



(11)

EP 3 848 501 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.07.2021 Patentblatt 2021/28

(51) Int Cl.:
D06F 58/38 (2020.01) *D06F 101/16* (2020.01)
D06F 103/32 (2020.01) *D06F 103/34* (2020.01)
D06F 105/62 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **20151396.7**

(22) Anmeldetag: 13.01.2020

(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
 KH MA MD TN**

- **ELMER, Urs**
8750 Glarus (CH)
- **BETSCHON, Luzius**
8610 Uster (CH)

(74) Vertreter: **Piticco, Lorena
Isler & Pedrazzini AG
Giesshübelstrasse 45
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)**

(71) Anmelder: **Schulthess Maschinen AG**
8633 Wolfhausen (CH)

(72) Erfinder:
• **NANI, Marco**
8712 Stäfa (CH)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON WÄSCHE**

(57) Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung (1) für Wäsche, wobei die Trocknungsvorrichtung (1) eine Luftzufuhrvorrichtung (2), eine Luftabfuhrvorrichtung (3), eine Steuervorrichtung (6) mit einem Soll-Signal (S_SOLL), und i) mindestens einen ersten Temperatursensor (4) zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A), sowie mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), oder ii) mindestens einen Temperatur-Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) und eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT). Das Verfahren umfasst die Schritte von Erfassen des ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) und des Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), Ermitteln des Ist-Signals (S_IST) basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) und dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) mit der Steuervorrichtung (6), und Vergleichen des ermittelten Ist-Signals (S_IST) mit dem Soll-Signal (S_SOLL).

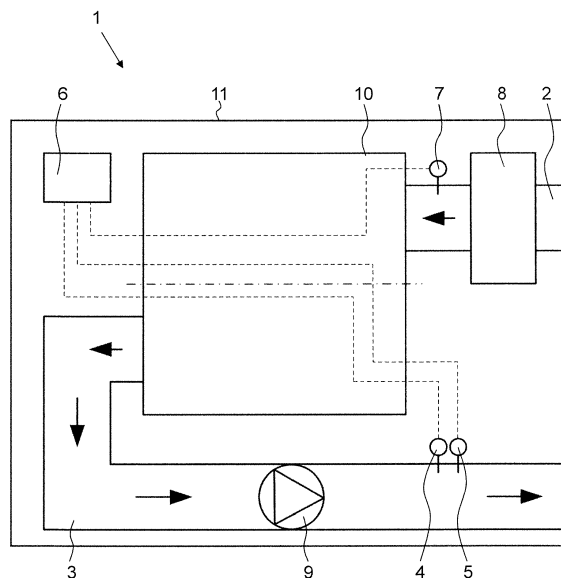


FIG. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung für Wäsche gemäss Anspruch 1, eine Trocknungsvorrichtung für Wäsche gemäss Anspruch 12, sowie ein Computerprogrammprodukt für eine Trocknungsvorrichtung gemäss Anspruch 15.

STAND DER TECHNIK

10 **[0002]** Beim Trocknen von Wäsche in Trocknungsvorrichtungen spielt die zu erzielende Restfeuchte in der Wäsche in Hinblick auf deren Nachbehandlung eine entscheidende Rolle. Die Restfeuchtegehalte sind beispielsweise gemäss Norm EN 60121 wie folgt definiert:

Sollwert der Restfeuchte in [%] bei Baumwolle, Koch- und Buntwäsche:

15	Mangelfeucht:	22 ±5
	Bügelfeucht:	12 ±4
	Leichttrocken:	3 ±3
20	Schrantrocken:	0 ±3
	Extratrocken:	-3 ±1

Sollwert der Restfeuchte in [%] bei Pflegeleicht-Wäsche:

25	Bügelfeucht:	12 ±4
	Leichttrocken:	6 ±3
	Schrantrocken:	2 ±3
	Extratrocken:	-1 ±1

30 **[0003]** Die Einhaltung dieser Feuchtegehalte spielt in der Praxis eine entscheidende Rolle, damit die Nachbehandlung der Wäsche in der Mangel oder einer Bügelstation ohne Verzögerung durchgeführt werden kann. Ist die Wäsche zum Beispiel zu trocken, so muss sie unter Umständen nachbefeuchtet werden. Dies ist mit einem unerwünschten zusätzlichen Zeitaufwand verbunden. Ein Regelungsverfahren zur Regelung der Restfeuchte bei der Trocknung von Wäsche hat somit eine zentrale Bedeutung.

35 **[0004]** Zur Erfassung der Feuchte in einem Gut wie Wäsche werden heutzutage unterschiedliche Vorgehensweisen angewendet. Beispielsweise kann die Feuchtigkeit der Wäsche durch eine resistive Messung an der Wäsche erfolgen. Nachteilig an diesem Verfahren ist allerdings insbesondere eine erforderliche Berührung der Elektroden durch die Wäsche. Bei Wäschetrockner mit grossen Trommeln wie sie in der Industrie verwendet werden oder im Falle von teilbeladenen Wäschetrocknern ist dies nicht oder nur schlecht gewährleistet. Als Folge davon ist die Restfeuchterege-
 40 lung mangelhaft. Auch ist es so, dass bei Restfeuchten von tiefer als 8 % der elektrische Widerstand der Wäsche derart gross ist, dass eine genaue Regelung nicht mehr möglich ist. Auch die Regelung über die relative Feuchte in der Abluft verfügt über Nachteile. So wird die relative Feuchtigkeit dabei nicht direkt an oder in der Wäsche gemessen, was das Verfahren gegenüber Störeinflüssen empfindlich macht. Weiter ist die relative Feuchte der Abluft nicht nur von Restfeuchtegehalt in der Wäsche, sondern von vielen weiteren Prozessgrössen abhängig.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

50 **[0005]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung für Wäsche anzugeben, welches gegenüber den bekannten Verfahren verbessert ist. Insbesondere soll ein Verfahren angegeben werden, welches gegenüber Störeinflüssen wenig empfindlich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1 gelöst. So wird ein Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung für Wäsche angegeben, wobei die Trocknungsvorrichtung eine Luftzufuhrvorrichtung, eine Luftabfuhrvorrichtung, eine Steuervorrichtung zur Durchführung von mindestens einem Trocknungsvorgang, und ent-
 55 weder mindestens einen ersten Temperatursensor sowie mindestens einen Feuchtigkeitssensor oder mindestens einen Temperatur-Feuchtigkeitssensor umfasst. Das heisst also, es ist denkbar, dass mindestens zwei Sensoren verwendet werden, wobei einer davon ein Temperatursensor zur Erfassung einer Temperatur ist und der andere ein Feuchtigkeitssensor zur Erfassung einer relativen Feuchtigkeit ist. Alternativ dazu kann ein einziger Sensor verwendet werden, welcher

sowohl eine Temperatur als auch eine relative Feuchtigkeit erfassen kann. Solch ein kombinierter Sensor wird hierin als Temperatur-Feuchtigkeitssensor bezeichnet.

[0007] Die Luftzuführvorrichtung ist zum Zuführen von Zuluft in die Trocknungsvorrichtung ausgebildet. Die Luftabführvorrichtung ist zum Abführen von Abluft aus der Trocknungsvorrichtung ausgebildet. Bei der Luftzuführ- und der Luftabführvorrichtung handelt es sich vorzugsweise um Leitungen oder Rohre, welche ein Inneres der Trocknungsvorrichtung mit der Umgebung verbinden. Beispielsweise kann das erfindungsgemässe Verfahren in einem Ablufttrockner mit Trommel angewendet werden, wobei die Luftzuführvorrichtung die für den Trocknungsprozess benötigte Luft aus einem Ausstellraum ansaugt und in die Trocknungsvorrichtung hineinbefördert. Es gilt hier allerdings zu verstehen, dass das erfindungsgemäss Verfahren nicht nur bei Ablufttrocknern, sondern auch bei anderen bekannten Bauarten von Trocknern, wie zum Beispiel Schranktrocknern, sowie bei Trocknern mit anderen Trocknungsverfahren, wie z.B. bei Kondensationstrocknern gleichermassen verwendet werden kann.

[0008] In der Steuervorrichtung ist mindestens ein Soll-Signal gespeichert ist, welches einem von einem Benutzer wählbaren Trocknungsvorgang zuordbar ist. Ein Trocknungsvorgang ist insbesondere durch einen Trocknungsgrad definiert. So ist es denkbar, dass die Steuervorrichtung ein oder mehrere Soll-Signale umfasst, welche einem oder mehreren Trocknungsgrade entsprechen. Denkbare Trocknungsgrade sind dem Fachmann allgemein bekannt und werden in der Fachwelt als mangelfeucht, bügeltrocken, schranktrocken, trocken, stark trocken, extra trocken, etc. bezeichnet. Diese Trocknungsgrade sind jeweils einer entsprechenden Restfeuchte der Wäsche zugeordnet. Weiter ist es denkbar, dass der Trocknungsvorgang durch eine Beladungsmenge der zu trocknenden Wäsche, durch die Art der Wäsche wie z.B. Feinwäsche gegenüber Kochwäsche, usw. definiert wird.

[0009] Weiter ist die Steuervorrichtung dazu ausgebildet, während dem Trocknungsvorgang ein Ist-Signal des Trocknungsvorganges zu ermitteln und das Soll-Signal mit dem Ist-Signal zu vergleichen. Entspricht oder basiert also der von einem Benutzer wählbare Trocknungsvorgang einer bestimmten Restfeuchte der Wäsche, so basiert das Soll-Signal vorzugsweise auf einer gewünschten Restfeuchte der Wäsche und das Ist-Signal basiert vorzugsweise auf der tatsächlichen Restfeuchte der Wäsche.

[0010] Im Falle von mindestens zwei Sensoren ist der mindestens eine erste Temperatursensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals ausgebildet, wobei eine Temperatur der Abluft aus dem ersten Temperatursensorsignal ermittelbar ist. Der mindestens eine Feuchtigkeitssensor ist zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals ausgebildet, wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft aus dem Feuchtigkeitssensorsignal ermittelbar ist. Im Falle eines kombinierten Temperatur- und Feuchtigkeitssensors ist der mindestens eine Temperatur-Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals und eines Feuchtigkeitssensorsignals ausgebildet, wobei eine Temperatur der Abluft aus dem ersten Temperatursensorsignal ermittelbar ist und wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft aus dem Feuchtigkeitssensorsignal ermittelbar ist. Es ist wichtig zu verstehen, dass das Verfahren für den erstgenannten Fall von mindestens einem Temperatur- und einem Feuchtigkeitssensor sowie für den zweitgenannten Fall von mindestens einem kombinierten Temperatur- und Feuchtigkeitssensor analog verläuft. Das heisst, in beiden Fällen werden von den Sensoren mindestens ein Temperatursensorsignal sowie ein Feuchtigkeitssensorsignal erfasst, wobei aus dem Temperatursensorsignal eine Temperatur der Abluft und aus dem Feuchtigkeitssensorsignals eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft ermittelt werden.

[0011] Das Verfahren umfasst die Schritte von:

- Erfassen des ersten Temperatursensorsignals mit dem ersten Temperatursensor oder mit dem Temperatur-Feuchtigkeitssensor;
- Erfassen des Feuchtigkeitssensorsignals mit dem Feuchtigkeitssensor oder mit dem Temperatur-Feuchtigkeitssensor;
- Ermitteln des Ist-Signals basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal und dem Feuchtigkeitssensorsignal mit der Steuervorrichtung, und
- Vergleichen des ermittelten Ist-Signals mit dem Soll-Signal.

[0012] Das heisst also, das Ist-Signal wird basierend auf sowohl dem ersten Temperatursensorsignal als auch auf dem Feuchtigkeitssensorsignal ermittelt. So hat sich nämlich überraschenderweise gezeigt, dass durch eine entsprechende Kombination der physikalischen Grössen relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Abluft ein gegenüber Störeinflüssen weitgehend unempfindliches Signal generiert werden kann.

[0013] Das Ist-Signal basiert vorzugsweise auf einer linearen Kombination des ersten Temperatursensorsignals und des Feuchtigkeitssensorsignals. Oder anders ausgedrückt können das erste Temperatursignal als S_TEMP_A und das Feuchtigkeitssensorsignal als S_FEUCHT dargestellt werden, wobei eine lineare Kombination LK des ersten Temperatursignals und des Feuchtigkeitssignals durch den folgenden Zusammenhang mathematisch beschrieben werden: $LK = a \cdot S_FEUCHT + b \cdot S_TEMP_A$. Mindestens einer der Parameter a und b ist vorzugsweise ungleich Null. Bevorzugterweise sind beide Parameter a und b ungleich Null.

[0014] Vorzugsweise verändert sich das Ist-Signal linear mit dem ersten Temperatursensorsignal. Zusätzlich oder

alternativ dazu kann sich das Ist-Signal linear mit dem Feuchtigkeitssensorsignal ändern. Das heisst, das Ist-Signal ändert vorzugsweise nicht quadratisch oder exponentiell usw. zum ersten Temperatursensorsignal und/oder zum Feuchtigkeitssensorsignal.

[0015] Das Ist-Signal kann als Funktion vom Feuchtigkeitssensorsignal berechnet werden, und wobei diese Funktion im Wesentlichen eine stetige und/oder monotone Funktion ist. Zusätzlich oder alternativ dazu kann das Ist-Signal als Funktion vom ersten Temperatursensorsignal berechnet werden, und wobei diese Funktion im Wesentlichen eine stetige und/oder monotone Funktion ist.

[0016] Ein im Wesentlichen stetiges und/oder monotones Ist-Signal heisst hier, dass ungewollte äussere Einflüsse bei der Ermittlung des Ist-Signal zwangsläufig mitberücksichtigt werden. Beispiele von ungewollten äusseren Einflüssen sind ändernde Zuluftbedingungen hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit, sowie ändernde Luft-Volumenströme durch variierende Bedingungen in den Zuluft- oder Abluftsystemen. Als Folge davon kann das Ist-Signal über Fluktuationen oder Schwankungen verfügen, so dass das Ist-Signal nicht eine monotone und/oder stetige Funktion sondern eben eine im Wesentlichen monotone und/oder stetige Funktion beschreibt. In Abwesenheit von solch ungewollten äusseren Einflüssen beschreibt das Ist-Signal allerdings eine monoton und/oder stetig vom Feuchtigkeitssensorsignal und/oder vom ersten Temperatursensorsignal abhängige Funktion.

[0017] Weiter können mindestens ein Feuchtigkeitsparameter und mindestens ein erster Temperaturparameter in der Steuervorrichtung gespeichert sein, wobei der Feuchtigkeitsparameter das Feuchtigkeitssensorsignal und der erste Temperaturparameter das erste Temperatursensorsignal jeweils derart skalieren, dass das Ist-Signal basierend auf dem skalierten Feuchtigkeitssensorsignal und dem skalierten ersten Temperatursensorsignal eine sich im Wesentlichen stetig ändernde Funktion beschreibt. Oder anders gesagt handelt es sich bei den Parametern a und b im mathematischen Ausdruck $LK = a \cdot S_FEUCHT + b \cdot S_TEMP_A$ vorzugsweise um den soeben beschriebenen Feuchtigkeitsparameter und den ersten Temperaturparameter.

[0018] Das Ist-Signal kann weiter auf mindestens einem ersten Korrekturparameter basieren, so dass das Ist-Signal basierend auf dem mit dem Feuchtigkeitsparameter skalierten Feuchtigkeitssensorsignal, dem mit dem ersten Temperaturparameter skalierten ersten Temperatursensorsignal, und dem ersten Korrekturparameter eine sich im Wesentlichen stetig ändernde Funktion beschreibt.

[0019] Vorzugsweise sind jeweils mehrere Werte für den Feuchtigkeitsparameter a, den ersten Temperaturparameter b, sowie den ersten Korrekturparameter c in der Steuervorrichtung gespeichert, wobei die jeweiligen Werte abhängig vom Trocknungsvorgang, insbesondere vom gewünschten Restfeuchtegrad der zu trocknenden Wäsche sowie von der Wäscheart, sind.

[0020] Vorzugsweise besteht das Ist-Signal aus einem oder mehreren Summanden. Insbesondere bevorzugt besteht das Ist-Signal mindestens aus einem ersten Summanden, einem zweiten Summanden und einem dritten Summanden, wobei der erste Summand durch das mit dem Feuchtigkeitsparameter skalierte Feuchtigkeitssensorsignal definiert wird, wobei der zweite Summand durch das mit dem ersten Temperaturparameter skalierte erste Temperatursensorsignal definiert wird, und wobei der dritte Summand durch den ersten Korrekturparameter definiert wird.

[0021] Oder anders ausgedrückt können das Feuchtigkeitssensorsignal als S_FEUCHT , das erste Temperatursignal als S_TEMP_A , der Feuchtigkeitsparameter als a, der erste Temperaturparameter als b, und der erste Korrekturparameter als c dargestellt werden, wobei das Ist-Signal durch den folgenden Zusammenhang mathematisch berechnet werden kann: $S_Ist = a \cdot S_FEUCHT + b \cdot S_TEMP_A + c$.

[0022] Insbesondere bevorzugt handelt es sich beim Ist-Signal sowie beim Soll-Signal um die tatsächliche beziehungsweise gewünschte Restfeuchte der Wäsche. In diesem Fall wird durch diese mathematische Formel ein Ist-Signal als Funktion von einer Restfeuchte der Wäsche berechnet, wobei die Restfeuchte als Funktion des Feuchtigkeitssensorsignals und des ersten Temperatursensorsignals berechnet wird.

[0023] Der Feuchtigkeitsparameter ist vorzugsweise negativ und ein Verhältnis des Feuchtigkeitsparameter, des ersten Temperaturparameters und des ersten Korrekturparameters zueinander ist vorzugsweise derart, dass der erste Temperaturparameter im Bereich des 0.05 bis 1.5-fachen, vorzugsweise im Bereich des 0.1 bis 1-fachen, insbesondere bevorzugt im Bereich des 0.2 bis 0.8-fachen Betrages vom Feuchtigkeitsparameter liegt, und der erste Korrekturparameter mehr als einem 10-fachen, vorzugsweise mehr als einem 50-fachen, insbesondere bevorzugt einem 100-fachen des Betrages vom Feuchtigkeitsparameter entspricht.

[0024] Mittels des Feuchtigkeitsparameters, des ersten Temperaturparameters und des ersten Korrekturparameters kann das Verfahren auf den gewählten Trocknungsvorgang, auf die Textilart sowie auf den Typen von Trocknungsvorrichtung angepasst werden. Unter dem Typen von Trocknungsvorrichtung sind die eingangs erwähnten verschiedenen Arten von Trockner, z.B. Ablufttrockner, Kondensationstrockner, etc. gemeint.

[0025] Die Trocknungsvorrichtung kann mindestens einen zweiten Temperatursensor zur Erfassung eines zweiten Temperatursensorsignals umfassen, wobei eine Temperatur der Zuluft aus dem zweiten Temperatursensorsignal ermittelbar ist, und wobei das Verfahren vorzugsweise weiter die Schritte umfasst von:

- Erfassen des zweiten Temperatursensorsignals mit dem zweiten Temperatursensor zu einem Anfangszeitpunkt

und Erfassen des zweiten Temperatursensorsignals mit dem zweiten Temperatursensor zu mindestens einem gegenüber dem Anfangszeitpunkt späteren Endzeitpunkt, und

- Ermitteln eines zweiten Korrekturterms basierend auf dem zweiten Temperatursensorsignal zum Anfangszeitpunkt und dem zweiten Temperatursensorsignal zum Endzeitpunkt mit der Steuervorrichtung, wobei das Ist-Signal ebenfalls auf dem zweiten Korrekturterm basiert.

[0026] Der zweite Korrekturterm kann ebenfalls als einen Summanden des Ist-Signals verstanden werden. Angesichts der obigen Ausführung würde es sich um einen vierten Summanden handeln, so dass das Ist-Signal bevorzugt aus dem ersten Summanden umfassend das mit dem Feuchtigkeitsparameter skalierte Feuchtigkeitssensorsignal, aus dem zweiten Summanden umfassend das mit dem ersten Temperaturparameter skalierte erste Temperatursensorsignal, aus dem dritten Summanden umfassend den ersten Korrekturparameter, und dem vierten Summanden umfassend den zweiten Korrekturterm besteht.

[0027] Ein zeitlicher Abstand zwischen dem Anfangszeitpunkt und dem Endzeitpunkt ist abhängig von der verwendeten Trocknungsvorrichtung und befindet sich typischerweise im Bereich von einigen Minuten, z.B. zwischen 1 Minute bis 10 Minuten.

[0028] In der Steuervorrichtung kann weiter mindestens ein dritter Korrekturparameter basierend auf einem Offsetwert des Ist-Signals bei einer gegenüber einer Standardumgebungstemperatur erhöhten tatsächlichen Umgebungstemperatur gespeichert sein, und wobei der zweite Korrekturterm weiter auf dem dritten Korrekturparameter basiert. Zusätzlich oder alternativ dazu kann in der Steuervorrichtung weiter mindestens ein vierter Korrekturparameter basierend einer thermischen Trägheit der Trocknungsvorrichtung im Bereich der Luftzufuhrvorrichtung gespeichert sein, und wobei der zweite Korrekturterm weiter auf dem vierten Korrekturparameter basiert. Zusätzlich oder alternativ dazu kann in der Steuervorrichtung weiter mindestens ein fünfter Korrekturparameter gespeichert sein, welcher auf der Standardumgebungstemperatur basiert, und wobei der zweite Korrekturterm weiter auf dem fünften Korrekturparameter basiert.

[0029] Das heisst, der dritte Korrekturparameter dient dazu, den Einfluss einer von den Standardbedingungen abweichenden Umgebungstemperatur und/oder Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen. So hat sich nämlich gezeigt, dass sich die Umgebungstemperatur und/oder die Luftfeuchtigkeit in beispielsweise einer Wäscherei, welche eine Vielzahl von Trocknungsvorgängen hintereinander durchführt, mit der Zeit verändern. Dies wirkt sich auf die Temperatur bzw. Luftfeuchtigkeit in der Trocknungsvorrichtung und folglich auf das Verfahren zum Betrieb der Trocknungsvorrichtung, welches ein Temperatur- und ein Feuchtigkeitssensorsignal erfasst, aus. Der dritte Korrekturparameter ist vom Wertebereich des Ist-Signals abhängig und weist beispielsweise einen Wert auf, welcher etwa 2% bis 10% des Wertebereichs des Ist-Signals beträgt.

[0030] Der vierte Korrekturparameter wird abhängig von der Trägheit der Trocknungsvorrichtung gewählt und weist im Falle einer hohen Trägheit einen höheren Wert auf als im Falle einer tiefen Trägheit. Typische Werte für den vierten Korrekturparameter liegen im Bereich von etwa 0.1 bis 10, bevorzugter im Bereich von 1 bis 5, insbesondere bevorzugt beträgt der Wert des vierten Korrekturparameters in etwa 1.3.

[0031] Mittels des fünften Korrekturparameters wird die Standardumgebungstemperatur berücksichtigt. Bevorzugt weist der fünfte Korrekturparameter dabei einen Wert auf, welcher der Standardumgebungstemperatur entspricht. Das heisst, vorzugsweise beträgt der fünfte Korrekturparameter einen Wert im Bereich von 20 bis 25, bevorzugterweise etwa 23. Mit solchen Werten kann eine Standardumgebungstemperatur im Bereich von 20 °C bis 25 °C, insbesondere von 23 °C berücksichtigt werden.

[0032] Die obigen Zusammenhänge können mathematisch wie folgt beschrieben werden. Der zweite Korrekturterm kann als dS , der dritte Korrekturparameter als g , der vierte Korrekturparameter als h , der fünfte Korrekturparameter als UT , das zweite Temperatursensorsignal zum Anfangszeitpunkt als $S_TEMP_Z_ta$, und das zweite Temperatursensorsignal zum Endzeitpunkt als $S_TEMP_Z_te$ dargestellt werden, wobei: $dS = g / 10 \cdot [S_TEMP_Z_ta - h \cdot (S_TEMP_Z_ta - S_TEMP_Z_te) - UT]$.

[0033] Die Vorrichtung kann über ein Heizelement zum Erhitzen der Zuluft und ein Gebläse für die Abluft verfügen, und wobei ein zeitlicher Verlauf des Trocknungsvorgangs eine Gleichgewichtsphase und/oder eine Vorphase und/oder eine Nachphase und/oder eine Abkühlphase umfasst. In der Gleichgewichtsphase sind das Gebläse in Betrieb und das Heizelement ausser Betrieb. In der Vorphase sind das Heizelement und das Gebläse in Betrieb. In der Nachphase sind das Heizelement und das Gebläse in Betrieb. In der Abkühlphase sind das Heizelement ausser Betrieb und das Gebläse in Betrieb. Eine Regelphase, während welcher das Ist-Signal ermittelt und mit dem Soll-Signal verglichen wird, erfolgt vorzugsweise zwischen der Vorphase und der Nachphase.

[0034] Vorzugsweise ist also das Heizelement in der Luftzufuhrvorrichtung und das Gebläse in der Luftabfuhrvorrichtung angeordnet. Weiter ist es bevorzugt, dass die Trocknungsvorrichtung eine Trommel umfasst, wie sie dem Fachmann allgemein bekannt ist. Die Luftzufuhrvorrichtung führt dann von der Umgebung in die Trommel hinein und die Luftabfuhrvorrichtung führt aus der Trommel in die Umgebung hinaus.

[0035] Bei der Gleichgewichtsphase, der Vorphase, der Nachphase, und der Abkühlphase handelt es sich vorzugsweise um verschiedene Zeitmodule, während welchen die zu trocknende Wäsche in der Trocknungsvorrichtung auf

bestimmte Temperaturen erhitzt beziehungsweise abgekühlt wird. Diese bestimmten Temperaturen entsprechen vorzugsweise vorgegebenen Temperaturen der Norm EN 60335-2-11 oder EN 50570. Ein Erhitzen beziehungsweise Abkühlen auf die bestimmten Temperaturen wird wie erwähnt durch ein gezieltes Ein- oder Ausschalten des Heizelements respektive des Gebläses während einer bestimmten Zeitdauer erhalten. Vorzugsweise sind jeweils mehrere Zeitdauern für die jeweiligen Phasen in der Steuervorrichtung gespeichert, wobei die jeweiligen Zeitdauern abhängig vom Trocknungsvorgang, insbesondere vom gewünschten Restfeuchtegrad der zu trocknenden Wäsche sowie von der Wäscheart, sind.

[0036] Die Regelphase wird vorzugsweise beendet, wenn das Ist-Signal im Wesentlichen dem Soll-Signal entspricht, oder wenn das Ist-Signal das Soll-Signal überschreitet, oder wenn das Ist-Signal das Soll-Signal unterschreitet.

[0037] Wie früher erwähnt, kann die Restfeuchte der Wäsche als Kriterium für das erfindungsgemässe Verfahren verwendet werden. In diesem Fall würde während dem Trocknungsvorgang fortlaufend der Ist-Zustand der Restfeuchte bestimmt und mit dem Soll-Zustand der Restfeuchte verglichen werden. Entspricht der Ist-Zustand der Restfeuchte im Wesentlichen dem Soll-Zustand der Restfeuchte, so wird das Verfahren beendet. Es ist allerdings genauso denkbar, dass die Regelphase beendet wird, wenn das Ist-Signal das Soll-Signal über- oder unterschreitet. Ob eine Über- oder Unterschreitung als Kriterium dient, hängt von den oben beschriebenen Parametern wie dem Feuchtigkeitsparameter, dem ersten Temperaturparameter und dem ersten Korrekturparameter ab. Abhängig von diesen Parametern kann der Signalverlauf wachsend oder fallend sein. Im Falle eines wachsenden Signalverlaufs nimmt das Ist-Signal fortlaufend höhere Signalwerte an, und die Regelphase wird beendet, wenn der Signalwert des Ist-Signals den Signalwert des Soll-Signals überschritten hat. Im Falle eines fallenden Signalverlaufs nimmt das Ist-Signal fortlaufend tiefere Signalwerte an, und die Regelphase wird beendet, wenn der Signalwert des Ist-Signals den Signalwert des Soll-Signals unterschritten hat. Sofern das Verfahren die vorher erwähnte Nachphase umfasst, so würde nach der soeben beschriebenen Regelphase, während welcher ein Vergleich zwischen dem Ist-Zustand und dem Soll-Zustand erfolgt, die Nachphase einsetzen.

[0038] In einem weiteren Aspekt wird eine Trocknungsvorrichtung für Wäsche angegeben, welche Trocknungsvorrichtung eine Luftzufuhrvorrichtung, eine Luftabfuhrvorrichtung, eine Steuervorrichtung zur Durchführung von mindestens einem Trocknungsvorgang, wobei mindestens ein Soll-Signal in der Steuervorrichtung gespeichert ist, welches einem von einem Benutzer wählbaren Trocknungsvorgang zuordbar ist, und entweder i) mindestens einen ersten Temperatursensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals sowie mindestens einen Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals, oder ii) mindestens einen Temperatur-Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals und eines Feuchtigkeitssensorsignals umfasst. Die Luftzufuhrvorrichtung ist zum Zuführen von Zuluft in die Trocknungsvorrichtung ausgebildet. Die Luftabfuhrvorrichtung ist zum Abführen von Abluft aus der Trocknungsvorrichtung ausgebildet. Eine Temperatur der Abluft ist aus dem ersten Temperatursensorsignal ermittelbar. Eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft ist aus dem Feuchtigkeitssensorsignal ermittelbar. Die Steuervorrichtung ist dazu ausgebildet, das Ist-Signal basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal und dem Feuchtigkeitssensorsignal zu ermitteln und das Ist-Signal mit dem Soll-Signal zu vergleichen.

[0039] Das heisst also, die Trocknungsvorrichtung gemäss diesem weiteren Aspekt entspricht vorzugsweise einer Trocknungsvorrichtung, wie sie im Zusammenhang mit dem bislang beschriebenen Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung für Wäsche erläutert wurde. Sämtliche Äusserungen, welche für diese letztgenannte Trocknungsvorrichtung gemacht wurden, gelten daher gleichermassen für die Trocknungsvorrichtung gemäss dem weiteren Aspekt, und umgekehrt.

[0040] Sofern die Trocknungsvorrichtung über mindestens einen ersten Temperatursensor und einen Feuchtigkeitssensor verfügt, so ist der erste Temperatursensor und/oder der Feuchtigkeitssensor vorzugsweise in der Luftabfuhrvorrichtung angeordnet. Handelt es sich um einen kombinierten Temperatur-Feuchtigkeitssensor, so ist dieser Temperatur-Feuchtigkeitssensor vorzugsweise in der Luftabfuhrvorrichtung angeordnet.

[0041] Die Trocknungsvorrichtung kann weiter mindestens einen zweiten Temperatursensor zur Erfassung eines zweiten Temperatursensorsignals erfassen, wobei der zweite Temperatursensor in der Luftzufuhrvorrichtung angeordnet ist. Basierend auf diesem zweiten Temperatursensorsignal wird vorzugsweise der zweite Korrekturterm wie oben erläutert ermittelt.

[0042] In einem weiteren Aspekt wird ein Computerprogrammprodukt für eine Trocknungsvorrichtung wie oben beschrieben angegeben, wobei das Computerprogrammprodukt Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts durch einen Prozessor das Verfahren wie oben beschrieben veranlassen.

[0043] Das Computerprogrammprodukt kann in einem Speichermedium, insbesondere auf einem nichtflüchtigen Datenträger, gespeichert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0044] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht durch eine Trocknungsvorrichtung zur Durchführung eines Trocknungsverfahrens;
 Fig. 2 zeigt das durch das Trocknungsverfahren ermittelte Ist-Signal als Funktion einer Restfeuchte der Wäsche für unterschiedliche Beladungsmengen;
 Fig. 3 zeigt einen Temperaturverlauf der Abluft als Funktion der Zeit in einem Trocknungsverfahren;
 5 Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild betreffend die Ermittlung des Ist-Signals und der Vergleich des Ist-Signals mit einem Soll-Signal in einem Trocknungsverfahren;
 Fig. 5 zeigt einen Verlauf des Ist-Signals als Funktion einer Restfeuchte der zu trocknenden Wäsche für unterschiedliche Umgebungstemperaturen.

10 BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0045] In Figur 1 ist eine Trocknungsvorrichtung 1 für Wäsche dargestellt, welche ein Gehäuse 11 mit einer darin angeordneten Trommel 10, einer Luftzufuhrvorrichtung 2 zum Zuführen von Zuluft von einer Umgebung in die Trocknungsvorrichtung 1, insbesondere in die Trommel 10 hinein, sowie einer Luftabfuhrvorrichtung 3 zum Abführen von Abluft aus der Trocknungsvorrichtung 1, insbesondere aus der Trommel 10 hinaus in die Umgebung. Weiter sind eine
 15 Steuervorrichtung 6, ein Heizelement 8 zum Erhitzen der Zuluft, ein Gebläse 9 für die Abluft, ein erster Temperatursensor 4, ein zweiter Temperatursensor 7, sowie ein Feuchtigkeitssensor 5 im Gehäuse 11 angeordnet. Insbesondere ist das Heizelement 8 dabei in der Luftzufuhrvorrichtung 2 angebracht und das Gebläse 9 befindet sich in der Luftabfuhrvorrichtung 3. Im vorliegenden Beispiel sind der erste Temperatursensor 4 und der Feuchtigkeitssensor 5 als separate
 20 Sensoren ausgebildet und befinden sich in der Luftabfuhrvorrichtung 3. Anstelle von zwei separat ausgebildeten Sensoren könnte allerdings ebenso gut ein kombinierter Temperatur-Feuchtigkeitssensor verwendet werden. Der zweite Temperatursensor 7 befindet sich in der Luftzufuhrvorrichtung 2. Sowohl der erste Temperatursensor 4, der Feuchtigkeitssensor 5 sowie der zweite Temperatursensor 7 sind mit der Steuervorrichtung 6 verbunden und dazu ausgebildet, der Steuervorrichtung 6 ihre jeweiligen Messwerte zu übermitteln. Insbesondere ist dabei der erste Temperatursensor 4 zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals S_TEMP_A ausgebildet, wobei eine Temperatur der Abluft TA aus dem ersten Temperatursensorsignal S_TEMP_A ermittelbar ist, und der Feuchtigkeitssensor 5 ist zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals S_FEUCHT ausgebildet, wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft FA aus dem Feuchtigkeitssensorsignal S_FEUCHT ermittelbar ist. Das erste Temperatursensorsignal S_TEMP_A und das Feuchtigkeitssensorsignal S_FEUCHT werden alsdann der Steuervorrichtung 6 übermittelt. Die Steuervorrichtung 6 ist zur
 25 Durchführung von mindestens einem Trocknungsvorgang ausgebildet. Der Trocknungsvorgang ist im vorliegenden Beispiel durch einen Trocknungsgrad der zu trocknenden Wäsche definiert. Dazu sind in der Steuervorrichtung ein oder mehrere Soll-Signale S_SOLL gespeichert, welche einem oder mehreren Trocknungsgrade entsprechen. Weiter verfügt die Steuervorrichtung über einen Prozessor (nicht dargestellt) und ein Computerprogrammprodukt (nicht dargestellt) umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts durch den Prozessor ein Trocknungsverfahren veranlassen.
 30

[0046] Das Trocknungsverfahren umfasst die Schritte von i) Erfassen des ersten Temperatursensorsignals S_TEMP_A mit dem ersten Temperatursensor 4, ii) Erfassen des Feuchtigkeitssensorsignals S_FEUCHT mit dem Feuchtigkeitssensor 5, iii) Ermitteln des Ist-Signals S_IST basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal S_TEMP_A und dem Feuchtigkeitssensorsignal S_FEUCHT mit der Steuervorrichtung 6, und iv) Vergleichen des ermittelten Ist-Signals S_IST mit dem Soll-Signal S_SOLL. Die Reihenfolge der Schritte i) und ii) kann auch umgekehrt sein, das heisst zunächst können das Feuchtigkeitssensorsignals S_FEUCHT mit dem Feuchtigkeitssensor 5 und alsdann das erste Temperatursensorsignals S_TEMP_A mit dem ersten Temperatursensor 4 erfasst werden, oder aber die Schritte i) und ii) können gleichzeitig erfolgen. Weiter ist es so, dass die Schritte i) bis iv) mehrmals durchgeführt werden. Das heisst, das Ist-Signal wird vorzugsweise in regelmässigen Zeitabständen fortlaufend ermittelt und mit dem in der Steuervorrichtung 6
 35 gespeicherten Soll-Signal verglichen. Diese Phase kann als Regelphase PR bezeichnet werden, welche vorzugsweise dann beendet wird, wenn das Ist-Signal S_IST im Wesentlichen dem Soll-Signal S_SOLL entspricht.

[0047] Das Ist-Signal S_IST basiert sowohl auf dem ersten Temperatursensorsignal S_TEMP_A als auch auf dem Feuchtigkeitssensorsignal S_FEUCHT. So haben die Erfinder herausgefunden, dass durch eine entsprechende Kombination der physikalischen Grössen relative Feuchte der Abluft und Temperatur der Abluft ein gegenüber Störeinflüssen weitgehend unempfindliches Ist-Signal generiert werden kann. In einer ersten Ausführungsform wurde in der Regelphase PR von der Steuervorrichtung 6 ein Ist-Signal S_IST berechnet, welches auf einer linearen Kombination des ersten Temperatursensorsignals S_TEMP_A und des Feuchtigkeitssensorsignals S_FEUCHT basiert.
 40

[0048] Weiter sind jeweils ein oder mehrere Feuchtigkeitsparameter a, ein oder mehrere erste Temperaturparameter b, und ein oder mehrere erste Korrekturparameter c in der Steuervorrichtung 6 gespeichert. Diese Parameter werden zusammen mit den vom ersten Temperatursensor 4 und dem Feuchtigkeitssensor 5 gemessene erste Temperatursensorsignal S_TEMP_A bzw. S_FEUCHT zur Berechnung des Ist-Signals verwendet, wobei der oder die Feuchtigkeitsparameter a das vom Feuchtigkeitssensor 5 gemessene Feuchtigkeitssensorsignal S_FEUCHT und der oder die ersten Temperaturparameter b das vom ersten Temperatursensor 4 gemessene Temperatursensorsignal S_TEMP_A skalie-
 45

ren, und wobei der oder die ersten Korrekturparameter c als konstanter Offsetwert mitberücksichtigt werden, um das Ist-Signal S_{IST} auf den von der Steuervorrichtung 6 vorgegebenen Bereich zu skalieren.

[0049] Wie früher bereits erwähnt, können verschiedene Werte für den Feuchtigkeitsparameter a, den ersten Temperaturparameter b, und den ersten Korrekturparameter c in der Steuervorrichtung 6 gespeichert sein, wobei die Steuervorrichtung 6 jeweils einen bestimmten Wert für einen bestimmten, vom Benutzer gewählten Trocknungsvorgang zur Berechnung des Ist-Signals verwendet. Zur Veranschaulichung wird in Figur 2 der Verlauf des digitalisierten Ist-Signals als Funktion der Restfeuchte der zu trocknenden Wäsche für verschiedene Beladungsmengen der zu trocknenden Wäsche dargestellt. Das digitalisierte Ist-Signal wurde dabei laufend mittels der Formel $S_{Ist} = a \cdot S_{FEUCHT} + b \cdot S_{TEMP_A} + c$ berechnet, wobei $a = -1$, $b = 0.6$, und $c = 57$ sind, was hier einem Trocknungsvorgang von Baumwolle entspricht. Die Beladungsmengen entsprechen dabei einer Beladung mit dem Nenngewicht zu 25 % (gestrichelten Linie), zu 50 % (Strich-Punkt-Linie) sowie zu 100 % (durchgezogene Linie). Wie gut aus der in Figur 2 gezeigten Grafik hervorgeht, beschreibt das Ist-Signal dabei ab einer Restfeuchte von weniger als etwa 50 % eine sich im Wesentlichen stetig ändernde sowie monoton ansteigende Funktion. Im Wesentlichen stetig bzw. monoton heisst hier, dass bei einer hinreichend kleinen Änderung auf der X-Achse Sprünge zwischen den einzelnen Funktionswerten bestehen. Diese gehen auf die diskrete Signalberechnung sowie allfällige äussere Einflüsse zurück. Im Zuge der Entwicklung wurden verschiedene Störeinflüsse auf die Genauigkeit der Regelung festgestellt und untersucht. Wie aus der in Figur 2 gezeigten Grafik hervorgeht, führen beispielsweise die unterschiedlichen Beladungsmengen zu ausgeprägten Unterschieden im Signalverlauf des Ist-Signals. Weiter sind deutliche Signalunterschiede für die Restfeuchten von etwa 50 % und höher auszumachen. Dies geht darauf zurück, dass ein Wäschetrockner in der Praxis laufend betrieben wird und sich die Starttemperaturen dabei ändern, was einen Einfluss auf die Restfeuchtemessung und -regelung bei hohen Restfeuchten hat.

[0050] Es wurde erkannt, dass diese ungewollten Effekte durch die Verwendung von geeigneten Zeitmodulen weitgehend kompensiert werden können. Diese Zeitmodule sind in der Phase mit geregelterm Betrieb nach Signal, also der Regelphase PR, vor- und nachgeschaltet. Wie früher bereits erwähnt kann nämlich die Regelphase PR des Trocknungsverfahrens noch weitere Phasen umfassen. Beispielsweise kann der zeitliche Verlauf des Trocknungsvorgangs eine Gleichgewichtsphase PG, eine Vorphase PV, eine Nachphase PN und eine Abkühlphase PA umfassen. Diese unterschiedlichen Phasen werden anhand eines theoretischen Signals in Figur 3 erörtert. Dieses theoretische Signal zeigt den zu erwartenden Temperaturverlauf der Abluft als Funktion der Zeit in einem erfindungsgemässen Trocknungsverfahren.

[0051] Zeitlich gesehen beginnt das Trocknungsverfahren mit der Gleichgewichtsphase PG, wobei das Gebläse 9 in Betrieb und das Heizelement 8 ausser Betrieb sind. Durch diese Gleichgewichtsphase PG kann eine Diskrepanz zwischen dem Ist-Signal und dem Soll-Signal bei hohen Restfeuchten abgeschwächt werden. Dadurch kann das Signal beim Start des Trocknungsprozesses, also vor der Regelphase PR, auf einem nutzbaren Niveau stabilisiert werden. Zeitlich anschliessend an die Gleichgewichtsphase PG ist die Vorphase PV, während welcher das Heizelement 8 und das Gebläse 9 in Betrieb sind. Die Vorphase PV wird gefolgt von der vorhin beschriebenen Regelphase PR, während welcher ein IstWert fortlaufend mit dem Soll-Wert verglichen wird. Im Anschluss an die Regelphase PR folgt die Nachphase PN, wobei das Heizelement 8 und das Gebläse 9 in Betrieb sind. Die letzte Phase wird durch die Abkühlphase PA gebildet, welche zeitlich auf die Nachphase PN folgt, und während welcher das Heizelement 8 ausser Betrieb und das Gebläse 9 in Betrieb sind.

[0052] In manchen Wäschereien herrschen deutlich höhere Temperaturen und Feuchten als im Labor. Da die Parameter für Trocknungsprogramme unter Laborbedingungen ermittelt werden, können sich in der Praxis Abweichungen ergeben. Es hat sich gezeigt, dass diese Abweichungen zwischen den Praxisbedingungen und den Laborbedingungen einem im Wesentlichen konstanten Offsetwert über den gesamten Restfeuchtebereich entsprechen. Um diesen Effekt zu kompensieren, wird während der Gleichgewichtsphase PG die Temperatur am Trommeleintritt überwacht. Diese Temperaturüberwachung erfolgt hier mittels des zweiten Temperatursensors 7, welche die Temperatur der Zuluft ermittelt und dies in Form eines zweiten Temperatursensorsignals S_{TEMP_Z} an die Steuervorrichtung 6 überträgt. Konkret erfasst der zweite Temperatursensor 7 dabei ein zweites Temperatursensorsignal S_{TEMP_Z} zu einem Anfangszeitpunkt t_a , sowie zu mindestens einem weiteren, gegenüber dem Anfangszeitpunkt t_a späteren Endzeitpunkt t_e . Die Steuervorrichtung 6 ermittelt alsdann einen zweiten Korrekturterm dS basierend auf dem zweiten Temperatursensorsignal S_{TEMP_Z} zum Anfangszeitpunkt t_a und dem zweiten Temperatursensorsignal S_{TEMP_Z} zum Endzeitpunkt t_e , und berücksichtigt diesen zweiten Korrekturterm bei der Ermittlung des Ist-Signals S_{IST} .

[0053] Weiter sind in der Steuervorrichtung 6 ein dritter Korrekturparameter g basierend auf dem soeben beschriebenen Offsetwert des Ist-Signals S_{IST} bei einer gegenüber einer Standardumgebungstemperatur unter Laborbedingungen erhöhten tatsächlichen Umgebungstemperatur unter Praxisbedingungen, ein vierter Korrekturparameter h basierend einer thermischen Trägheit der Trocknungsvorrichtung 1 im Bereich der Luftzufuhrvorrichtung 2, sowie ein fünfter Korrekturparameter UT, welcher auf der Standardumgebungstemperatur oder Labortemperatur basiert, gespeichert. Der zweite Korrekturterm dS basiert weiter auf dem dritten Korrekturparameter g, auf dem vierten Korrekturparameter h, und auf dem fünften Korrekturparameter UT.

[0054] Das heisst also, um die oben erwähnten Einflüsse bei der Berechnung des Ist-Signals zu berücksichtigen, wird dieses wie folgt von der Steuervorrichtung 6 berechnet:

$$S_IST = a \cdot S_FEUCHT + b \cdot S_TEMP_A + c + dS,$$

wobei

$$dS = g / 10 \cdot [S_TEMP_Z_ta - h \cdot (S_TEMP_Z_ta - S_TEMP_Z_te) - UT].$$

[0055] In Figur 4 wird die Ermittlung dieses Ist-Signals S_IST und der Vergleich des Ist-Signals mit dem Soll-Signal S_SOLL mittels eines Blockschaltbilds veranschaulicht. Das heisst, in der Steuervorrichtung 6 sind verschiedene Werte für die Parameter Feuchtigkeitsparameter a , erster Temperaturparameter b , erster Korrekturparameter c , dritter Korrekturparameter g , vierter Korrekturparameter h , und fünfter Korrekturparameter UT gespeichert, wobei diese Parameter gemäss obigen Zusammenhängen fortlaufend mit den der Steuervorrichtung 6 zugeführten Sensormesswerten S_FEUCHT , also das Feuchtigkeitssensorsignal, S_TEMP_A , also das erste Temperatursensorsignal, $S_TEMP_Z_ta$, also das zweite Temperatursensorsignal zu einem Anfangszeitpunkt, $S_TEMP_Z_te$, also das zweite Temperatursensorsignal zu einem Endzeitpunkt, verrechnet werden.

[0056] Die dadurch erreichte Kompensation wird mittels der in Figur 5 gezeigten Grafik verdeutlicht. So wird darin der zeitliche Verlauf des Ist-Signals als Funktion der Restfeuchte der Wäsche für jeweils eine Beladungsmenge von 100 % gezeigt, wobei eine Ermittlung des Ist-Signals für eine Umgebungstemperatur von 23 °C (durchgezogene Linie) sowie für eine Umgebungstemperatur von 25 °C (gestrichelte Linie) erfolgte.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Trocknungsvorrichtung	b	Temperaturparameter
2	Luftzuführvorrichtung	c	erster Korrekturparameter
3	Luftabführvorrichtung	dS	zweiter Korrekturterm
4	Temperatursensor	9	dritter Korrekturparameter
5	Feuchtigkeitssensor	h	vierter Korrekturparameter
6	Steuervorrichtung	UT	fünfter Korrekturparameter
7	Temperatursensor	PG	Gleichgewichtsphase
8	Heizelement	PV	Vorphase
9	Gebläse	PN	Nachphase
10	Trommel	PA	Abkühlphase
11	Gehäuse	PR	Regelphase
S_SOLL	Soll-Signal	ta	Anfangszeitpunkt
S_IST	Ist-Signal	te	Endzeitpunkt
S_FEUCHT	Feuchtigkeitssensorsignal	FA	relative Luftfeuchtigkeit
S_TEMP_A	Temperatursensorsignal		der Abluft
S_TEMP_Z	Temperatursensorsignal	TA	Temperatur der Abluft
a	Feuchtigkeitsparameter		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung (1) für Wäsche, wobei die Trocknungsvorrichtung (1) umfasst:

- eine Luftzuführvorrichtung (2) zum Zuführen von Zuluft in die Trocknungsvorrichtung (1);
- eine Luftabführvorrichtung (3) zum Abführen von Abluft aus der Trocknungsvorrichtung (1);
- eine Steuervorrichtung (6) zur Durchführung von mindestens einem Trocknungsvorgang, wobei mindestens ein Soll-Signal (S_SOLL) in der Steuervorrichtung (6) gespeichert ist, welches einem von einem Benutzer wählbaren Trocknungsvorgang zuordbar ist, und wobei die Steuervorrichtung (6) dazu ausgebildet ist, während dem Trocknungsvorgang ein Ist-Signal (S_IST) des Trocknungsvorganges zu ermitteln und das Soll-Signal (S_SOLL) mit dem Ist-Signal (S_IST) zu vergleichen; und

- i) mindestens einen ersten Temperatursensor (4) zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A), wobei eine Temperatur der Abluft (TA) aus dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) ermittelbar ist, sowie
 5 mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft (FA) aus dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) ermittelbar ist, oder
 ii) mindestens einen Temperatur-Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) und eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), wobei eine Temperatur der Abluft (TA) aus dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) ermittelbar ist und wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft (FA) aus dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) ermittelbar ist;

wobei das Verfahren die Schritte umfasst von:

- Erfassen des ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) mit dem ersten Temperatursensor (4) oder mit dem Temperatur-Feuchtigkeitssensor;
 - Erfassen des Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT) mit dem Feuchtigkeitssensor (5) oder mit dem Temperatur-Feuchtigkeitssensor;
 - Ermitteln des Ist-Signals (S_IST) basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) und dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) mit der Steuervorrichtung (6), und
 - Vergleichen des ermittelten Ist-Signals (S_IST) mit dem Soll-Signal (S_SOLL).
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, wobei das Ist-Signal (S_IST) auf einer linearen Kombination des ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) und des Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT) basiert.
 3. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich das Ist-Signal (S_IST) linear mit dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) verändert, und/oder wobei sich das Ist-Signal (S_IST) linear mit dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) verändert.
 4. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ist-Signal (S_IST) als Funktion vom Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) und/oder vom ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) berechnet wird, und wobei diese Funktion im Wesentlichen eine stetige und/oder monotone Funktion ist.
 5. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei weiter mindestens ein Feuchtigkeitsparameter (a) und mindestens ein erster Temperaturparameter (b) in der Steuervorrichtung (6) gespeichert sind, wobei der Feuchtigkeitsparameter (a) das Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) und der erste Temperaturparameter (b) das erste Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) jeweils derart skalieren, dass das Ist-Signal (S_IST) basierend auf dem skalierten Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) und dem skalierten ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) eine sich im Wesentlichen stetig ändernde Funktion beschreibt.
 6. Verfahren gemäss Anspruch 5, wobei das Ist-Signal (S_IST) weiter auf mindestens einem ersten Korrekturparameter (c) basiert, so dass das Ist-Signal (S_IST) basierend auf dem mit dem Feuchtigkeitsparameter (a) skalierten Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT), dem mit dem ersten Temperaturparameter (b) skalierten ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A), und dem ersten Korrekturparameter (c) eine sich im Wesentlichen stetig ändernde Funktion beschreibt.
 7. Verfahren gemäss Anspruch 6, wobei der Feuchtigkeitsparameter (a) negativ ist und ein Verhältnis des Feuchtigkeitsparameters (a), des ersten Temperaturparameters (b) und des ersten Korrekturparameters (c) zueinander derart ist, dass der erste Temperaturparameter (b) im Bereich des 0.05 bis 1.5-fachen, vorzugsweise im Bereich des 0.1 bis 1-fachen, insbesondere bevorzugt im Bereich des 0.2 bis 0.8-fachen Betrages vom Feuchtigkeitsparameter (a) liegt, und der erste Korrekturparameter (c) mehr als einem 10-fachen, vorzugsweise mehr als einem 50-fachen, insbesondere bevorzugt einem 100-fachen des Betrages vom Feuchtigkeitsparameter (a) entspricht.
 8. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Trocknungsvorrichtung (1) mindestens einen zweiten Temperatursensor (7) zur Erfassung eines zweiten Temperatursensorsignals (S_TEMP_Z) umfasst, wobei eine Temperatur der Zuluft aus dem zweiten Temperatursensorsignal (S_TEMP_Z) ermittelbar ist, und wobei das Verfahren weiter die Schritte umfasst von:

- Erfassen des zweiten Temperatursensorsignals (S_TEMP_Z) mit dem zweiten Temperatursensor (7) zu einem

Anfangszeitpunkt (ta) und Erfassen des zweiten Temperatursensorsignals (S_TEMP_Z) mit dem zweiten Temperatursensor (7) zu mindestens einem gegenüber dem Anfangszeitpunkt (ta) späteren Endzeitpunkt (te), und
 - Ermitteln eines zweiten Korrekturterms (dS) basierend auf dem zweiten Temperatursensorsignal (S_TEMP_Z) zum Anfangszeitpunkt (ta) und dem zweiten Temperatursensorsignal (S_TEMP_Z) zum Endzeitpunkt (te) mit
 5 der Steuervorrichtung (6), wobei das Ist-Signal (S_IST) ebenfalls auf dem zweiten Korrekturterm (dS) basiert.

9. Verfahren gemäss Anspruch 8, wobei in der Steuervorrichtung (6) weiter mindestens ein dritter Korrekturparameter (g) basierend auf einem Offsetwert des Ist-Signals (S_IST) bei einer gegenüber einer Standardumgebungstemperatur erhöhten tatsächlichen Umgebungstemperatur gespeichert ist, und wobei der zweite Korrekturterm (dS) weiter
 10 auf dem dritten Korrekturparameter (g) basiert, und/oder
 wobei in der Steuervorrichtung (6) weiter mindestens ein vierter Korrekturparameter (h) basierend einer thermischen Trägheit der Trocknungsvorrichtung (1) im Bereich der Luftzuführvorrichtung (2) gespeichert ist, und wobei der zweite Korrekturterm (dS) weiter auf dem vierten Korrekturparameter (h) basiert, und/oder
 15 wobei in der Steuervorrichtung (6) weiter mindestens ein fünfter Korrekturparameter (UT) gespeichert ist, welcher auf der Standardumgebungstemperatur basiert, und wobei der zweite Korrekturterm (dS) weiter auf dem fünften Korrekturparameter (UT) basiert.

10. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung über ein Heizelement (8) zum Erhitzen der Zuluft und ein Gebläse (9) für die Abluft verfügt, und wobei ein zeitlicher Verlauf des Trocknungsvorgangs
 20 eine Gleichgewichtsphase (PG) und/oder eine Vorphase (PV) und/oder eine Nachphase (PN) und/oder eine Abkühlphase (PA) umfasst,
 wobei in der Gleichgewichtsphase (PG) das Gebläse (9) in Betrieb und das Heizelement (8) ausser Betrieb sind, wobei in der Vorphase (PV) das Heizelement (8) und das Gebläse (9) in Betrieb sind,
 wobei in der Nachphase (PN) das Heizelement (8) und das Gebläse (9) in Betrieb sind,
 25 wobei in der Abkühlphase (PA) das Heizelement (8) ausser Betrieb und das Gebläse (9) in Betrieb sind, und wobei eine Regelphase (PR), während welcher das Ist-Signal (S_IST) ermittelt und mit dem Soll-Signal (S_SOLL) verglichen wird, vorzugsweise zwischen der Vorphase (PV) und der Nachphase (PN) erfolgt.

11. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Regelphase (PR) beendet wird, wenn das Ist-Signal (S_IST) im Wesentlichen dem Soll-Signal (S_SOLL) entspricht, oder wenn das Ist-Signal (S_IST) das Soll-Signal (S_SOLL) überschreitet, oder wenn das Ist-Signal (S_IST) das Soll-Signal (S_SOLL) unterschreitet.
 30

12. Trocknungsvorrichtung (1) für Wäsche umfassend:

35 - eine Luftzuführvorrichtung (2) zum Zuführen von Zuluft in die Trocknungsvorrichtung (1);
 - eine Luftabführvorrichtung (3) zum Abführen von Abluft aus der Trocknungsvorrichtung (1);
 - eine Steuervorrichtung (6) zur Durchführung von mindestens einem Trocknungsvorgang, wobei mindestens ein Soll-Signal (S_SOLL) in der Steuervorrichtung (6) gespeichert ist, welches einem von einem Benutzer wählbaren Trocknungsvorgang zuordbar ist; und
 40

i) mindestens einen ersten Temperatursensor (4) zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A), wobei eine Temperatur der Abluft aus dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) ermittelbar ist, sowie

mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) zur Erfassung eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft aus dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) ermittelbar ist, oder
 45

ii) mindestens einen Temperatur-Feuchtigkeitssensor zur Erfassung eines ersten Temperatursensorsignals (S_TEMP_A) und eines Feuchtigkeitssensorsignals (S_FEUCHT), wobei eine Temperatur der Abluft (TA) aus dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) ermittelbar ist und wobei eine relative Luftfeuchtigkeit der Abluft (FA) aus dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) ermittelbar ist;
 50

dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (6) dazu ausgebildet ist, das Ist-Signal (S_IST) basierend auf dem ersten Temperatursensorsignal (S_TEMP_A) und dem Feuchtigkeitssensorsignal (S_FEUCHT) zu ermitteln und das Ist-Signal (S_IST) mit dem Soll-Signal (S_SOLL) zu vergleichen.

13. Trocknungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 12, wobei i) der erste Temperatursensor (4) und/oder der Feuchtigkeitssensor (5) beziehungsweise ii) der Temperatur-Feuchtigkeitssensor in der Luftabführvorrichtung (3) angeordnet sind.
 55

14. Trocknungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 12 oder 13, weiter umfassend mindestens einen zweiten Temperatursensor (7) zur Erfassung eines zweiten Temperatursensorsignals (S_TEMP_Z), wobei der zweite Temperatursensor (7) in der Luftzufuhrvorrichtung (2) angeordnet ist.

5 **15.** Computerprogrammprodukt für eine Trocknungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 12 bis 14 umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts durch einen Prozessor das Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11 veranlassen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

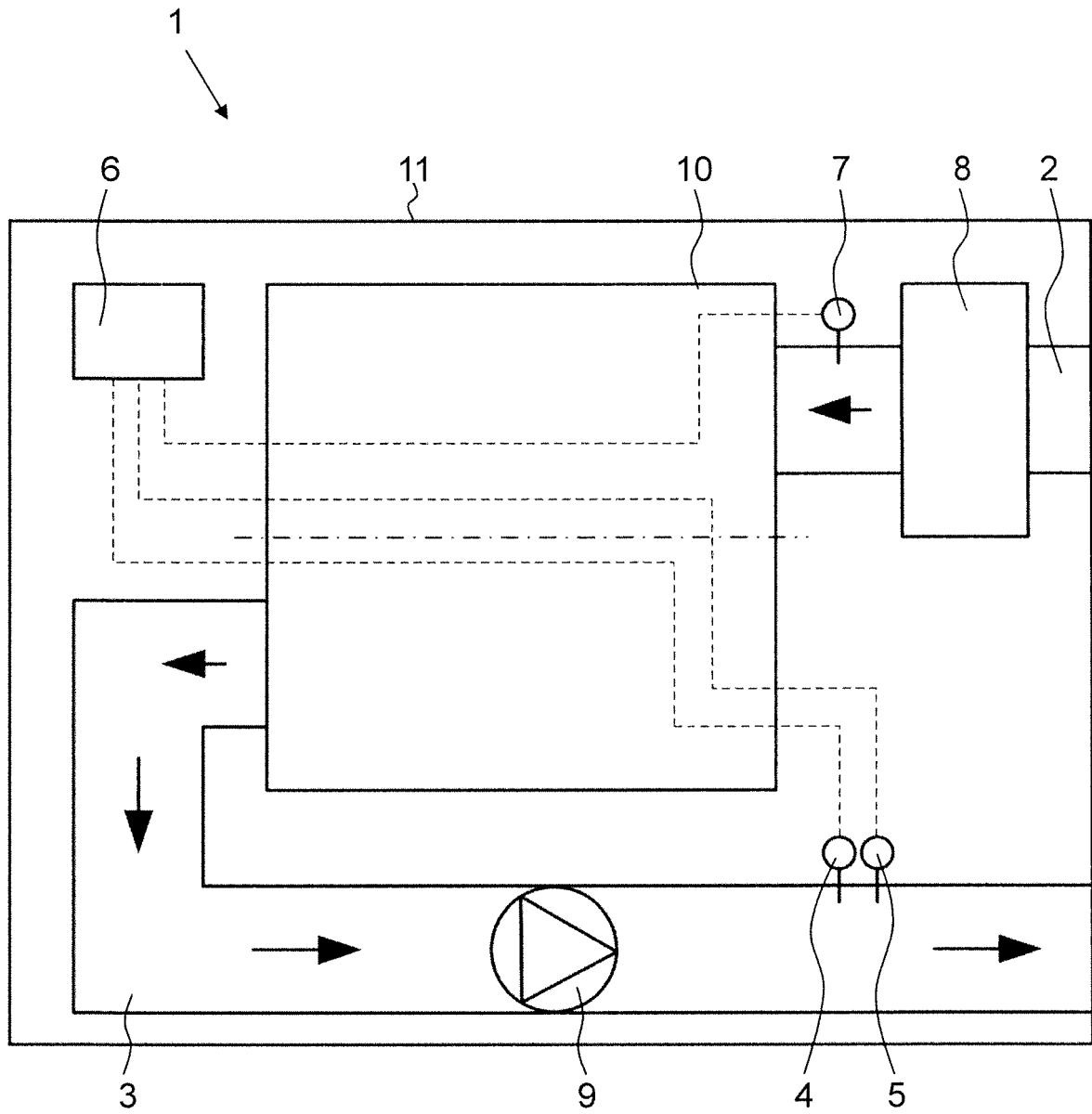


FIG. 1

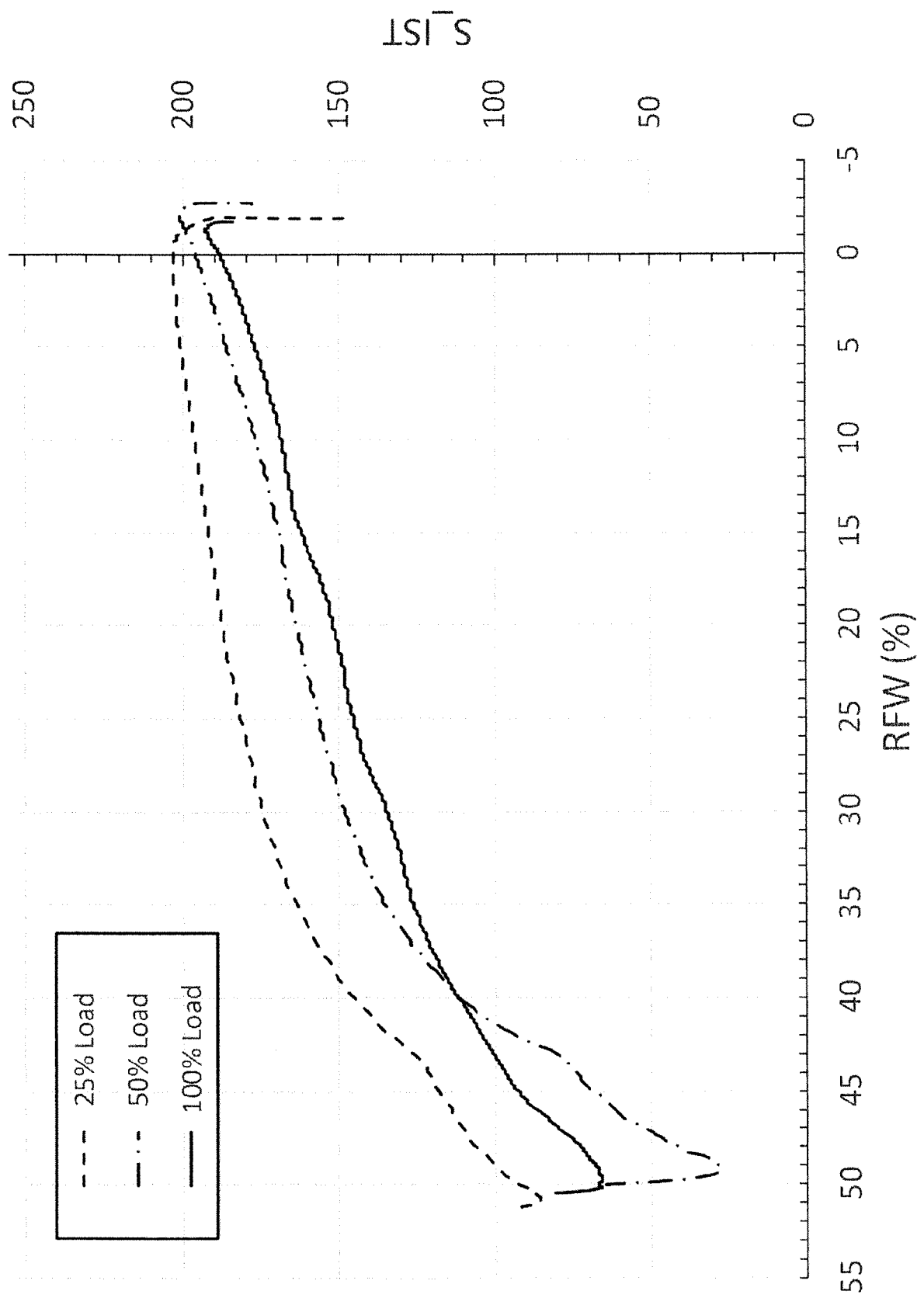


FIG. 2

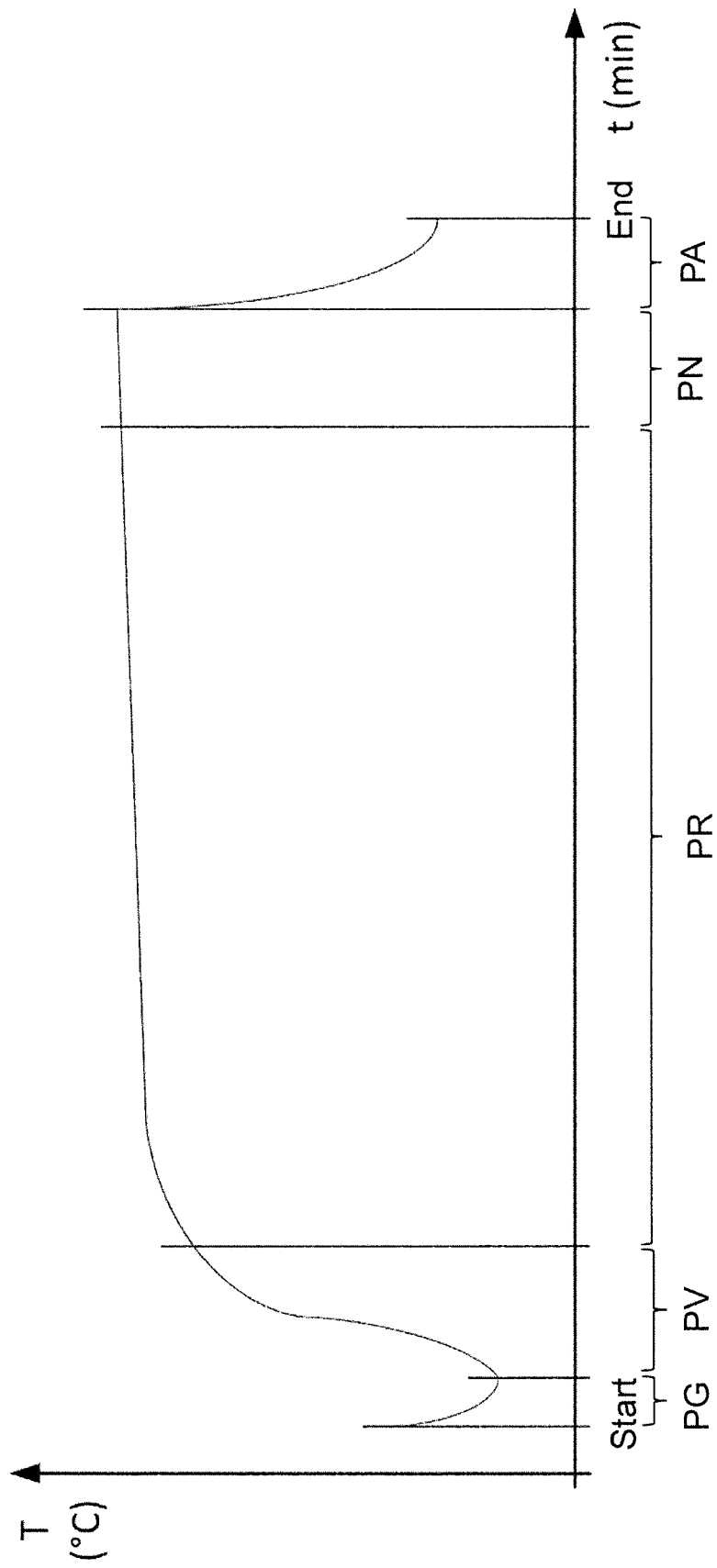


FIG. 3

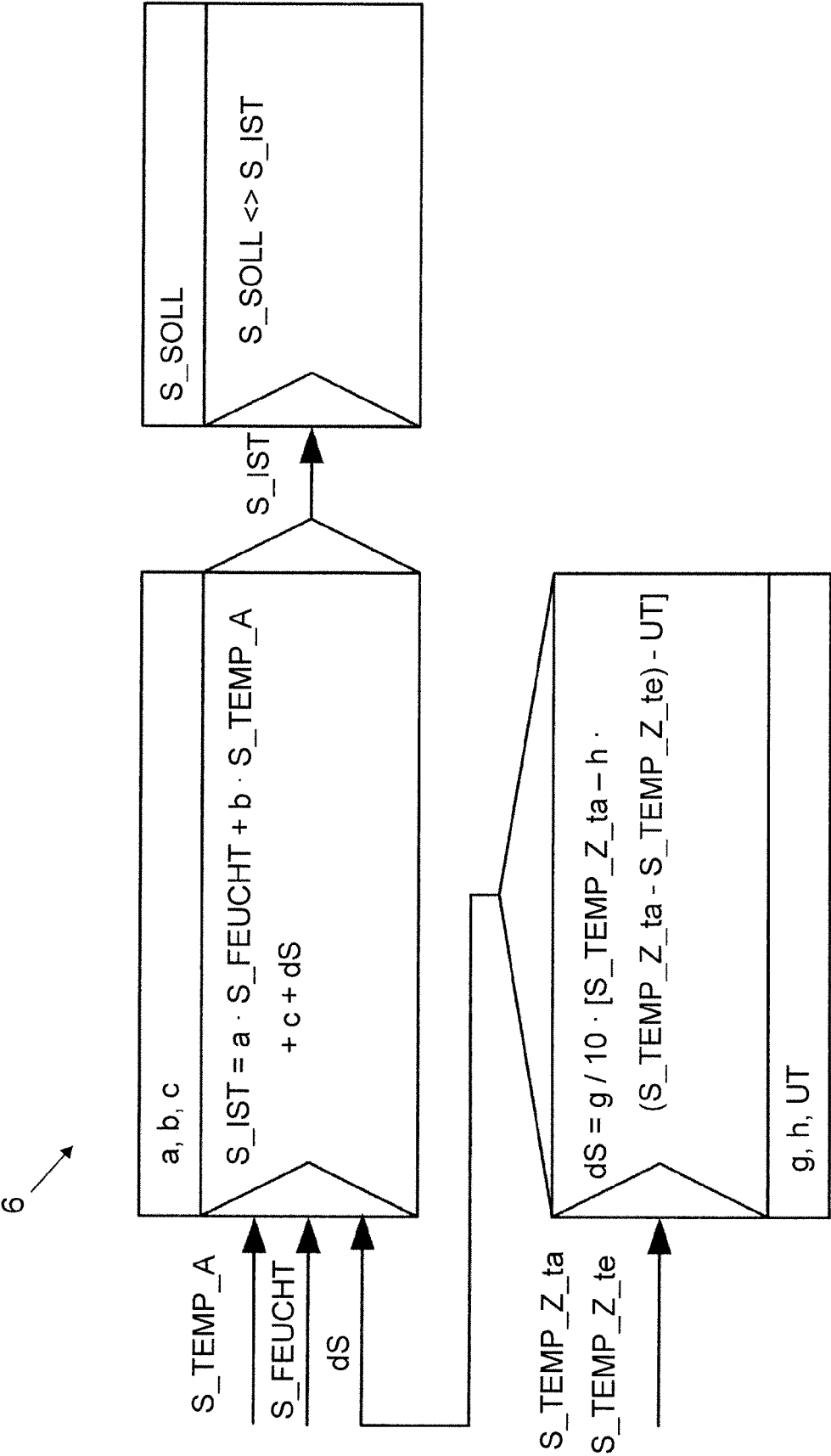


FIG. 4

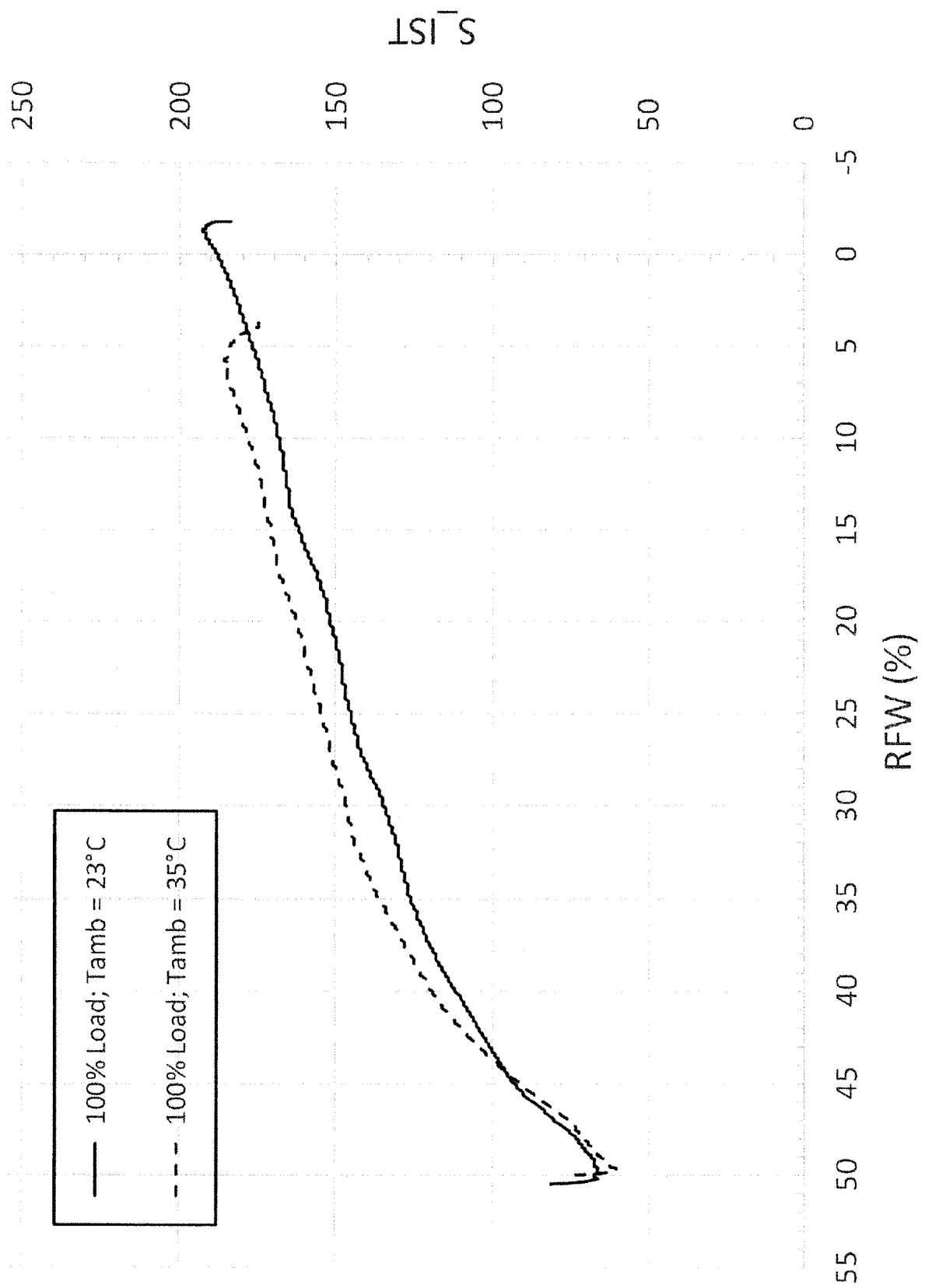


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 15 1396

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2019/338458 A1 (PRAJESCU IONELIA SILVIA [US] ET AL) 7. November 2019 (2019-11-07)	1-7, 10-15	INV. D06F58/38
A	* Absatz [0029] - Absatz [0043] * * Absatz [0046] - Absatz [0051] * * Abbildungen 1-7 *	8,9	ADD. D06F101/16 D06F103/32 D06F103/34 D06F105/62
A	EP 3 346 050 A1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 11. Juli 2018 (2018-07-11) * Abbildung 1 * * Absatz [0009] - Absatz [0019] *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D06F
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Juni 2020	Prüfer Bermejo, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 15 1396

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.

16-06-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2019338458 A1	07-11-2019	KEINE	
	EP 3346050 A1	11-07-2018	DE 102017200177 A1	12-07-2018
15			EP 3346050 A1	11-07-2018
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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