



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 367 346 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2003 Patentblatt 2003/49

(51) Int Cl.7: **F25D 21/06, F25B 47/02**

(21) Anmeldenummer: **03010509.2**

(22) Anmeldetag: **09.05.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Krieger, Thomas**
64560 Riedstadt (DE)

(74) Vertreter: **Zahn, Christoph et al**
LINDE AKTIENGESELLSCHAFT,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(30) Priorität: **28.05.2002 DE 10223716**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
65189 Wiesbaden (DE)

(54) **Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines Verdampfers**

(57) Es wird ein Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers, insbesondere eines Kühlmöbel-Verdampfers, bei dem die Temperaturen der Verdampfer-Rückluft (T_{RL}) und der Verdampfer-Zuluft (T_{ZL}) sowie die Verdampfungstemperatur erfasst werden, beschrieben.

Erfindungsgemäß wird bzw. werden

- a) die relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft erfasst,
- b) die relative Feuchte (ϕ_{ZL}) der Verdampfer-Zuluft mit 1 angenommen, da diese nach dem Durchgang durch den Verdampfer im gesättigten Zustand vorliegt,
- c) der Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers ermittelt,
- d) mittels der Zustandsgleichung für feuchte Luft die Wasserbeladung am Verdampferein- (x_{RL}) und -austritt (x_{ZL}) bestimmt und die am Verdampfer an-

gelagerte Wassermenge ($\Delta x = x_{RL} - x_{ZL}$) ermittelt,
e) mittels der Gleichung $m_W = \rho_L \cdot V_L \cdot \Delta x \cdot \Delta t$ für ein Zeitintervall (Δt) die am Verdampfer angelagerte Wassermasse ermittelt, wobei der Parameter ρ_L für die Dichte der Luft steht,
f) zwischen zwei Abtauprozessen die derart ermittelten Wassermassenwerte (m_W) aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen, und
g) bei Erreichen des Wassermassen-Sollwertes ein Abtauprozess eingeleitet.

EP 1 367 346 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers, insbesondere eines Kühlmöbel-Verdampfers, bei dem die Temperaturen der Verdampfer-Rückluft (T_{RL}) und der Verdampfer-Zuluft (T_{ZL}) sowie die Verdampfungstemperatur erfasst werden.

[0002] Bisher wird ein Abtauprozess bei Verdampfern von Kühlmöbeln in der Regel in fest vorgegebenen Intervallen - beispielsweise zwei mal pro Tag - durchgeführt. Dazu werden mittels einer Abtauuhr feste Abtauzeiten - z. B. 6.00 und 18.00 Uhr - festgelegt. Zu diesen Zeiten wird dann ein Abtauprozess eingeleitet, der erst dann beendet wird, wenn ein an dem abzutauenden Verdampfer angeordneter Temperaturfühler einen vorgegebenen Sollwert erreicht hat.

[0003] Bei einem sog. Bedarfsabtauprozess wird die für den Abtauprozess tatsächlich benötigte Abtaudauer - also das Zeitintervall zwischen Abtaubeginn und -ende - von der Abtausteuering ermittelt und gespeichert. Anhand dieser gespeicherten Abtaudauer wird anschließend festgelegt, ob aufgrund eines geringen Reifaufbaus am Verdampfer der nächste bzw. die nächsten regulären, fest vorgegebenen Abtauprozesse übersprungen werden können.

[0004] Nachteilig bei dieser Verfahrensweise ist jedoch, dass auf Basis des letzten Abtauprozesses Vorhersagen über zukünftige Abtauprozesse getroffen werden. Alle aktuellen Belastungsänderungen des abzutauenden Verdampfers können somit nicht berücksichtigt werden.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers anzugeben, das den vorbeschriebenen Nachteil vermeidet.

[0006] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass

a) die relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft erfasst wird,

b) die relative Feuchte (ϕ_{ZL}) der Verdampfer-Zuluft mit 1 angenommen wird, da diese nach dem Durchgang durch den Verdampfer im gesättigten Zustand vorliegt,

c) der Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers ermittelt wird,

d) mittels der Zustandsgleichung für feuchte Luft die Wasserbeladung am Verdampferein- (x_{RL}) und -austritt (x_{ZL}) bestimmt und die am Verdampfer angelagerte Wassermenge ($\Delta x = x_{RL} - x_{ZL}$) ermittelt wird,

e) mittels der Gleichung $m_w = \rho_L \cdot V_L \cdot \Delta x \cdot \Delta t$ für

ein Zeitintervall (Δt) die am Verdampfer angelagerte Wassermasse ermittelt wird, wobei der Parameter ρ_L für die Dichte der Luft steht,

f) zwischen zwei Abtauprozessen die derart ermittelten Wassermassenwerte (m_w) aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen werden, und

g) bei Erreichen des Wassermassen-Sollwertes ein Abtauprozess eingeleitet wird.

[0007] Eine dazu alternative Verfahrensweise zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers ist dadurch gekennzeichnet, dass

a) die relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft erfasst wird,

b) die relative Feuchte (ϕ_{ZL}) der Verdampfer-Zuluft mit 1 angenommen wird, da diese nach dem Durchgang durch den Verdampfer im gesättigten Zustand vorliegt,

c) der Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers ermittelt wird,

d) mittels der Zustandsgleichung für feuchte Luft die Wasserbeladung am Verdampferein- (x_{RL}) und -austritt (x_{ZL}) bestimmt und die am Verdampfer angelagerte Wassermenge ($\Delta x = x_{RL} - x_{ZL}$) ermittelt wird,

e) mittels der Gleichung $m_w = \rho_L \cdot V_L \cdot \Delta x \cdot \Delta t$ für ein Zeitintervall (Δt) die am Verdampfer angelagerte Wassermasse ermittelt wird, wobei der Parameter ρ_L für die Dichte der Luft steht,

f) zwischen zwei Abtauprozessen die derart ermittelten Wassermassenwerte (m_w) aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen werden,

g) bei Erreichen oder unmittelbar vor dem Erreichen eines einstellbaren Abtauprozess-Zeitpunktes ein Vergleich zwischen dem Wassermassen-Sollwert und dem aktuellen Wassermassenwert erfolgt,

h) mittels des aktuellen Wassermassenwertes und der durchschnittlichen Entfeuchtungsrate seit dem letzten Abtauprozess der voraussichtliche Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes ermittelt wird und

i) sofern der Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes nach dem eingestellten Abtauprozess-Zeitpunkt eintritt, der nächstfolgende Ab-

tauprozess übersprungen oder verzögert wird, während

j) sofern der Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes vor dem eingestellten Abtauprozess-Zeitpunkt eintritt, der nächstfolgende Abtauprozess eingeleitet wird.

[0008] Lediglich zur Klarstellung sei angemerkt, dass die Begriffe "Verdampfer-Rückluft" bzw. "Verdampfer-Zuluft" jeweils den Luftstrom bezeichnen, der in den Verdampfer eintritt bzw. aus dem Verdampfer austritt.

[0009] Die vorbeschriebenen beiden Alternativen sind nun hinsichtlich der Merkmale a) bis f) identisch. Erst dann folgt eine unterschiedliche Verfahrensführung, der zufolge bei der ersten Variante immer dann, wenn der vorgegebene Wassermassen-Sollwert erreicht wird, zwangsläufig ein Abtauprozess eingeleitet wird.

[0010] Im Falle der zweiten Alternative findet beim Erreichen oder unmittelbar vor dem Erreichen eines einstellbaren Abtauprozess-Zeitpunktes - also beispielsweise um 6.00 und 18.00 Uhr - ein Vergleich zwischen dem eingestellten Wassermassen-Sollwert und dem aktuellen Wassermassenwert statt. In Abhängigkeit davon, ob der eingestellte Wassermassen-Sollwert bereits erreicht ist oder nicht, wird dann entweder ein Abtauprozess zu dem festgelegten Abtauprozess-Zeitpunkt eingeleitet oder nicht.

[0011] Die für die Erfassung der vorgenannten Parameter erforderlichen Messgeräte bzw. -fühler sind dem Fachmann hinlänglich bekannt, so dass auf deren Funktionsweisen und Anordnung relativ zu dem Verdampfer im Folgenden nicht näher eingegangen wird.

[0012] Im Regelfall ist es ausreichend, dass - entsprechend einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens - der Parameter Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers lediglich einmal ermittelt wird, da dieser Parameter für die Kühlbetriebsphase als konstant angenommen werden kann. Die Begründung hierfür ist darin zu sehen, dass während einer stabilen Kühlphase der Umluftvolumenstrom nur geringfügig absinkt. Bei einem starken Absinken dieses Stromes liegt ein instabiler Betriebszustand vor, der aber wiederum durch ein rechtzeitiges Einleiten eines Abtauprozesses verhindert werden kann.

[0013] Die Luft tritt somit mit einer Temperatur T_{RL} und der relativen Feuchte ϕ_{RL} in den Verdampfer ein und verlässt diesen mit der Temperatur T_{ZL} in gesättigtem Zustand. Die relative Feuchte ϕ_{ZL} der Verdampfer-Zuluft ist daher mit 1 anzunehmen.

[0014] Gemäß Merkmal f) werden die zwischen zwei Abtauprozessen ermittelten Wassermassenwerte aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen. Unter dem Begriff "zwischen zwei Abtauprozessen" sei auch der Zeitraum zwischen einer (Wieder)Inbetriebnahme des Verdampfers bzw. des Kühlmöbels und dem ersten darauf folgenden Abtauprozess zu verstehen.

prozess zu verstehen.

[0015] Die zweite Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens kann nun dahingehend ausgestaltet werden, dass spätestens bei Erreichen des Wassermassen-Sollwertes ein Abtauprozess eingeleitet wird.

[0016] Mittels dieser Ausgestaltung wird sichergestellt, dass unabhängig davon, wie lange der Zeitraum bis zum nächstfolgenden Abtauprozess-Zeitpunkt noch dauert, immer dann zwangsläufig ein Abtauprozess eingeleitet wird, wenn der eingestellte Wassermassen-Sollwert erreicht ist. Dies kann beispielsweise dann erforderlich werden, wenn der Verdampfer einer außergewöhnlich großen Belastung ausgesetzt ist.

[0017] Vorzugsweise werden die vorgenannten Parameter relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft, Wasserbeladung am Verdampfereintritt (x_{RL}) und Wasserbeladung am Verdampferaustritt (x_{ZL}) im Wesentlichen kontinuierlich erfasst.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers ermöglicht nunmehr eine kontinuierliche Erfassung der realen Wasserbeladung am Verdampfer, was zur Folge hat, dass der jeweils optimale Zeitpunkt für einen tatsächlich erforderlichen Abtauprozess bestimmt werden kann. Daraus resultiert eine Optimierung des Energieverbrauchs des den oder die Verdampfer aufweisenden Kühlmöbels sowie eine Erhöhung der Betriebssicherheit, insbesondere eine Erhöhung der Temperatursicherheit für die in dem Kühlmöbel gelagerte Ware.

[0019] Es sei nochmals betont, dass das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers unabhängig von dem jeweiligen Verwendungszweck eines Verdampfers zur Anwendung kommen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers, insbesondere eines Kühlmöbel-Verdampfers, bei dem die Temperaturen der Verdampfer-Rückluft (T_{RL}) und der Verdampfer-Zuluft (T_{ZL}) sowie die Verdampfungstemperatur erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) die relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft erfasst wird,

b) die relative Feuchte (ϕ_{ZL}) der Verdampfer-Zuluft mit 1 angenommen wird, da diese nach dem Durchgang durch den Verdampfer im gesättigten Zustand vorliegt,

c) der Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers ermittelt wird,

d) mittels der Zustandsgleichung für feuchte Luft die Wasserbeladung am Verdampfereintritt (x_{RL}) und -austritt (x_{ZL}) bestimmt und die am Verdampfer angelagerte Wassermenge ($\Delta x = x_{RL} - x_{ZL}$) ermittelt wird,

5

e) mittels der Gleichung $m_w = \rho_L \cdot V_L \cdot \Delta x \cdot \Delta t$ für ein Zeitintervall (Δt) die am Verdampfer angelagerte Wassermasse ermittelt wird, wobei der Parameter ρ_L für die Dichte der Luft steht,

10

f) zwischen zwei Abtauprozessen die derart ermittelten Wassermassenwerte (m_w) aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen werden, und

15

g) bei Erreichen des Wassermassen-Sollwertes ein Abtauprozess eingeleitet wird.

2. Verfahren zum Steuern des Abtauprozesses eines bereiften und/oder vereisten Verdampfers, insbesondere eines Kühlmöbel-Verdampfers, bei dem die Temperaturen der Verdampfer-Rückluft (T_{RL}) und der Verdampfer-Zuluft (T_{ZL}) sowie die Verdampfungstemperatur erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

20

a) die relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft erfasst wird,

30

b) die relative Feuchte (ϕ_{ZL}) der Verdampfer-Zuluft mit 1 angenommen wird, da diese nach dem Durchgang durch den Verdampfer im gesättigten Zustand vorliegt,

35

c) der Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers ermittelt wird,

d) mittels der Zustandsgleichung für feuchte Luft die Wasserbeladung am Verdampfereintritt (x_{RL}) und -austritt (x_{ZL}) bestimmt und die am Verdampfer angelagerte Wassermenge ($\Delta x = x_{RL} - x_{ZL}$) ermittelt wird,

40

e) mittels der Gleichung $m_w = \rho_L \cdot V_L \cdot \Delta x \cdot \Delta t$ für ein Zeitintervall (Δt) die am Verdampfer angelagerte Wassermasse ermittelt wird, wobei der Parameter ρ_L für die Dichte der Luft steht,

45

f) zwischen zwei Abtauprozessen die derart ermittelten Wassermassenwerte (m_w) aufsummiert und mit einem einstellbaren Wassermassen-Sollwert verglichen werden,

50

g) bei Erreichen oder unmittelbar vor dem Erreichen eines einstellbaren Abtauprozess-Zeitpunktes ein Vergleich zwischen dem Wassermassen-Sollwert und dem aktuellen Wasser-

55

massenwert erfolgt,

h) mittels des aktuellen Wassermassenwertes und der durchschnittlichen Entfeuchtungsrate seit dem letzten Abtauprozess der voraussichtliche Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes ermittelt wird und

i) sofern der Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes nach dem eingestellten Abtauprozess-Zeitpunkt eintritt, der nächstfolgende Abtauprozess übersprungen oder verzögert wird, während

j) sofern der Zeitpunkt des Erreichens des Wassermassen-Sollwertes vor dem eingestellten Abtauprozess-Zeitpunkt eintritt, der nächstfolgende Abtauprozess eingeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Parameter relative Feuchte (ϕ_{RL}) der Verdampfer-Rückluft, Wasserbeladung am Verdampfereintritt (x_{RL}) und Wasserbeladung am Verdampferaustritt (x_{ZL}) im Wesentlichen kontinuierlich erfasst werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Parameter Umluftvolumenstrom (V_L) des Verdampfers lediglich einmal ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** spätestens bei Erreichen des Wassermassen-Sollwertes ein Abtauprozess eingeleitet wird.