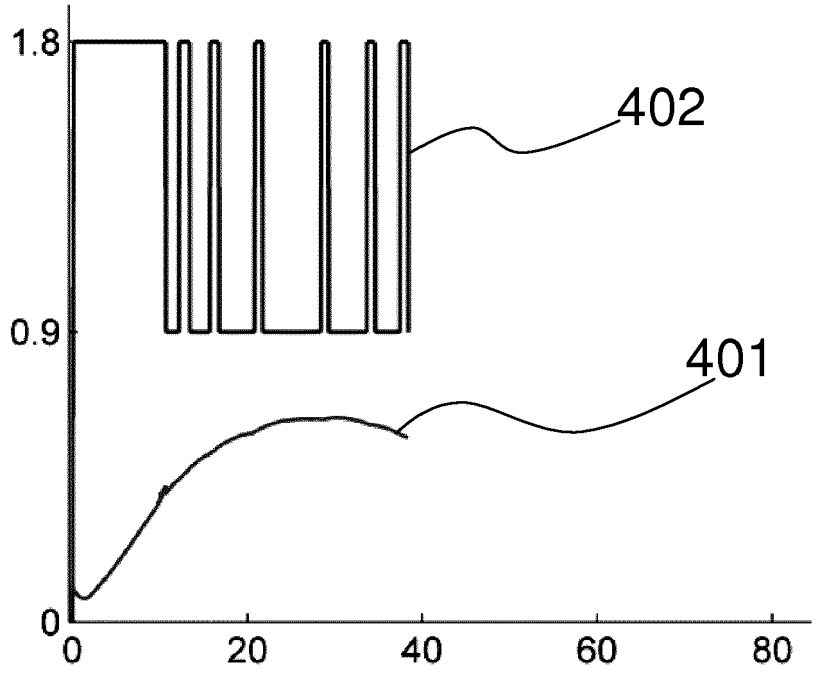


Fig. 5

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 02 0145

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D Y	EP 2 439 329 B1 (MIELE & CIE [DE]) 6. März 2013 (2013-03-06) * Absätze [0009], [0020], [0024], [0025]; Abbildung 1 *	1,2,7 1-7	INV. D06F58/24 D06F25/00
Y	DE 10 2007 031481 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE [DE]) 8. Januar 2009 (2009-01-08) * Absätze [0016], [0024] *	3	
Y	DE 10 2012 223776 A1 (BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) * Absatz [0010] *	4	
Y	DE 10 2012 221830 A1 (BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 5. Juni 2014 (2014-06-05) * Absätze [0002], [0011], [0013], [0021], [0035] - [0037]; Abbildung 1 *	1-7	
A	DE 10 2008 040770 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE [DE]) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Absätze [0004], [0027], [0030], [0032]; Abbildung 1 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D06F
A	WO 02/03002 A1 (SMART CLEAN [US]) 10. Januar 2002 (2002-01-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1,7	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	14. Juni 2016	Kising, Axel

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 16 02 0145

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

14-06-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2439329 B1	06-03-2013	EP 2439329 A1	11-04-2012
		ES 2403085 T3	14-05-2013
DE 102007031481 A1	08-01-2009	DE 102007031481 A1	08-01-2009
		WO 2009007289 A1	15-01-2009
DE 102012223776 A1	26-06-2014	CN 104870709 A	26-08-2015
		DE 102012223776 A1	26-06-2014
		EP 2935685 A1	28-10-2015
		WO 2014095738 A1	26-06-2014
DE 102012221830 A1	05-06-2014	DE 102012221830 A1	05-06-2014
		WO 2014082825 A1	05-06-2014
DE 102008040770 A1	04-02-2010	AU 2009276046 A1	04-02-2010
		CN 102112032 A	29-06-2011
		DE 102008040770 A1	04-02-2010
		EP 2315547 A2	04-05-2011
		ES 2400207 T3	08-04-2013
		JP 2011528965 A	01-12-2011
		NZ 590113 A	31-08-2012
		RU 2011105099 A	10-09-2012
		US 2011114134 A1	19-05-2011
		WO 2010012662 A2	04-02-2010
WO 0203002 A1	10-01-2002	AU 7509801 A	14-01-2002
		EP 1297289 A1	02-04-2003
		US 6434857 B1	20-08-2002
		US 2003000106 A1	02-01-2003
		WO 0203002 A1	10-01-2002

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2315547 B1 **[0003]**
- EP 2439329 B1 **[0003]**
- DE 102007031481 A1 **[0003]**