



(11)

**EP 3 653 782 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.05.2020 Patentblatt 2020/21**

(51) Int Cl.:  
**D06F 58/32** <sup>(2020.01)</sup>  
**D06F 103/34** <sup>(2020.01)</sup>  
**D06F 37/06** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **19203310.8**

(22) Anmeldetag: **15.10.2019**

(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:  
**KH MA MD TN**

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

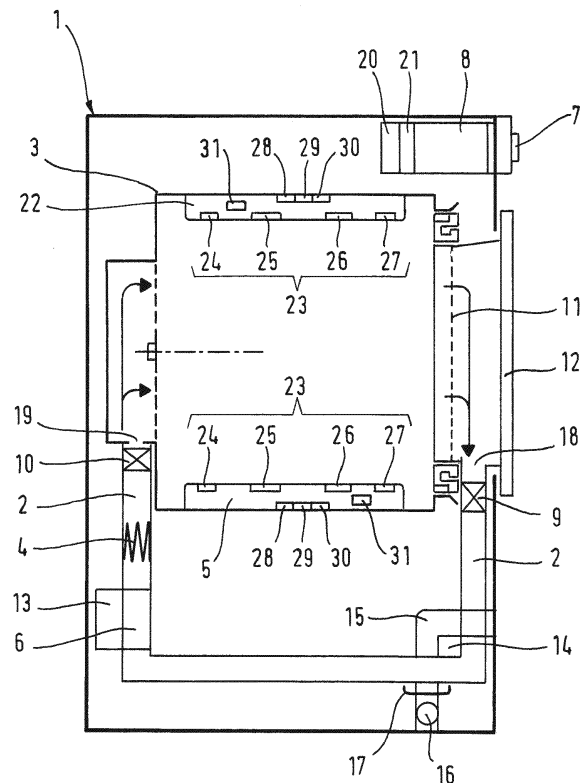
(72) Erfinder:  
• **Mielke, Bernd**  
**13465 Berlin (DE)**  
• **Stolze, Andreas**  
**14612 Falkensee (DE)**

(30) Priorität: **13.11.2018 DE 102018219361**

(54) **WÄSCHETROCKNER MIT BESCHLEUNIGUNGSSENSOR UND VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wäschetrockner 1 mit einer Steuereinrichtung 8, einer Trommel 3 zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer 5,22 angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer 5,22 eine Sensoranordnung 23 mit mindestens zwei Sensoren 24,25,26,27, eine autarke Energieversorgung 28 und eine Schnittstelle 29 zur drahtlosen Datenkommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit 30 für Sensorsignale der Sensoranordnung 23, wobei Steuereinrichtung 8 und Sensoranordnung 23 eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, und im Wäschemitnehmer 5,22 ein Beschleunigungssensor 31, und mindestens eine Elektrode eines Leitfähigkeitssensors 24,25 und/oder ein Luftfeuchtesensor 26 angeordnet sind und die Steuereinrichtung 8 eingerichtet ist, um bei einer Rotation der Trommel 3 eine Position des Wäschemitnehmers 5,22 zu bestimmen, so dass die vom Leitfähigkeitssensor 24,25 und/oder Luftfeuchtesensor 26 gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers 5,22 zugeordnet werden können. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Wäschetrockners.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wäschetrockner mit einem Beschleunigungssensor, mit dem eine verbesserte Steuerung möglich ist, und ein Verfahren zu seinem Betrieb. Die Erfindung betrifft insbesondere einen Wäschetrockner mit einer Steuereinrichtung, einer Trommel zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer eine Sensoranordnung mit mindestens zwei Sensoren, eine autarke Energieversorgung und eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit für Sensorsignale der Sensoranordnung, wobei Steuereinrichtung und Sensoranordnung eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren.

**[0002]** Die Entwicklung von Wäschetrocknern ist darauf gerichtet, den Betrieb für einen Benutzer sicherer und einfacher zu gestalten, sowie darin durchgeführte Trocknungsprogramme hinsichtlich Performance, Zeit, Energieverbrauch und Umweltverträglichkeit stetig zu verbessern. Die Möglichkeit, betriebsrelevante Parameter jederzeit bestimmen zu können, ist hierzu unerlässlich.

**[0003]** Im Allgemeinen werden in Wäschetrocknern hierzu Sensoren eingesetzt, zum Beispiel resistiv oder kapazitiv arbeitende Sensoren, welche über eine Widerstandsmessung etwa die Bestimmung einer Restfeuchte in Wäschestücken erlauben oder über eine Messung der Temperatur und/oder der Feuchte einer zum Trocknen verwendeten Prozessluft Rückschlüsse auf den Ablauf eines Trocknungsprogrammes erlauben, so dass beispielsweise ein Programmende angezeigt werden kann. Auch der Einsatz von Drucksensoren oder Beschleunigungssensoren ist bereits bekannt, um beispielsweise eine Beladungsmenge zu bestimmen. Nachteilig ist, dass solche Sensoren meist an unterschiedlichen Stellen im Wäschetrockner platziert sind, so dass eine hohe Ungenauigkeit der gemessenen Sensorsignale daraus resultieren kann, dass die Sensoren unterschiedliche Messstellen erfassen. Sensoren benötigen überdies oft viel Bauraum, so dass die Anordnung nicht flexibel gestaltet werden kann und meist ein großer Abstand zwischen dem eigentlichen Messobjekt und den Sensoren entsteht und das Sensorsignal dann ungenau ist. Es wäre daher wünschenswert, wenn eine Sensoranordnung auf möglichst kleinem Bauraum realisiert werden könnte.

**[0004]** Die Veröffentlichung DE 10 2012 217 975 A1 beschreibt ein Haushaltsgerät mit einer Steuereinrichtung zum Steuern von Betriebsprozessen des Haushaltsgeräts, und mit einer batterielosen elektronischen Sensoreinheit zum Erfassen zumindest eines Betriebsparameters des Haushaltsgeräts, wobei die Sensoreinheit einen Generator zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Sensoreinheit aus nicht-elektrischer Energie sowie einen Sender aufweist, der zum drahtlosen Übertragen eines zumindest einen Betriebsparameter charakterisierenden Funksignals an die Steuereinrichtung ausgebildet ist. Der Generator ist ein thermoelektrischer

Generator mit zwei thermischen Kontaktflächen, der zum Bereitstellen der elektrischen Energie aufgrund einer Temperaturdifferenz zwischen den Kontaktflächen ausgebildet ist.

**[0005]** Die Veröffentlichung EP 1 895 043 A1 beschreibt eine Waschmaschine und/oder einen Wäschetrockner, insbesondere für den Haushaltsgebrauch, ausgestattet mit einer rotierenden Trommel zur Aufnahme von zu waschenden und/oder zu trocknenden Wäschestücken, und mit Kontrollmitteln, welche mindestens einen funktionalen Parameter der Maschine messen können, z.B. die Feuchte der Wäschestücke. Die besagten Messmittel sind mit der Kontrolltafel verbunden, um diese entsprechend der erkannten Messgröße zu betreiben. Die Messmittel umfassen dabei einen Generator für elektrische Energie, welcher direkt mit der rotierenden Trommel assoziiert ist und mit der Kontrolltafel der Maschine drahtlos kommuniziert. Der Generator für elektrische Energie umfasst einen Permanentmagneten, welcher frei in einem Rohr aus nicht-leitendem Material gleitet, wobei auf dessen äußerer Oberfläche wenigstens eine Spule gewunden ist, welche mit einer elektrischen Schalttafel verbunden ist, welche in der Lage ist, ein Spannungssignal zu elaborieren und an die Kontrolltafel der Maschine zu senden.

**[0006]** Die Veröffentlichung EP 1 997 951 A1 beschreibt eine Waschmaschine, umfassend eine rotierende Wäschetrommel mit einer frontalen Zugangsöffnung. Die Waschmaschine umfasst weiterhin ein elektrisches Gerät, angepasst an die Trommel und einen elektrischen Generator, welcher in die Trommel eingebaut ist und die Rotation der Trommel nutzt, um die zum Betreiben des elektrischen Gerätes notwendige elektrische Energie zu erzeugen.

**[0007]** Die Veröffentlichungen DE 102 42 144 A1 und WO 2004/022836 A2 beschreiben einen Wäschetrockner mit einer sich drehenden Trommel zur Aufnahme von zu trocknender Wäsche, wobei die Trommel eine Sensoreinrichtung aufweist zur Bestimmung eines physikalischen Werts im Inneren der Trommel, die Sensoreinrichtung signalübertragend mit einer Steuerung des Wäschetrockners verbunden ist, und die signalübertragende Verbindung draht- und berührungslos ausgebildet ist.

**[0008]** Die Veröffentlichung DE 10 2006 053 274 A1 beschreibt ein Verfahren zum Ermitteln der Ladungsmenge an Wäsche in einem Laderaum mit Luftauslass eines Wäschetrockners, insbesondere eine Abluftwäschetrockners, wobei die absolute Luftfeuchtigkeit im Luftauslass aus dem Laderaum gemessen wird und wobei die Ladungsmenge in dem Laderaum durch Ermittlung des Maximalwertes und/oder des Verlaufes der absoluten Luftfeuchtigkeit im Luftauslass aus dem Laderaum bestimmt wird.

**[0009]** Die Veröffentlichung WO 2013/182402 beschreibt eine Waschmaschine bzw. einen Trockner, umfassend eine Trommel, in welche Wäschestücke eingebracht werden, ein oder mehrere Ablenkteile (baffles), die auf der inneren Oberfläche der Trommel angebracht

sind, einen oder mehrere Sensoren, die in der Trommel platziert sind und eine Hauptregleinheit, welche Wasch- bzw. Trockenoperationen steuert. Dabei ist eine zusätzliche Regeleinheit innerhalb des Ablenkteiles angeordnet, welche die von den Sensoren erhaltenen analogen Signale in digitale Signale umwandelt und diese Signale an die Hauptregleinheit überträgt. Ein ins Innere der Trommel zeigender Temperatursensor kann auf der Oberfläche des Ablenkteiles angeordnet sein. Die zusätzliche Regeleinheit kann die drahtlose Übertragung von Signalen durchführen.

**[0010]** Die Veröffentlichung WO 2018/015214 beschreibt ein Haushaltsgerät mit einer Steuereinrichtung und mindestens einem Sensorknoten, umfassend mindestens einen Sensor, mindestens eine Auswerteeinheit, eine autarke Energieversorgung und eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation, wobei die Steuereinrichtung und der Sensorknoten eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, und wobei der mindestens eine Sensor ein mikromechanischer Sensor ist und der mindestens eine Sensorknoten derart eingerichtet ist, dass er sowohl von der Steuereinrichtung gesteuert werden kann, als auch selbständig mindestens ein Messsignal erfassen, auswerten und an die Steuereinrichtung übermitteln kann.

**[0011]** Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wäschetrockner mit einer verbesserten Steuerung bereitzustellen. Vorzugsweise soll eine verbesserte Überwachung und Steuerung eines Trocknungsprogrammes ermöglicht werden, wozu insbesondere auch die Feuchte der Wäschestücke und/oder die Beladung der Trommel mit Wäschestücken ermittelbar sein sollte. Außerdem soll ein zum Betrieb dieses Wäschetrockners geeignetes Verfahren bereitgestellt werden.

**[0012]** Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch einen Wäschetrockner sowie ein zum Betrieb dieses Wäschetrockners geeignetes Verfahren mit den Merkmalen der entsprechenden unabhängigen Patentansprüche. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Wäschetrockners sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Wäschetrockners entsprechen bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und umgekehrt, auch wenn dies hierin nicht explizit festgestellt ist.

**[0013]** Gegenstand der Erfindung ist somit ein Wäschetrockner mit einer Steuereinrichtung, einer Trommel zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer eine Sensoranordnung mit mindestens zwei Sensoren, eine autarke Energieversorgungseinheit und eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit für Sensorsignale der Sensoranordnung, wobei Steuereinrichtung und Sensoranordnung einge-

richtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, und im Wäschemitnehmer ein Beschleunigungssensor, und mindestens eine Elektrode eines Leitfähigkeitssensors und/oder ein Luftfeuchtesensor angeordnet sind, und die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um bei einer Rotation der Trommel eine Position des Wäschemitnehmers zu bestimmen, so dass die vom Leitfähigkeitssensor und/oder Luftfeuchtesensor gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers zugeordnet werden können.

**[0014]** Der Wäschetrockner kann ein Trockner an sich oder ein Waschtrockner sein, also ein Gerät, welches die Funktionen einer Waschmaschine und eines Wäschetrockners miteinander verbindet.

**[0015]** Als Beschleunigungssensor kann beispielsweise ein kapazitiv arbeitender Sensor eingesetzt werden. Auch ein Sensor basierend auf einem Widerstandsbelastungsstreifen ist einsetzbar. Es können zudem sowohl Messachsen verwendet werden.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners ist der Beschleunigungssensor ein Sensor mit drei Messachsen; insbesondere ein mikromechanischer Beschleunigungssensor mit drei Messachsen. Auf diese Weise können zudem durch die Auswertung der einzelnen Messachsensignale und deren Frequenzanteilen auch Verschleißerscheinungen oder eine Unwucht in einem erfindungsgemäßen Wäschetrockner mit dynamischen Komponenten, also beispielsweise einer Trommel, detektiert werden.

**[0017]** Es kann bei Verwendung dieses Beschleunigungssensors auch vorteilhaft sowohl die Beladungsmenge, als auch der Schlupf der Trommel gegenüber einem Antriebsmotor und eine Unwucht der Trommel berechnet werden und gegebenenfalls durch die Steuereinrichtung kompensiert werden. Über das z-Messachsensignal kann dann außerdem die Position und die Geschwindigkeit der Trommel erkannt werden. Durch die Beschleunigungssignale können außerdem auch Alterungseffekte, wie etwa Verschleiß der Trommellager oder Alterung des Antriebsstranges detektiert werden und über die Steuereinrichtung dann gegebenenfalls eine Information an einen Benutzer ausgegeben werden.

**[0018]** Insbesondere kann ein Beladungsgrad der Trommel mit Wäschestücken genau gemessen werden. Durch die Drehung der Trommel kollidieren die Wäschestücke mit dem Wäschemitnehmer und erzeugen auf diese Weise einen Beschleunigungsimpuls, welcher durch den Beschleunigungssensor erfasst wird. Aus der Art und der Höhe eines solchen Sensorsignals kann dann der Beladungsgrad bestimmt werden. Eine Variation über mehrere unterschiedliche Drehzahlen erhöht dabei die Genauigkeit der Messung.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Wäschetrockners werden als Leitfähigkeitssensoren mindestens zwei Elektroden verwendet, die auf mindestens einem Wäschemitnehmer angeordnet sind, so dass zwischen diesen die Leitfähigkeit gemessen wer-

den kann. Die beiden Elektroden können auch auf verschiedenen Wäschemitnehmern angeordnet sein. Ist eine gemessene Leitfähigkeit zwischen den Elektroden vergleichsweise gering, kann darauf geschlossen werden, dass sich zwischen ihnen keine feuchten Wäschestücke befinden. In Abhängigkeit von der Anordnung und Zahl der Elektroden kann in Abhängigkeit von entsprechenden Sensorsignalen auf die Beladung der Trommel mit feuchten Wäschestücken geschlossen werden.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners ist die Gegenelektrode des Leitfähigkeitssensors auf dem gleichen Wäschemitnehmer oder einem unterschiedlichen Wäschemitnehmer angeordnet.

**[0021]** In einer hierzu alternativen Ausführungsform des Wäschetrockners wird als Gegenelektrode des Leitfähigkeitssensors ein Trommelmantel der Trommel herangezogen.

**[0022]** Erfindungsgemäß ist ganz besonders bevorzugt ein Wäschetrockner, bei dem die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um anhand der vom Leitfähigkeitssensor und/oder Luftfeuchtesensor gemessenen Sensorsignale eine Wäscheuchte und/oder Beladung der Trommel mit Wäschestücken zu bestimmen. Abhängig von der Wäschemenge, d.h. der Beladung der Trommel mit Wäschestücken, sowie der Wäscheuchte kommt es nämlich zu einer unterschiedlichen Befüllung der Trommel. Dies beeinflusst bei einer Rotation der Trommel den Wäschefall, wobei zusätzlich die Drehgeschwindigkeit der Trommel den Wäschefall beeinflusst. Bei einer konstanten Drehgeschwindigkeit der Trommel ist der Wäschefall abhängig von der Menge der Wäschestücke und der Wäscheuchte. Bei der Rotation der Trommel kommen daher Bereiche des Mantels der Trommel und die Wäschemitnehmer unterschiedlich oft mit den Wäschestücken in Berührung. Um zu erkennen, an welcher örtlichen Stelle während der Bewegung der Trommel in den Wäschemitnehmern Sensorsignale von z.B. einem Luftfeuchtesensor oder einem Leitfähigkeitssensor aufgenommen werden, werden die Sensorsignale des Beschleunigungssensors ausgewertet, so dass die vom Leitfähigkeitssensor und/oder Luftfeuchtesensor gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers zugeordnet werden können.

**[0023]** Im Allgemeinen ist hierzu eine der Messachsen des Beschleunigungssensors parallel zur Rotationsachse der Trommel angeordnet, so dass aus den beiden Werten der Beschleunigung in den beiden anderen Richtungen auf die Winkelstellung der Trommel und damit auf die Position des betreffenden Wäschemitnehmers geschlossen werden kann. Damit können die gemessenen Werte der Luftfeuchte und/oder des Leitwertes der Position der Trommel zugeordnet werden. Aus der Stärke dieser Sensorsignale an dieser Position kann auf die Beladung mit Wäschestücken und deren Wäscheuchte geschlossen werden. Dabei kann insbesondere bei bekannter Drehgeschwindigkeit der Trommel auch die zeitliche Periodizität der gemessenen Sensorsignale heran-

gezogen werden. Schließlich kommt es bei einer geringeren Beladung mit Wäschestücken zu weniger Berührungen der Wäschemitnehmer mit Wäschestücken. Bei einer geringeren Beladung werden bei einer Trommeldrehung weniger Wäschemitnehmer mit den Wäschestücken in Berührung gelangen als bei einer größeren Beladung. Überdies kann berücksichtigt werden, dass die Berührungsflächen der Wäschestücken mit den Wäschemitnehmern mit zunehmendem Trocknungsgrad der Wäschestücke geringer werden.

**[0024]** Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, wenn in der Steuerungseinheit des Wäschetrockners für eine möglichst genaue Auswertung entsprechende Zusammenhänge, beispielsweise auch unter Berücksichtigung der Drehgeschwindigkeit der Trommel, hinterlegt sind.

**[0025]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Wäschetrockners basieren mindestens zwei Sensoren der Sensoranordnung auf dem gleichen Messprinzip und sind entlang des Wäschemitnehmers angeordnet. Hierdurch kann die Genauigkeit der mit der Erfindung möglichen Bestimmung von Wäscheuchte und Beladung mit Wäschestücken noch weiter verbessert werden.

**[0026]** Wäschemitnehmer sind im Allgemeinen im Wesentlichen parallel zu einer Drehachse der Trommel angeordnet, so dass der Begriff "entlang des Wäschemitnehmers" dahingehend auszulegen ist, dass die Anordnung im Wesentlichen parallel zur Drehachse der Trommel erfolgt ist. Die Sensoren weisen bei dieser Anordnung zumindest in Richtung des Wäschemitnehmers einen Abstand voneinander auf, wobei dieser Abstand im Allgemeinen jeweils ausgehend von Projektionen der Orte der Sensoren auf eine gedachte Achse, die parallel zur Rotationsachse der Trommel verläuft, bestimmt werden. Drei Sensoren entlang des Wäschemitnehmers definieren daher zwei Abstände, nämlich einen ersten Abstand  $d_1$  zwischen einem ersten Sensor und einem zweiten Sensor und einen zweiten Abstand  $d_2$  zwischen dem zweiten Sensor und einem dritten Sensor. Die Abstände  $d_1$  und  $d_2$  können gleich oder verschieden sein. Dies gilt entsprechend für den Fall von vier oder mehr Sensoren für weitere Abstände  $d_n$  ( $n > 2$ ).

**[0027]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Wäschetrockners ist das Messprinzip ausgewählt unter den physikalischen Eigenschaften Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck und/oder Leitfähigkeit, so dass mindestens zwei Sensoren jeweils ein Temperatursensor, Luftfeuchtesensor, Drucksensor, Leitfähigkeitssensor oder eine beliebige Kombination von diesen sind. Beispielsweise können ein Paar Temperatursensoren und ein Paar Luftfeuchtesensoren vorliegen.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners ist der optional verwendete Temperatursensor ein mikromechanischer Temperatursensor, der aus einem n-leitenden Silizium-Kristall besteht, der in Planar-Technologie hergestellt ist.

**[0029]** Es ist erfindungsgemäß überdies besonders bevorzugt, dass als Sensoren Mehrfachsensoren verwendet werden, die gleichzeitig auf mehreren Messprin-

zipien basieren. Derartige platzsparende Dual- oder Tripelsensoren sind an sich bekannt.

**[0030]** Die mindestens zwei Sensoren des Wäschetrockners sind vorzugsweise modulare Bauteile mit einer Größe im Bereich von jeweils  $2\text{-}4 \times 2\text{-}4 \times 0.5\text{-}1.5 \text{ mm}^3$ .

**[0031]** Die Sensoren sind im Allgemeinen als mikromechanische Sensoren ausgebildet. Da mikromechanische Sensoren besonders kleinteilige Elemente sind, d.h. wenig Bauraum benötigen, können zwei oder mehr Sensoren zusammengefasst werden, so dass beispielsweise ein Dualsensor oder ein Tripelsensor entsteht. Hierzu kann der Sensor insbesondere modular aufgebaut sein. Die kleinteilige Ausgestaltung mikromechanischer Sensoren bietet überdies aber noch einen entscheidenden weiteren Vorteil. Werden nämlich mikromechanische Sensoren verwendet, können alle Sensoren Messungen am gleichen Ort durchführen. Die Sensorsignale haben dann alle einen gemeinsamen örtlichen Bezugspunkt. Dadurch können aus einzelnen Sensorsignalen erhaltene Parameter besonders genau miteinander korreliert werden.

**[0032]** Jedenfalls können hiermit die Sensoranordnung, umfassend den mindestens einen mikromechanischen Sensor, die Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation und die autarke Energieversorgungseinheit sowie ggf. die Auswerteeinheit auf besonders geringem Bauraum realisiert werden.

**[0033]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners ist mindestens ein Sensor, z.B. ein mikromechanischer Sensor, der im Wäschemitnehmer angeordneten Sensoranordnung ein Drucksensor mit einer Membran. Dann kann vorteilhaft ein Druck, den die Wäschestücke beim Kontakt mit dem Wäschemitnehmer auf die Membran ausüben, auf das Druckelement im Drucksensor übertragen werden. Dies kann zusätzlich die Bestimmung einer Beladung der Trommel mit Wäschestücken verbessern. Durch die Drehung der Trommel kollidieren die Wäschestücke mit dem Wäschemitnehmer und erzeugen auf diese Weise einen Druck auf die Wäschemitnehmer, der durch einen Drucksensor erfasst werden kann. Aus der Art und der Höhe eines solchen Messsignals kann dann auf alternative Weise zur Ergänzung der Beladungsgrad bestimmt werden.

**[0034]** Ist mindestens ein Sensor ein Drucksensor, insbesondere ein mikromechanischer Drucksensor, so kann für den Fall, dass der Drucksensor bei ausgeschaltetem Wäschetrockner nach dem Einbringen von Wäschestücken in die Trommel ein Sensorsignal sensiert, die mindestens eine Sensoranordnung das ausgewertete Sensorsignal an die Steuereinrichtung übermitteln und diese veranlassen, den Wäschetrockner einzuschalten.

**[0035]** Die vorliegende Erfindung ermöglicht in Ausführungsformen die Verfolgung eines Trocknungsprogrammes durch Auswertung von Sensorsignalen von Sensoren, die in Richtung der Wäschemitnehmer bzw. in Richtung der Drehachse der Trommel angeordnet sind. Im Allgemeinen tritt bei der Durchführung eines

Trocknungsprogrammes für feuchte Wäschestücke die in einem sog. Prozessluftkanal fließende Prozessluft nach ihrem Erhitzen durch eine im Allgemeinen vorhandene Heizvorrichtung des Wäschetrockners von hinten in die Trommel ein. Beim Durchgang durch die Trommel bis zur Vorderseite kühlt sich die ursprünglich sehr warme und trockene Prozessluft ab und nimmt gleichzeitig Feuchtigkeit aus den zu trocknenden Wäschestücken auf. Überdies werden die Wäschestücke aufgrund der Strömung der Prozessluft im Allgemeinen nach vorne in Richtung einer Zugangstür gedrückt. Dabei werden auch die der eintretenden Prozessluft am nächsten liegenden Wäschestücke im Allgemeinen am stärksten getrocknet. Insgesamt wird sich daher in der Trommel in Richtung von deren Drehachse ein Gradient der Temperatur und der Feuchte der Prozessluft ergeben. Für eine verbesserte Steuerung eines Trocknungsprogrammes ist eine möglichst genaue Bestimmung von ortsabhängiger Temperatur und Feuchte der Luft in der Trommel von Bedeutung. Dadurch können insbesondere die Wäsche feuchte und die Beladung der Trommel mit Wäschestücken besser bestimmt werden. Ungleichmäßigkeiten bei der Trocknung können dadurch beispielsweise durch eine geeignete Änderung einer Gebläseleistung, einer Heizleistung sowie einer Trommelrotation ausgeglichen werden. Überdies kann ein gewünschtes Trocknungsende noch genauer bestimmt werden.

**[0036]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind daher mindestens drei Sensoren, vorzugsweise mindestens vier und besonders bevorzugt mindestens sechs Sensoren entlang des mindestens einen Wäschemitnehmers angeordnet. Im Allgemeinen beruhen diese Sensoren auf dem gleichen Messprinzip, um die Veränderung einer Eigenschaft wie z.B. die Luftfeuchte in Richtung der Drehachse bzw. des Wäschemitnehmers möglichst genau verfolgen zu können.

**[0037]** Abgesehen vom Beschleunigungssensor sind die hierin diskutierten Sensoren im Allgemeinen an der Oberfläche von mindestens einem Wäschemitnehmer angeordnet. Es kann allerdings vorgesehen sein, einen oder mehrere Sensoren auch im Inneren des oder der Wäschemitnehmer anzuordnen, beispielsweise einen Temperatursensor zur Überwachung der ordnungsgemäßen Funktion von elektronischen Bauteilen.

**[0038]** Neben den in der Trommel in Wäschemitnehmern angeordneten Sensoren können optional zur Ergänzung weitere Sensoren im Prozessluftkanal angeordnet sein, beispielsweise am Trommeleingang und/oder am Trommelausgang. Hierbei können die Sensoren auf verschiedenen Messprinzipien basieren, z.B. Temperatur, Feuchte, Druck, wobei auch Dual- und Tripelsensoren verwendet werden können. Diese außerhalb der Trommel angeordneten Sensoren können zusätzlich zu einer besseren Überwachung eines Trocknungsprogrammes beitragen.

**[0039]** Ein Wäschetrockner ist zudem bevorzugt, bei dem die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um anhand der von den Sensoren gemessenen Sensorsignale

und/oder der örtlichen Gradienten der Sensorsignale in Richtung des Wäschemitnehmers die Beladung der Trommel mit Wäschestücken und/oder den Trocknungsgrad der Wäschestücke zu bestimmen. Bei einer Anordnung von Sensoren entlang eines Wäschemitnehmers kann bei einer rotierenden Trommel nämlich ermittelt werden, ab welchem Abstand von einer Zugangsöffnung der Trommel sich die Sensorsignale so ändern, dass davon ausgegangen werden kann, dass hier keine Wäschestücke mehr angeordnet sind.

**[0040]** Der Hintergrund hierfür ist, dass es abhängig von der Menge an Wäschestücken in der Trommel, d.h. der Beladung der Trommel, und der Feuchte der Wäschestücke zu unterschiedlichen Befüllungen der Trommel kommen kann. Bei dem bevorzugten Eintritt der Prozessluft an einer Rückwand der Trommel werden die Wäschestücke zu einer Trocknertür gedrückt. Abhängig von der Menge an Wäschestücken in der Trommel kann dann bei diesem Trommelleintritt nur ein vorderer Bereich der Trommel gefüllt sein. Außerdem werden bei dieser bevorzugten Strömungsrichtung der Prozessluft die Wäschestücke am Trommelleintritt rascher getrocknet als am Trommelaustritt. Die Erfindung ermöglicht es in Ausführungsformen, diesen beladungs- und feuchteabhängigen Befüllungsgrad und die Feuchte der Wäschestücke, d.h. deren Trockengrad, in Abhängigkeit von der Trommeltiefe, d.h. in Abhängigkeit von einer Stelle entlang des Wäschemitnehmers, zu erkennen. Der Trocknungszustand der Wäsche und die Beladungsmenge kann so noch präziser ermittelt und ein Trocknungsprogramm daher genauer gestaltet werden.

**[0041]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Wäschetrockners ist die Steuereinrichtung eingerichtet, um zur Bestimmung der Beladung der Trommel mit Wäschestücken und/oder des Trocknungsgrades der Wäschestücke die Stärke der in die Trommel gelangenden Luftströmung zu berücksichtigen. Hierbei umfasst die Stärke der Luftströmung sowohl Menge als auch Fließgeschwindigkeit der Prozessluft. Die Stärke der Luftströmung kann über die Leistung eines Gebläses im Trocknungskanal des Wäschetrockners eingestellt werden.

**[0042]** Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass der Wäschetrockner mindestens zwei Wäschemitnehmer aufweist, in denen sich eine Sensoranordnung mit mindestens zwei Sensoren, eine autarke Energieversorgung und eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation befinden. Dabei ist es wiederum bevorzugt, dass die Steuereinrichtung des Wäschetrockners eingerichtet ist, um anhand der von den Sensoranordnungen in den mindestens zwei Wäschemitnehmern gemessenen Sensorsignale und/oder der örtlichen Gradienten der Sensorsignale in Richtung des Wäschemitnehmers unter Berücksichtigung der Rotationsgeschwindigkeit der Trommel die Beladung der Trommel mit Wäschestücken zu bestimmen. Wenn die mindestens zwei Wäschemitnehmer beide jeweils einen Beschleunigungssensor aufweisen, können zudem deren örtliche Positionen während einer

Drehung der Trommel berücksichtigt werden.

**[0043]** Überdies ist ein Wäschetrockner bevorzugt, bei dem die mindestens eine Sensoranordnung eingerichtet ist, um von der Steuereinrichtung gesteuert zu werden und/oder selbstständig mindestens ein Sensorsignal messen, auswerten und an die Steuereinrichtung übermitteln kann.

**[0044]** Im erfindungsgemäßen Wäschetrockner ist vorzugsweise eine drahtlose Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung und der mindestens einen Sensoranordnung in beide Richtungen möglich. Es kann also in einer Ausführungsform beispielsweise ein durch die Sensoranordnung selbstständig erfasster und anschließend ausgewerteter Satz von Sensorsignalen an die Steuereinrichtung übermittelt werden. Die Steuereinrichtung kann andererseits aber vorzugsweise auch ein Signal an die Sensoranordnung übermitteln, beispielsweise zur Abfrage eines Sensorsignals. Die Steuereinrichtung ist dabei vorzugsweise eingerichtet, anhand eines von der mindestens einen Sensoranordnung übermittelten Sensorsignals bzw. einer Auswertung davon im Wäschetrockner eine Aktion auszuführen.

**[0045]** "Aktion" bedeutet im Sinne der Erfindung jede Möglichkeit, den erfindungsgemäßen Wäschetrockner zu steuern. Eine Aktion kann also beispielsweise die Durchführung eines Trocknungsprogramms oder auch eines Teilabschnittes eines Trocknungsprogramms sein. Dabei kann ein Trocknungsprogramm im Sinne der Erfindung ein in einem Wäschetrockner werkseitig implementiertes Trocknungsprogramm sein, eine oder mehrere Zusatzoptionen oder auch ein benutzerdefiniertes Trocknungsprogramm. Der Begriff Trocknungsprogramm ist somit erfindungsgemäß breit auszulegen. Des Weiteren kann es sich bei einer Aktion im Sinne der Erfindung aber auch um das bloße Einschalten oder Ausschalten des Wäschetrockners handeln, das Einschalten oder Ausschalten einer Heizung des Wäschetrockners oder eines Prozessluftgebläses oder die Variation von deren Leistung, die Ausgabe einer Anzeige auf einem Bedienelement des Wäschetrockners oder auch ein akustisches Signal für die Ausgabe von Informationen an einen Benutzer.

**[0046]** Jedenfalls ist jede mögliche Art der Steuerung des erfindungsgemäßen Wäschetrockners von dem Begriff "Aktion" umfasst.

**[0047]** Im erfindungsgemäßen Wäschetrockner sind die Steuereinrichtung und die mindestens eine Sensoranordnung eingerichtet, Daten drahtlos zu kommunizieren. Vorzugsweise sind dabei die mindestens eine Sensoranordnung und die Steuereinrichtung und/oder die Auswerteeinheit eingerichtet, um über eine Low-Power-Bluetooth-Verbindung drahtlos miteinander zu kommunizieren. Die Verbindung kann dabei auf alle möglichen Arten realisiert werden, beispielsweise über individuelle Funkschnittstellen oder auch über Schnittstellen in der Auswerteeinheit und der Steuereinrichtung.

**[0048]** Im erfindungsgemäßen Wäschetrockner ist vorgesehen, dass der mindestens eine Wäschemitnehmer

mer eine autarke Energieversorgungseinheit umfasst. Erfindungsgemäß bedeutet der hierin verwendete Begriff "autarke Energieversorgungseinheit", dass die Energieversorgungseinheit eingerichtet ist, selbstständig Energie zu erzeugen, d.h. unabhängig von der Energieversorgung des Wäschetrockners.

**[0049]** Auf diese Weise kann die Sensoranordnung auch dann selbstständig ein Sensorsignal erfassen, auswerten und an die Steuereinrichtung übermitteln, wenn der Wäschetrockner ausgeschaltet ist. Die Art der Energieversorgung ist dabei nicht eingeschränkt. Die Energieversorgung kann aber beispielsweise auch thermoelektrisch, induktiv oder piezoelektrisch erfolgen. Hier ist im Prinzip jede aus dem Stand der Technik bekannte Lösung möglich. In Ergänzung hierzu können auch für eine Energieversorgung Batterien oder Akkumulatoren herangezogen werden.

**[0050]** Umfasst die Energieversorgungseinheit ein Thermopile-Element, so kann das mindestens eine Thermopile-Element in oder an dem Wäschemitnehmer angeordnet sein. In Kontakt mit warmer Wäsche beispielsweise oder auch durch warme Prozessluft kann dann an den beiden Enden des Thermopile-Elements eine Temperaturdifferenz erzeugt werden. Die erzeugte Spannungsdifferenz kann dann an einem Ende abgegriffen werden.

**[0051]** Umfasst die Energieversorgungseinheit ein magnetisches Induktionselement, also beispielsweise eine Spule und einen Magneten, so kann die Spule in einem Wäschemitnehmer angeordnet werden und der Magnet kann am Gehäuse des Wäschetrockners befestigt werden, so dass durch die Trommelbewegung die Spule in einem definierten Abstand an dem Magneten vorbeigeführt werden kann. Der hierdurch erzeugte Induktionsstrom kann dann abgegriffen werden. Zusätzlich kann zur Verstärkung des Wirkungsgrades auch ein Magnetflusssammler verwendet werden, um durch die Öffnung in der Trommel die Magnetfelder an die Spule weiterzuleiten.

**[0052]** In einer alternativen Ausführungsform kann auch der Magnet in dem Wäschemitnehmer angeordnet sein und zwar derart beweglich, dass er bei einer Hoch- und Runterbewegung der Trommel an der benachbarten Spule vorbeistreifen kann. Es kann auch auf diese Weise vorteilhaft die Energieversorgungseinheit vollständig in den Wäscheabnehmer integriert werden.

**[0053]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die autarke Energieversorgungseinheit mindestens ein Piezoelement zur Energieerzeugung und ist eingerichtet, um durch mechanische Verformung mindestens eines Piezoelementes elektrische Energie für die Sensoranordnung, die Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation und/oder die Auswerteeinheit zu erzeugen.

**[0054]** Damit nutzt die Erfindung vorteilhaft den sogenannten piezoelektrischen Effekt aus, bei dem durch mechanische Deformation elektrische Ladung erzeugt wird.

**[0055]** In einer bevorzugten Ausführungsform des er-

findungsgemäßen Haushaltsgeräts ist das optionale mindestens eine Piezoelement ein piezokeramisches Biegeelement.

**[0056]** Die Form des Biegeelementes ist dabei erfindungsgemäß nicht eingeschränkt, es kann jegliche geometrische Form aufweisen. Bevorzugt ist es jedoch, wenn das Biegeelement flächig ausgestaltet ist, besonders bevorzugt in rechteckiger Form. Auch die Größe und die Auslenkung des Biegeelementes sind erfindungsgemäß nicht eingeschränkt. Sie werden im Allgemeinen von der Platzierung des Piezoelementes abhängen, sowie von der auf das Piezoelement ausgeübten mechanischen Belastung.

**[0057]** Jedenfalls umfasst ein piezokeramisches Biegeelement im Allgemeinen eine Biegestruktur und Elektroden. Die Biegestruktur kann auf unterschiedliche Arten realisiert werden, also beispielsweise eine Schichtstruktur sein. Die Biegestruktur kann auch eine Kombination aus einer oder zwei piezokeramischen Komponenten sein, die auch mindestens eine Zwischenschicht aufweisen können. Die piezokeramischen Komponenten können dabei auch aus einzelnen Schichten und/oder Multischichten bestehen, deren Schichtdicke ebenfalls nicht eingeschränkt ist.

**[0058]** Auch das piezokeramische Material ist erfindungsgemäß nicht eingeschränkt, es kann sich beispielsweise um Bleizirkonattitanat handeln, aber auch jede andere Piezokeramik kann verwendet werden.

**[0059]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners weist jedenfalls das optional verwendete piezokeramische Biegeelement eine piezokeramische Schicht mit einer Schichtdicke von 100 bis 500  $\mu\text{m}$  auf. Bevorzugt liegt die Schichtdicke im Bereich von 150 bis 250  $\mu\text{m}$ , und ist beispielsweise 200  $\mu\text{m}$ .

**[0060]** Vorzugsweise ist diese Schicht dann als Platte ausgebildet und weist jeweils an der Oberseite und der Unterseite eine Flächenelektrode auf, sowie jeweils eine Kontaktierung und zwei elektrische Anschlüsse.

**[0061]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners ist das mindestens eine optionale Piezoelement derart im oder am Wäschemitnehmer angeordnet, dass es durch den Aufprall von Wäschestücken auf mindestens einen Wäschemitnehmer während der Rotation der Trommel verformt werden kann. Vorzugsweise ist die Energieversorgungseinheit vollständig in den Wäschemitnehmer integriert, so dass die Sensoranordnung zusammen mit der Energieversorgungseinheit als ein kompaktes modulares Bauteil gefertigt werden kann.

**[0062]** Im Allgemeinen weisen Wäschetrockner auch mindestens eine Anzeigeeinheit auf, welche Informationen in Form von Texten, Bildern und/oder Zeichen, farbig und/oder schwarz-weiß, statisch und/oder animiert anzeigen kann. Vorzugsweise können über die Anzeigeeinheit Informationen und/oder Warnungen an einen Benutzer ausgegeben werden. Ganz besonders bevorzugt ist die Anzeigeeinheit jedoch eine externe Anzeigeein-

heit, beispielsweise der Touchscreen eines Smartphones oder TabletPCs.

**[0063]** Der Wäschetrockner umfasst eine Auswerteeinheit für die Auswertung der Sensorsignale. Diese kann in den Wäschemitnehmern oder an einer anderen Stelle im Wäschetrockner angeordnet sein. Art und Ausgestaltung der Auswerteeinheit sind nicht eingeschränkt. Sie kann beispielsweise ein Teil des mindestens einen Sensors sein, also in diesen implementiert sein. Es kann sich aber auch um eine eigenständige Prozessoreinheit handeln. Die Auswerteeinheit ist dabei jedenfalls eingerichtet, Sensorsignale auszuwerten und an die Steuereinrichtung zu übermitteln.

**[0064]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wäschetrockners sind auch Auswerterroutinen in der Auswerteeinheit hinterlegt und die Auswerteeinheit ist eingerichtet, anhand beispielsweise eines Soll/Ist-Vergleichs und/oder anhand von Kalibrationswerten/-kurven von der oder den Sensoranordnungen gemessene Sensorsignale nicht nur auszuwerten, sondern auch zu bewerten und erst dann an die Steuereinrichtung zu übermitteln, wenn dies der Bewertung nach vorgesehen ist. Also beispielsweise, wenn ein hinterlegter Sollwert durch den Istwert überschritten oder unterschritten wird.

**[0065]** Insbesondere für einen Haushalt mit vernetzten Geräten weist der erfindungsgemäße Wäschetrockner vorzugsweise eine zusätzliche Schnittstelle zur drahtlosen Datenübertragung auf, wobei der Wäschetrockner dann vorzugsweise mittels einer externen Bedieneinheit, beispielsweise einem Smartphone und/oder einem Tablet-PC vorzugsweise über eine App bedient werden kann. Insbesondere bevorzugt ist der erfindungsgemäße Wäschetrockner dann auch in ein Heimnetzwerk mit mindestens einem weiteren Haushaltsgesetz integriert.

**[0066]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Haushaltsgesetzes weist der Wäschemitnehmer zusätzlich einen Energiespeicher auf. Der Energiespeicher ist erfindungsgemäß nicht eingeschränkt und kann technisch auf jegliche Weise realisiert werden, also beispielsweise ein Akkumulator sein. Der Energiespeicher kann zudem beispielsweise in ein Piezoelement implementiert sein oder auch eigenständig ausgebildet sein. Jedenfalls dient der Energiespeicher dazu, die von der Energieversorgungseinheit erzeugte Energie zu speichern und bei Bedarf die Sensoranordnung und ggf. Auswerteeinheit etc. mit elektrischer Energie zu versorgen.

**[0067]** Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines Wäschetrockners mit einer Steuereinrichtung, einer Trommel zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer eine Sensoranordnung mit mindestens zwei Sensoren, eine autarke Energieversorgungseinheit und eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenkommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit für Sensorsignale der Sensoranordnung, wobei Steuereinrichtung

und Sensoranordnung eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, und in mindestens einem Wäschemitnehmer ein Beschleunigungssensor, und mindestens eine Elektrode eines Leitfähigkeitssensors und/oder ein Luftfeuchtesensor angeordnet ist und die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um bei einer Rotation der Trommel eine Position des Wäschemitnehmers zu bestimmen, so dass die vom Leitfähigkeitssensor und/oder Luftfeuchtesensor gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers zugeordnet werden können, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Rotieren der Trommel;
- (b) Detektieren von Sensorsignalen des Beschleunigungssensors, und der mindestens einen Elektrode des Leitfähigkeitssensors und/oder des Luftfeuchtesensors; und
- (d) Auswerten der Sensorsignale der im Schritt (b) verwendeten Sensoren der Sensoranordnung durch die Auswerteeinheit in Hinblick auf die Beladung der Trommel mit Wäschestücken und/oder den Trocknungsgrad der Wäschestücke, wobei die vom Leitfähigkeitssensor und/oder Luftfeuchtesensor gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers zugeordnet werden, und Übermitteln der dabei erhaltenen Auswertungsergebnisse an die Steuereinrichtung.

**[0068]** Die Steuereinrichtung kann dann die erhaltenen Auswertungsergebnisse in geeigneter Form weiter verarbeiten und/oder auf einer in der Regel vorhandenen Anzeigeeinheit einem Benutzer des Wäschetrockners anzeigen. Beispielsweise kann ein Trocknungsprogramm für eine effizientere und/oder gleichmäßigere Trocknung modifiziert werden. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann auch ein Trocknungsende genauer auf der Anzeigeeinheit des Wäschetrockners angezeigt werden.

**[0069]** Im Prozessluftkanal eines Wäschetrockners ist im Allgemeinen ein Gebläse zur Beförderung der Prozessluft vorhanden. In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher in einem Prozessluftkanal des Wäschetrockners ein Gebläse angeordnet und es wird der folgende Schritt (c) vor dem Schritt (d) durchgeführt:

(c) Messen der Stärke der in die Trommel gelangenden Luftströmung und Berücksichtigung der Stärke der gemessenen Luftströmung bei der Auswertung im darauf folgenden Schritt (d).

**[0070]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann Schritt (b) vorzugsweise sowohl durch die Steuereinrichtung initiiert werden als auch selbstständig durch die Sensoranordnung erfolgen, ohne Initiation durch die Steuereinrichtung. Die Steuereinrichtung kann also beispielsweise ein Signal zur Erfassung von Sensorsignalen an die mindestens eine Sensoranordnung übermitteln und dadurch Schritt (b) des erfindungsgemäßen Verfahrens



einleiten. Es kann aber beispielsweise auch in der Auswerteeinheit eine Routine hinterlegt sein, selbständig eine Messung zu initiieren und dadurch Schritt (b) des erfindungsgemäßen Verfahrens einzuleiten.

**[0071]** Die Erfindung hat zahlreiche Vorteile. Durch die ortsabhängige Messung verschiedener physikalischer Eigenschaften in der Trommel eines Wäschetrockners, sei es in Abhängigkeit vom Ort des Wäschemitnehmers bei einer Drehung der Trommel oder in Ausführungsformen der Erfindung zusätzlich in Richtung des Wäschemitnehmers, ist es möglich, Trocknungsprogramme noch besser zu optimieren, indem präzise auf den Trocknungsgrad der Wäschestücke und die Beladung der Trommel mit Wäschestücken geschlossen werden kann. Diese Informationen können überdies auf bequeme Weise, nämlich drahtlos aus der Trommel heraus übermittelt werden. In Ausführungsformen der Erfindung kann durch die Verwendung mikromechanischer Sensoren eine Sensoranordnung besonders flexibel und platzsparend ausgelegt werden. Eine Vielzahl unterschiedlicher Sensortypen können dabei in variabler Anzahl in die Sensoranordnung implementiert werden. Besonders vorteilhaft ist zudem, dass durch die kleinteilige Bauweise mikromechanischer Sensoren viele Messsignale ortsbezogen für dieselbe Messstelle detektiert werden können. Somit ist eine besonders genaue Korrelation aller Werte möglich. Durch die autarke Energieversorgungseinheit ist zudem keine elektrische oder mechanische Kontaktierung zwischen der Steuereinheit und der Sensoranordnung notwendig. Die Verwendung von Low-Power-Drahtlos-Schnittstellen in Ausführungsformen gewährleistet überdies aufgrund des geringen Energieverbrauchs eine hohe Lebensdauer bei einem optionalen Batteriebetrieb.

**[0072]** Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsformen. Hierbei wird Bezug genommen auf die Figuren 1 und 2.

Figur 1 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Wäschetrockner, der als Kondensationstrockner ausgestaltet ist.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer Trommel, bei dem ein Wäschemitnehmer mit einem darin angeordneten Sensorsystem vergrößert gezeigt ist.

**[0073]** Figur 1 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Wäschetrockner, der als Kondensationstrockner ausgestaltet ist, wobei die Pfeile die Fließrichtung der Prozessluft anzeigen. Andere Ausführungsformen sind denkbar.

**[0074]** Der in Figur 1 dargestellte Wäschetrockner 1 weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel 3 für die Aufnahme von zu trocknenden, hier nicht gezeigten, Wäschestücken, auf, innerhalb welcher Mitnehmer 5,22 zur Bewegung von Wäschestücken während einer Trommeldrehung angebracht sind. Die Prozessluft wird im Prozessluftkanal 2 mittels eines Prozessluftge-

bläses 6 über einen Luft-Luft-Wärmetauscher 14 und eine elektrische Heizung 4 durch die Trommel 3 geführt. Dabei wird von der elektrischen Heizung 4 erwärmte Luft durch den Trommeleingang 19 von hinten, d.h. von der einer Tür 12 gegenüber liegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die Trommel 3 geleitet.

**[0075]** Nach Austritt aus der Trommel 3 strömt die mit Feuchtigkeit beladene Prozessluft durch die Befüllöffnung der Trommel 3 durch ein Flusensieb 11 innerhalb der die Befüllöffnung verschließenden Tür 12. Anschließend wird der Prozessluftstrom in der Tür 12 nach unten durch den Trommelausgang 18 in den Prozessluftkanal 2 umgelenkt und zum Luft-Luft-Wärmetauscher 14 geleitet, durch den Kühlluft in einem Kühlluftkanal 15 mittels eines Kühlluftgebläses 16 befördert werden kann. Im Luft-Luft-Wärmetauscher 14 kondensiert infolge Abkühlung ein mehr oder weniger großer Teil der von der Prozessluft aus den Wäschestücken aufgenommenen Feuchtigkeit und wird in einer Kondensatwanne 17 aufgefangen.

**[0076]** Die Steuerung des Trockners 1 erfolgt über eine Steuereinrichtung 8, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 7 geregelt werden kann.

**[0077]** In den beiden hier gezeigten Wäschemitnehmern 5,22 des Wäschetrockners 1 befinden sich jeweils eine Sensoranordnung 23 mit jeweils vier Sensoren 24,25,26,27, hier als Tripelsensoren ausgestaltet, sowie einem Beschleunigungssensor 31 eine autarke Energieversorgungseinheit 28, eine Schnittstelle 29 zur drahtlosen Kommunikation sowie eine Auswerteeinheit 30 für Sensorsignale der Sensoranordnung 23, wobei Steuereinrichtung 8 und Sensoranordnung 23 eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren. Dabei kann die Kommunikation über die zwischengeschaltete Auswerteeinheit 30 erfolgen. Die Tripelsensoren 24,25,26,27 der Sensoranordnung basieren auf den gleichen Messprinzipien (Temperatur, Druck, Luftfeuchte) und sind entlang der Wäschemitnehmer 5,22 angeordnet.

**[0078]** Die Sensoren 24 und 25 können aber auch als Leitfähigkeitssensoren ausgestaltet sein, wobei eine Elektrode 24 sowie eine Gegenelektrode 25 verwendet werden können. Elektrode 24 sowie Gegenelektrode 25 können im selben Wäschemitnehmer oder auf verschiedenen Wäschemitnehmern angeordnet sein.

**[0079]** Erfindungsgemäß kann unter Verwendung des Beschleunigungssensors 31 anhand der gemessenen Sensorsignale bestimmt werden, ob sich ein in einer bestimmten Winkelposition befindlicher Wäschemitnehmer noch im Kontakt mit bzw. in der Nähe zu Wäschestücken befindet.

**[0080]** Bei der hier gezeigten Ausführungsform sind zwei weitere Sensoren am Trommeleingang und am Trommelausgang angeordnet, um für eine noch präzisere Ausgestaltung eines Trocknungsprogrammes weitere Sensorsignale zur Verfügung zu stellen. Zu diesem Zweck sind hier zwei Tripelsensoren 9, 10, nämlich ein Tripelsensor 9 am Trommelausgang 18 und ein Tripelsensor 10 am Trommeleingang 19, mit der Steuerein-

richtung 8 verbunden. Die Tripelsensoren können jeweils eine relative Luftfeuchtigkeit, eine Temperatur und den Luftdruck der Prozessluft messen und damit wichtige zusätzlich Sensordaten liefern, so dass die Restfeuchte der Wäschestücke und insbesondere auch eine Beladung der Trommel 3 mit Wäschestücken noch besser ermittelt werden kann. Hierzu ist im Kondensationstrockner auch eine Zeitmessenrichtung 20 vorhanden.

**[0081]** Bei der in der Figur 1 gezeigten Ausführungsform werden das Prozessluftgebläse 6 und die Trommel 3 durch den Antriebsmotor 13 angetrieben. Der Antriebsmotor 13 ist bei dieser Ausführungsform ein bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC).

**[0082]** Eine Anzeigeeinheit 21 ermöglicht die Anzeige einer Restlaufzeit des Trocknungsprogrammes im Hinblick auf einen vom Benutzer gewählten Restfeuchtwert der Wäschestücke, beispielsweise bügeltrocken, die Anzeige der ermittelten Beladung oder sonstiger Zustände des Wäschetrockners oder die Anzeige des Status des Trocknungsprogrammes, beispielsweise in farblich differenzierter Form.

**[0083]** Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer Trommel, bei dem ein Wäschemitnehmer mit einem darin angeordneten Sensorsystem vergrößert gezeigt ist.

**[0084]** Der Ausschnitt, der insbesondere eine Schnittansicht durch einen Teil einer Trommel des Wäschetrockners 1 von Fig. 1 ist, zeigt einen auf der Trommel angeordneten Wäschemitnehmer 5,22 mit einer Sensoranordnung mit einer autarken Energieversorgungseinheit 28. Von der Sensoranordnung ist bei dieser Schnittansicht nur ein Beschleunigungssensor 31 sowie ein Tripelsensor 24 (Druck, Temperatur, Luftfeuchte) sichtbar. Im Wäschemitnehmer 9,22 sind außerdem eine Auswerteeinheit 30 sowie eine Low-Power-Bluetooth-Schnittstelle 29 für die drahtlose Datenübertragung vorhanden.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0085]

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Trockner  |    |
| 2  | Prozessluftkanal  |    |
| 3  | Trommel   |    |
| 4  | (Elektrische) Heizung   |    |
| 5  | Erster Mitnehmer  | 5  |
| 6  | Prozessluftgebläse, Gebläse   |    |
| 7  | Bedieneinheit   |    |
| 8  | Steuereinrichtung   |    |
| 9  | Sensor für die Messung von Temperatur, relativer Feuchte und/oder Luftdruck am Trommelausgang |    |
| 10 | Sensor für die Messung von Temperatur, relativer Feuchte und/oder Luftdruck am Trommeleingang | 10 |
| 11 | Flusensieb  |    |
| 12 | Tür, Zugangstür zur Trommel   |    |
| 13 | drehzahlvariabler Antriebsmotor; insbesondere BLDC-Motor                                      |    |
| 14 | Wärmetauscher; insbesondere Luft-Luft-Wärmetauscher   | 15 |

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 15 | Kühlluftkanal   |    |
| 16 | Kühlluftgebläse   |    |
| 17 | Kondensatwanne  |    |
| 18 | Trommelausgang  |    |
| 19 | Trommeleingang  | 5  |
| 20 | Zeitmessvorrichtung, Uhr  |    |
| 21 | (Optische) Anzeigeeinheit   |    |
| 22 | Zweiter Wäschemitnehmer   |    |
| 23 | Sensoranordnung   |    |
| 24 | Erster Sensor; Einzel-, Dual- oder Tripelsensor                                 | 10 |
| 25 | Zweiter Sensor; Einzel-, Dual- oder Tripelsensor                                |    |
| 26 | Dritter Sensor; Einzel-, Dual- oder Tripelsensor                                |    |
| 27 | Vierter Sensor; Einzel-, Dual- oder Tripelsensor                                |    |
| 28 | Autarke Energieversorgungseinheit   |    |
| 29 | Schnittstelle für drahtlose Datenübertragung, Low-Power-Bluetooth-Schnittstelle | 15 |
| 30 | Auswerteeinheit   |    |
| 31 | Beschleunigungssensor   |    |

## Patentansprüche

1. Wäschetrockner (1) mit einer Steuereinrichtung (8), einer Trommel (3) zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer (5,22) angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer (5,22) eine Sensoranordnung (23) mit mindestens zwei Sensoren (24,25,26,27,31), eine autarke Energieversorgungseinheit (28) und eine Schnittstelle (29) zur drahtlosen Kommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit (30) für Sensordaten der Sensoranordnung (23), wobei Steuereinrichtung (8) und Sensoranordnung (23) eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Wäschemitnehmer (5,22) ein Beschleunigungssensor (31), und mindestens eine Elektrode eines Leitfähigkeitssensors (24,25) und/oder ein Luftfeuchtesensor (26) angeordnet sind, und die Steuereinrichtung (8) eingerichtet ist, um bei einer Rotation der Trommel (3) eine Position des Wäschemitnehmers (5,22) zu bestimmen, so dass die vom Leitfähigkeitssensor (24,25) und/oder Luftfeuchtesensor (26) gemessenen Sensordaten der Position des Wäschemitnehmers (5,22) zugeordnet werden können.
2. Wäschetrockner (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschleunigungssensor (31) ein mikromechanischer Beschleunigungssensor (31) mit drei Messachsen ist.
3. Wäschetrockner (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenelektrode (25) des Leitfähigkeitssensors (24,25) auf dem gleichen Wäschemitnehmer (5) oder einem unterschiedlichen Wäschemitnehmer (22) angeordnet ist.
4. Wäschetrockner (1) nach Anspruch 1 oder 2, **da-**

**durch gekennzeichnet, dass** als Gegenelektrode des Leitfähigkeitssensors (24,25) ein Trommelmantel der Trommel (3) herangezogen wird.

5. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) eingerichtet ist, um anhand der vom Leitfähigkeitssensor (24,25) und/oder Feuchtesensor (26) gemessenen Sensorsignale eine Wäsche-  
feuchte und/oder Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken zu bestimmen. 5
6. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Sensoren (24,25,26,27) der Sensoranordnung (23) auf dem gleichen Messprinzip basieren und entlang des Wäschemitnehmers (5,22) angeordnet sind. 10
7. Wäschetrockner (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messprinzip ausgewählt ist unter den physikalischen Eigenschaften Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck und/oder Leitfähigkeit, so dass mindestens zwei Sensoren jeweils ein Temperatursensor, Luftfeuchtesensor, Drucksensor, Leitfähigkeitssensor oder eine beliebige Kombination von diesen sind. 15
8. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens drei Sensoren (24,25,26,27) entlang des mindestens einen Wäschemitnehmers (5,22) angeordnet sind. 20
9. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensoren Mehrfachsensoren verwendet werden, die gleichzeitig auf mehreren Messprinzipien basieren. 25
10. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) eingerichtet ist, um anhand der von den Sensoren (24,25,26,27) gemessenen Sensorsignale und/oder der örtlichen Gradienten der Sensorsignale in Richtung des Wäschemitnehmers (5,22) die Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken und/oder den Trocknungsgrad der Wäschestücke zu bestimmen. 30
11. Wäschetrockner (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) eingerichtet ist, um zur Bestimmung der Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken und/oder des Trocknungsgrades der Wäschestücke die Stärke der in die Trommel (3) gelangende Luftströmung zu berücksichtigen. 35
12. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 40

bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens zwei Wäschemitnehmer (5,22) aufweist, in denen sich eine Sensoranordnung (23) mit mindestens zwei Sensoren (24,25,26,27,31), eine autarke Energieversorgungseinheit (28) und eine Schnittstelle (29) zur drahtlosen Datenkommunikation befinden.

13. Wäschetrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Sensoranordnung (23) und die Steuereinrichtung (8) und/oder die Auswerteeinheit (30) eingerichtet sind, um über eine Low-Power-Bluetooth-Verbindung drahtlos miteinander zu kommunizieren. 45
14. Verfahren zum Betrieb eines Wäschetrockners (1) mit einer Steuereinrichtung (8), einer Trommel (3) zur Aufnahme von Wäschestücken, in welcher mindestens ein Wäschemitnehmer (5,22) angeordnet ist, wobei sich im Wäschemitnehmer (5,22) eine Sensoranordnung (23) mit mindestens zwei Sensoren (24,25,26,27,31), eine autarke Energieversorgungseinheit (28) und eine Schnittstelle (29) zur drahtlosen Datenkommunikation befinden, und mindestens einer Auswerteeinheit (30) für Sensorsignale der Sensoranordnung (23), wobei Steuereinrichtung (8) und Sensoranordnung (23) eingerichtet sind, drahtlos miteinander zu kommunizieren, und in mindestens einem Wäschemitnehmer (5,22) ein Beschleunigungssensor (31), und mindestens eine Elektrode eines Leitfähigkeitssensors (24,25) und/oder ein Luftfeuchtesensor (26) angeordnet ist und die Steuereinrichtung (8) eingerichtet ist, um bei einer Rotation der Trommel (3) eine Position des Wäschemitnehmers (5,22) zu bestimmen, so dass die vom Leitfähigkeitssensor (24,25) und/oder Luftfeuchtesensor (26) gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers (5,22) zugeordnet werden können, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: 50
  - (a) Rotieren der Trommel (3);
  - (b) Detektieren von Sensorsignalen des Beschleunigungssensors (31), und der mindestens einen Elektrode des Leitfähigkeitssensors (24,25) und/oder des Luftfeuchtesensors (26); und
  - (d) Auswerten der Sensorsignale der im Schritt (b) verwendeten Sensoren (24,25,26,27,31) der Sensoranordnung (23) durch die Auswerteeinheit (30) in Hinblick auf die Beladung der Trommel (3) mit Wäschestücken und/oder den Trocknungsgrad der Wäschestücke, wobei die vom Leitfähigkeitssensor (24,25) und/oder Luftfeuchtesensor (26) gemessenen Sensorsignale der Position des Wäschemitnehmers (5,22) zugeordnet werden, und Übermitteln der dabei erhaltenen Auswertungsergebnisse an die Steu-

ereinrichtung (8).

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Prozessluftkanal (2) des Wäschetrockners (1) ein Gebläse (8) angeordnet ist und der folgende Schritt (c) vor dem Schritt (d) durchgeführt wird: 5
- (c) Messen der Stärke der in die Trommel (3) gelangenden Luftströmung und Berücksichtigung der Stärke der gemessenen Luftströmung bei der Auswertung im darauf folgenden Schritt (d). 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

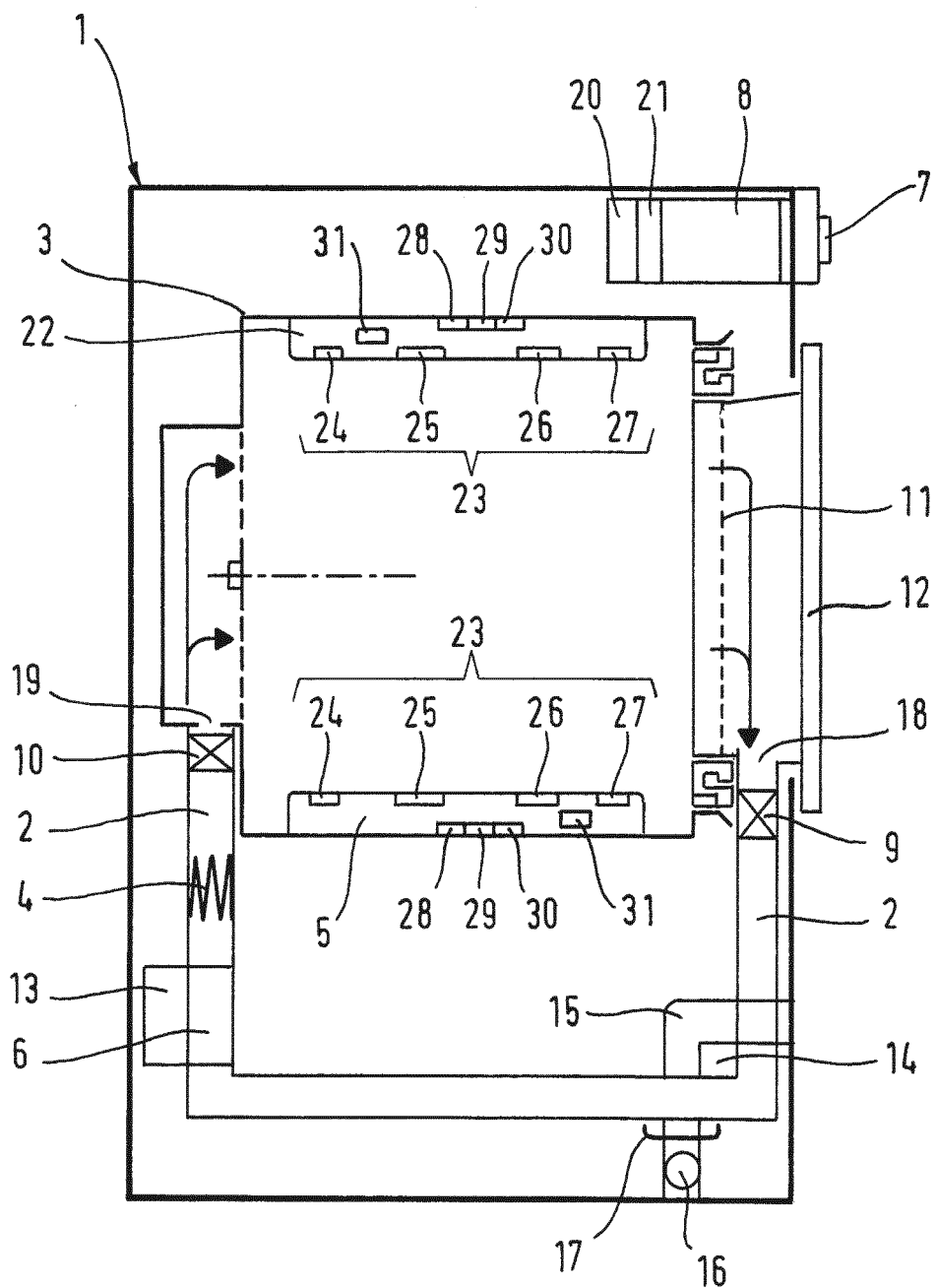
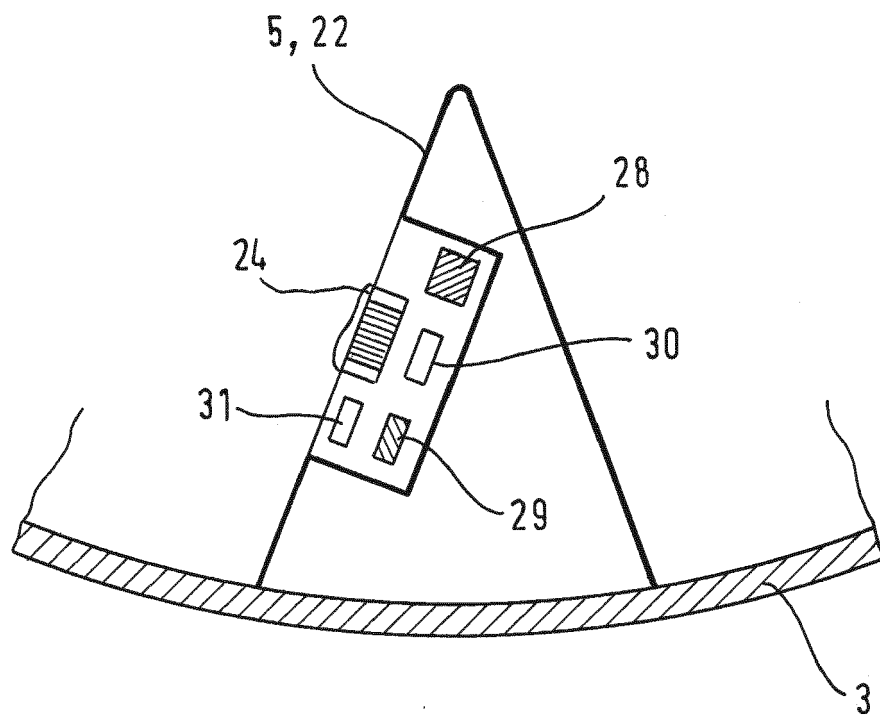


Fig. 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 19 20 3310

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 225113 A1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) * Absatz [0037] - Absatz [0051]; Anspruch 9 * * Absatz [0071]; Abbildungen *	1,2,6,7, 10,13,14	INV. D06F58/32  ADD. D06F37/06 D06F103/34
A	DE 10 2016 216265 A1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 1. März 2018 (2018-03-01) * Absatz [0054]; Abbildungen *	1-15	
A,D	WO 2013/182402 A1 (ARCELIK AS [TR]; OZKAHRAMAN HAKAN [TR]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) * Ansprüche 1, 5, 12; Abbildungen *	1-15	
A,D	WO 2018/015214 A1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 25. Januar 2018 (2018-01-25) * Ansprüche 1, 5 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D06F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. Februar 2020</b>	Prüfer <b>Diaz y Diaz-Caneja</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 19 20 3310

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

13-02-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016225113 A1	21-06-2018	KEINE	
DE 102016216265 A1	01-03-2018	KEINE	
WO 2013182402 A1	12-12-2013	EP 2859143 A1 WO 2013182402 A1	15-04-2015 12-12-2013
WO 2018015214 A1	25-01-2018	CN 109479019 A DE 102016213232 A1 EP 3488561 A1 WO 2018015214 A1	15-03-2019 25-01-2018 29-05-2019 25-01-2018

EPO FORM P0461

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



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102012217975 A1 **[0004]**
- EP 1895043 A1 **[0005]**
- EP 1997951 A1 **[0006]**
- DE 10242144 A1 **[0007]**
- WO 2004022836 A2 **[0007]**
- DE 102006053274 A1 **[0008]**
- WO 2013182402 A **[0009]**
- WO 2018015214 A **[0010]**