



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.07.2024 Patentblatt 2024/29

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25D 21/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23216785.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25D 21/006; F25D 2500/04; F25D 2700/10

(22) Anmeldetag: **14.12.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **Rauscher, Matthias**
89075 Ulm (DE)
• **Eschner, Torsten**
89073 Ulm (DE)
• **Vogel, Michael**
87437 Kempten (DE)
• **Wohnberger, Sebastian**
89537 Giengen a.d. Brenz (DE)

(30) Priorität: **12.01.2023 DE 102023200198**

(54) **BESTIMMEN EINES ABTAUZEITPUNKTS EINES VERDAMPFERS EINES HAUSHALTS-KÄLTEGERÄTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (S1 - S6) zum Bestimmen eines Abtauzeitpunkts eines Verdampfers (5) eines Haushalts-Kältegeräts (1), bei dem eine erste Verdampfertemperatur (T_{v_calc}) mittels eines physikalischen Modells, das ohne Berücksichtigung einer Frostschrift auf dem Verdampfer (5) aufgestellt worden ist, berechnet wird (S1), zeitgleich eine zweite Verdampfertemperatur (T_{v_mess}) gemessen wird (S2), ein Abweichungsmaß (Δ) zwischen der ersten Verdampfertemperatur (T_{v_calc}) und der zweiten Verdampfertemperatur (T_{v_mess}) berechnet wird (S3) und dann, wenn das Abweichungsmaß (Δ) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet (S4), durch das Haushalts-Kältegerät (1) mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird (S5). Die Erfindung betrifft auch ein Haushalts-Kältegerät (1), das dazu eingerichtet ist, das Verfahren (S1 - S6) durchzuführen. Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf Kühlschränke und Gefrierschränke mit Lamellenverdampfer

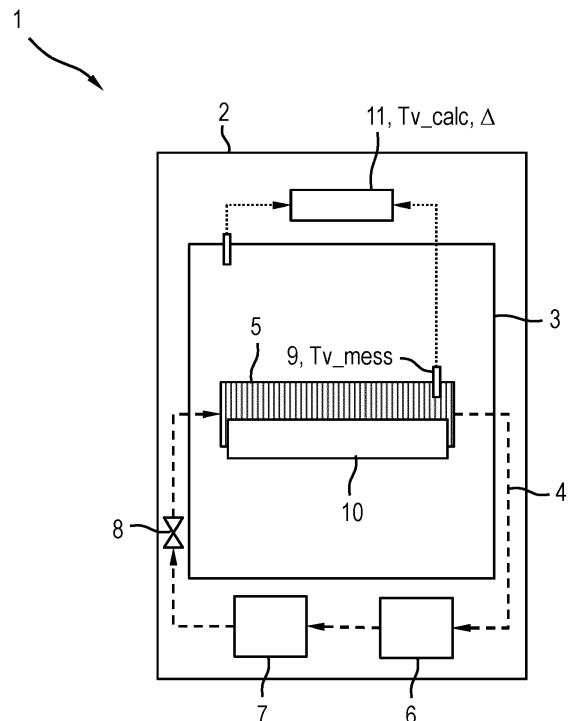


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines Abtauzeitpunkts eines Verdampfers eines Haushalts-Kältegeräts. Die Erfindung betrifft auch ein Haushalts-Kältegerät, das dazu eingerichtet ist, das Verfahren durchzuführen. Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf Kühlschränke und Gefrierschränke mit Lamellenverdampfer DD 218 438 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Steuerung des Abtauvorganges an Luftkühlern, insbesondere an Kältemittelverdampfern. Das Anwendungsgebiet erstreckt sich auf den Bereich der Kälte- und Klimatechnik. Es wird das Ziel verfolgt, den Zeitpunkt des Abtauvorganges an Kältemittelverdampfern exakt zu bestimmen. Dabei werden die zur Bestimmung des Abtauzeitpunktes erforderlichen proportionalen Temperaturzustände direkt am Kältemittelverdampfer erfasst und über die ermittelte Temperaturdifferenz der Abtauzeitpunkt entsprechend des tatsächlichen Bereifungsgrades des Kältemittelverdampfers gewählt.

[0002] DE 30 01 019 A1 offenbart eine Abtauvorrichtung für den Verdampfer einer Kälteanlage, mit einer den Abtauvorgang auslösenden Steuervorrichtung, die einen auf das Vorhandensein einer Reifschicht ansprechenden Reiffühler aufweist, wobei der Reiffühler ein Temperaturfühler ist, der in einem der zulässigen Dicke einer Reifschicht entsprechenden Abstand von einer Fläche des Verdampfers angeordnet ist, und wobei die Steuervorrichtung eine Vergleichsschaltung aufweist, die den Abtauvorgang auslöst, wenn die Reiffühlertemperatur eine Vergleichstemperatur unterschreitet.

[0003] DE 10315 524 A1 offenbart, dass bei einem Kältegerät mit einem einen Innenraum umschließenden wärmeisolierenden Gehäuse und einem in dem Gehäuse angeordneten Verdampfer, auf dessen Oberfläche sich im Betrieb eine Eisschicht bildet, zwei Temperatursensoren in der Umgebung des Verdampfers so platziert sind, dass bei einer gegebenen Dicke der Eisschicht nur einer der Temperatursensoren in die Eisschicht eingebettet ist. Eine an die zwei Temperatursensoren angeschlossene Überwachungsschaltung ist eingerichtet, anhand einer Differenz zwischen von den Temperatursensoren erfassten Temperaturwerten zu entscheiden, ob ein Abtauen des Verdampfers erforderlich ist oder nicht und ein das Ergebnis der Entscheidung anzeigendes Ausgangssignal zu liefern. Anhand dieses Ausgangssignals kann ein Abtauvorgang des Verdampfers automatisch eingeleitet werden.

[0004] DE 10 2005 054 104 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln eines Abtauvorgangs eines Verdampfers einer Kältemaschine, um zuverlässig und mit preisgünstigen Mitteln den optimalen Betrieb einer Kältemaschine auch bei niedrigen Temperaturen zu gewährleisten. Dies wird durch die folgenden Verfahrensschritte erreicht: Messen des Verdampferausgangsdrucks, Bestimmen einer ersten Tautemperatur basierend auf dem Verdampferausgangsdruck, Bestimmen einer ersten Differenz aus der ersten Tautemperatur und einem Tautemperaturreferenzwert, Einleiten eines Abtauvorgangs, falls die erste Differenz einen Temperaturgrenzwert übersteigt, wobei der Abtauvorgang die folgenden Schritte umfasst: Bestimmen einer zweiten Differenz aus dem Verdampferausgangsdruck und einem Abschaltdruck, Beenden des Abtauvorgangs, falls die zweite Differenz einen Druckgrenzwert unterschreitet.

[0005] EP 2 719 978 A1 offenbart ein Verfahren zum Steuern eines Haushaltskältegeräts, das einen Verdampfer, einen im Kühlraum des Kältegeräts angeordneten ersten Temperatursensor und einen am Verdampfer angeordneten zweiten Temperatursensor umfasst, umfassend ein Schätzen der Reifmenge auf dem Verdampfer auf der Grundlage eines Integrals über die Zeit aus der Differenz zwischen der Temperatur des Kühlraums und der Temperatur des Verdampfers und ein Durchführen eines Abtauzyklus, wenn das obige Integral über einem vorbestimmten Schwellenwert liegt.

[0006] EP 3 587 963 A1 offenbart ein Verfahren zum Erfassen einer Eisansammlung auf einem Verdampfer eines Dampfkompensationssystems. Der Verdampfer ist Teil eines Dampfkompensationssystems. Das Dampfkompensationssystem umfasst ferner eine Kompressoreinheit, einen wärmeabgebenden Wärmetauscher und eine Expansionsvorrichtung. Die Kompressoreinheit, der wärmeabgebende Wärmetauscher, die Expansionsvorrichtung und der Verdampfer sind in einem Kältemittelkreislauf angeordnet, und ein Luftstrom strömt über den Verdampfer. Mindestens eine Temperatur der den Verdampfer verlassenden Luft wird gemessen und ein Steuerwert basierend auf der gemessenen Temperatur wird abgeleitet. Es wird bestimmt, ob sich Eis auf dem Verdampfer angesammelt hat, indem der abgeleitete Regelwert und ein Sollwert verglichen werden.

[0007] US 2020/0049393 A1 offenbart ein adaptives Steuerungsverfahren für Kühlsysteme, das die Erfassung des Frostniveaus im Verdampfer durch eine Berechnungsmethode der NTU ("Number of Transfer Units")-Rate umfasst, die es ermöglicht, Folgendes zu definieren: die am besten geeignete Abtauzeit, die Aktivierung der Entwässerungswiderstände und die adaptive Verwaltung des Verdampferventilators, der verschiedene Betriebsarten kombiniert, nämlich ein eisfreier Modus, der nur die Kühlleistung des Kältemittels nutzt, und verschiedene Modi mit Eis, die die im Eis gespeicherte latente Wärme nutzen, um je nach Frostgrad im Verdampfer Energieeinsparungen zu erzielen. Für die Berechnung der NTU-Rate nimmt es den anfangs trockenen Verdampfer als Referenz und berechnet bei laufendem Kühlsystem die NTU-Rate mit einem frequenzvariablen Betriebsmodus in Abhängigkeit von der Verdampferleistung oder dem Eisstand und sein Vergleich mit der Referenz.

[0008] Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine verbesserte Möglichkeit zum Feststellen eines geeigneten Abtauzeitpunkts zum

Abtauen einer Eisschicht eines Verdampfers eines Haushalts-Kältegeräts bereitzustellen.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch Verfahren zum Bestimmen eines Abtauzeitpunkts eines Verdampfers eines Haushalts-Kältegeräts, bei dem

- eine erste Verdampfertemperatur mittels eines physikalischen Modells, das ohne Berücksichtigung einer Frostschicht auf dem Verdampfer aufgestellt worden ist, berechnet wird,
- insbesondere zeitgleich eine zweite Verdampfertemperatur gemessen wird,
- ein Abweichungsmaß zwischen der ersten Verdampfertemperatur und der zweiten Verdampfertemperatur berechnet wird und
- dann, wenn das Abweichungsmaß einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, durch das Haushalts-Kältegerät mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird.

[0011] Vorteil der Lösung mit Hilfe eines physikalischen Modells ist, dass der Verdampfer besonders zuverlässig und präzise nur dann abgetaut wird, wenn dies tatsächlich nötig ist. Dies spart elektrische Energie und hilft, dass unvorhergesehenes Kundenverhalten nicht zu einem temporären Geräteausfall führt. Letzteres ist besonders vorteilhaft gegenüber vorhandenen Lösungen, bei denen der Abtauzeitpunkt auf Basis nur indirekte messbarer Aktionen wie z.B. Türöffnungen bestimmt wird, da bei diesen Lösungen nicht festgestellt werden kann, wieviel Feuchtigkeit tatsächlich von außen oder durch Wasserabgabe von eingelegtem Kühlgut in das Kältegerät eingetragen wird. Bei diesem Verfahren wird also das Modell fortlaufend gerechnet und mit zeitlich passenden Messwerten verglichen.

[0012] Das Haushalts-Kältegerät kann ein Kühlgerät, ein Gefriergerät oder ein Kombination davon sein, z.B. ein Kühlschrank, eine Gefriertruhe oder eine Kühl-/Gefrier-Kombination.

[0013] Es ist eine Weiterbildung, dass das Haushalts-Kältegerät eine Kompressionskältemaschine bzw. einen Kompressionskältekreislauf aufweist, der den Verdampfer, einen Verflüssiger, einen Kompressor und ein Expansionsventil umfasst. Kompressionskältemaschinen für Haushalts-Kältegeräte sind grundsätzlich bekannt und werden deshalb nicht weiter beschrieben.

[0014] Der Abtauzeitpunkt des Verdampfers entspricht insbesondere demjenigen Zeitpunkt, zu dem ein Abtauen einer auf dem Verdampfer befindlichen Frostschicht vorgenommen oder ausgelöst werden sollte. Zum Abtauen des Verdampfers kann diesem z.B. eine Heizung zugeordnet sein, die nach Aktivierung die Frostschicht abschmelzen lässt.

[0015] Die erste Verdampfertemperatur kann auch als berechnete oder modellbasiert ermittelte Verdampfertemperatur angesehen bzw. bezeichnet werden.

[0016] Das physikalische Modell entspricht insbesondere einem physikalischen Modell, speziell Temperaturmodell, des Verdampfers. Es beschreibt beispielsweise die Arbeitsweise des Verdampfers anhand von Differenzial- und algebraischen Gleichungen, anhand derer ein Wärmetransport und eine Wärmespeicherung berechnet werden. Insbesondere kann das Modell so gerechnet werden, dass beruhend auf ein oder mehreren gemessenen und/oder abgeleiteten Eingangsgrößen wie einer Kühlraumtemperatur, einer Drehzahl des Kompressors, Lüfterdrehzahlen, Luftklappenstellungen, Ventilstellungen, usw. die erste Verdampfertemperatur als Ausgangsgröße berechnet wird. Dabei wird in dem Modell ein mögliches Vorliegen einer Frostschicht auf dem Verdampfer nicht berücksichtigt, weil das das Modell anhand eines frostfreien Verdampfers kalibriert worden ist. Das Modell geht in anderen Worten unabhängig von den realen Bedingungen davon aus, dass der Verdampfer frostfrei ist. Durch eine Frostakkumulation auf dem Verdampfer verändert sich in Realität jedoch die Wärmeübertragungsfähigkeit des Verdampfers, da die Frostschicht thermisch isolierend wirkt. Ist der Verdampfer also durch eine Frostschicht merklicher Stärke bedeckt, weicht das physikalische Verdampfertemperaturmodell entsprechend merklich von der real gemessenen Verdampfertemperatur ab. Diese Abweichung ist somit ein Maß für die Stärke der Frostschicht und wird vorliegend zur Bestimmung des Abtauzeitpunktes verwendet.

[0017] Die zweite Verdampfertemperatur wird gemessen, z.B. mittels eines entsprechenden Temperatursensors. Die zweite Verdampfertemperatur kann auch als gemessene Verdampfertemperatur oder Sensor(verdampfer)temperatur bezeichnet werden. Ein Messintervall kann beispielsweise im Bereich einer Minute liegen, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0018] Dass die zweite Verdampfertemperatur zeitgleich gemessen wird, bedeutet insbesondere, dass der Zeitpunkt, zu dem die erste und die zweite Verdampfertemperatur bestimmt werden, gleich oder praktisch gleich sind, also - ggf. bis auf praktisch unerhebliche Unterschiede - den gleichen Zeitpunkt und damit den gleichen Zustand des Verdampfers betreffen.

[0019] Das Abweichungsmaß ist insbesondere eine Größe, welche den Unterschied zwischen der ersten Verdampfertemperatur und der zweiten Verdampfertemperatur oder einer daraus abgeleiteten Größe quantitativ erfasst. Im Folgenden sei ohne Beschränkung der Allgemeinheit angenommen, dass das Abweichungsmaß null ist, wenn die erste und die zweite Verdampfertemperatur übereinstimmen, und umso größer wird, je größer die Abweichung wird.

[0020] Der Zeitpunkt, zu dem das Abweichungsmaß den Grenzwert erreicht oder überschreitet, entspricht dem Ab-

tauzeitpunkt.

[0021] Unter einer Abtauaktion wird insbesondere eine Aktion verstanden, welche gezielt das Abtauen und/oder des Auslösen des Abtauens betrifft.

[0022] Es ist eine Ausgestaltung, dass zum Berechnen des Abweichungsmaßes eine Differenz zwischen der ersten Verdampfer- und der dazu zeitgleichen zweiten Verdampfer-temperatur berechnet wird und dann, wenn diese Differenz einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, durch das Haushalts-Kältegerät die mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird. Dies ist vorteilhafterweise besonders einfach umsetzbar. In anderen Worten wird mindestens eine Abtauaktion ausgelöst, wenn die Differenz zwischen zeitgleicher erster und zweiter Verdampfer-temperatur den Grenzwert erreicht oder überschreitet.

[0023] Es ist eine Weiterbildung, dass nur dann die mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird, wenn, die Differenzen mehrerer zuletzt zeitgleich bestimmter Paare den Grenzwert erreichen oder überschreiten, z.B. die drei oder zehn zuletzt bestimmten Paare alle den Grenzwert erreichen oder überschreiten. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass einzelne Ausreißer des Abweichungsmaßes nur schwach berücksichtigt werden.

[0024] Es ist eine Ausgestaltung, dass zum Berechnen des Abweichungsmaßes Differenzen zwischen zeitlich aufeinanderfolgenden Paaren der ersten Verdampfer-temperatur und der dazu jeweils zeitgleichen zweiten Verdampfer-temperatur fensterweise aufsummiert werden und dann, wenn diese Summe einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, durch das Haushalts-Kältegerät die mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass einzelne Ausreißer des Abweichungsmaßes nur schwach berücksichtigt werden. Diese Ausgestaltung kann auch als "Aufsummierung" oder "Aufintegration" bezeichnet werden. Dass die Paare fensterweise aufsummiert werden, bedeutet, dass nur eine vorgegebene Zahl von zuletzt bestimmten Paaren berücksichtigt wird, was insbesondere bei konstanten Messintervallen einer Berücksichtigung über ein mitlaufendes Zeitfenster festgelegter Fensterbreite entspricht. Mit Hereinnahme eines neuen Paares in die Summe fällt das älteste Paar aus der Summe heraus.

[0025] Es ist eine Weiterbildung, dass die Dauer des mitlaufenden Zeitfensters größer ist als eine Dauer eines Kompressor- bzw. Verdichterlaufs, insbesondere größer ist als eine Dauer eines Kompressor- bzw. Verdichterlaufs zuzüglich zumindest einer folgenden Ruhephase bis zum nächsten Verdichterlauf. Dies ergibt den Vorteil, dass die Aufsummierung praktisch unabhängig von der zeitlichen Lage des Verdichterlaufs ist. Die Dauer des mitlaufenden Zeitfensters kann insbesondere mindestens zwei Verdichterläufe umfassen. Beispielsweise können die Mess- und Berechnungsintervalle der Verdampfer-temperatur ungefähr eine Minute betragen, ein Verdichterlauf zwischen 10 und 30 Minuten dauern und ein Intervall zwischen zwei Verdichterläufen ca. eine Stunde dauern. Die Breite des mitlaufenden Fensters kann dann z.B. ca. zwei bis drei Stunden betragen.

[0026] Es ist eine Ausgestaltung, dass die mindestens eine Abtauaktion mindestens eine Aktion aus der Gruppe

- Ausgeben einer Nachricht an einen Nutzer, einen Abtauprozess zum Abtauen des Verdampfers auszulösen;
- Auslösen eines Abtauprozesses zum Abtauen des Verdampfers

umfasst. Das Auslösen des Abtauprozesses kann also nutzerseitig und/oder automatisch erfolgen. Das Auslösen des Abtauprozesses kann beispielsweise ein Aktivieren bzw. Anschalten einer dem Verdampfer zugeordneten Heizung umfassen. Das Deaktivieren bzw. Ausschalten der Heizung kann beispielsweise zeitgesteuert und/oder sensorgesteuert erfolgen. Die Nachricht kann beispielsweise eine Aufforderung umfassen, einen Abtauprozess zu starten.

[0027] Es ist eine Ausgestaltung, dass eine Minimalzeitdauer zwischen zwei Abtauvorgängen festgelegt wird, also eine Zeitdauer, die minimal erreicht sein muss, damit ein Abtauvorgang durchgeführt werden kann. Dies ist vorteilhafterweise besonders energiesparend, da zu häufiges Abtauen verhindert wird. Zudem braucht das Abweichungsmaß bis zum Erreichen der Minimalzeitdauer nicht berechnet zu werden. Alternativ kann das Abweichungsmaß berechnet werden, aber ohne, dass eine Abtauaktion ausgelöst wird.

[0028] Es ist eine Ausgestaltung, dass eine Maximalzeitdauer zwischen zwei Abtauvorgängen festgelegt wird, also eine Zeitdauer, bei deren Erreichen oder Überschreiten mindestens eine Abtauaktion (z.B. Benachrichtigen und/oder automatisches Auslösen des Abtauvorgangs) ausgelöst wird. Dies ist vorteilhaft, damit mögliche Fehlanpassungen des Modells (beispielsweise, falls in der Produktion Schwankungen der Bauteilqualität auftreten, aufgrund derer das kalibrierte Modell nicht mehr genau an den Verdampfer angepasst) nicht zu einem Defekt führen, z.B. zu einer z.B. Vereisung des Verdampfers, einer Luftklappe oder des Lüfters. Diese Ausgestaltung kann so umgesetzt sein, dass die mindestens eine Auftauaktion auch dann durchgeführt wird, wenn das Abweichungsmaß seinen Grenzwert noch nicht erreicht oder überschritten hat.

[0029] Es ist eine Ausgestaltung, dass der Verdampfer ein Lamellenverdampfer ist. Hierfür lässt sich das Verfahren besonders vorteilhaft anwenden, da eine dicke Frostschrift die Effektivität eines Lamellenverdampfers besonders stark beeinträchtigen kann, speziell, falls das Kältegerät ein No-Frost-Gerät ist. Jedoch ist das Verfahren auch auf andere Arten von Verdampfern anwendbar.

[0030] Es ist eine Ausgestaltung, dass das physikalische Modell auf dem bzw. durch das Haushalts-Kältegerät gerechnet wird. Dies ergibt den Vorteil, dass dazu keine Datenverbindung mit einer externen Rechnerinstanz wie einem

Internetserver oder einem Cloudrechner benötigt wird, was aber grundsätzlich auch möglich ist. Das Haushalts-Kältegerät kann dazu insbesondere eine entsprechend eingerichtete, z.B. programmierte, Datenverarbeitungseinrichtung aufweisen.

[0031] Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Haushalts-Kältegerät, das dazu eingerichtet ist, das Verfahren wie oben beschrieben durchzuführen. Das Haushalts-Kältegerät kann analog zu dem Verfahren ausgebildet werden, und umgekehrt, und weist die gleichen Vorteile auf.

[0032] So ist es eine Ausgestaltung, dass das Haushalts-Kältegerät mindestens aufweist:

- einen Kühlraum zum Lagern von Kühlgut,
- eine Kompressionskältemaschine mit einem Verdampfer zum Kühlen des Kühlraums,
- einen Temperatursensor zum Messen einer Verdampfertemperatur und
- eine Datenverarbeitungseinrichtung zum Berechnen einer zeitgleichen Verdampfertemperatur anhand eines physikalischen Modells, das ohne Berücksichtigung einer Frostschrift auf dem Verdampfer aufgestellt worden ist, wobei das Haushalts-Kältegerät dazu eingerichtet ist,
- aus der gemessenen Verdampfertemperatur und der berechneten Verdampfertemperatur ein Abweichungsmaß zu berechnen und
- dann, wenn das Abweichungsmaß einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, mindestens eine Abtauaktion auszulösen.

[0033] Es ist eine Weiterbildung, dass das Haushalts-Kältegerät ein sog. No-Frost-Kältegerät ist, also die grundsätzlich bekannte No-Frost-Technik verwendet, welche die Reif- bzw. Frostbildung im Kühlraum unterbindet, indem dort die Luftfeuchtigkeit reduziert wird. Bei No-Frost-Geräten liegt der Verdampfer meist in einem vom Kühlraum abgetrennten Bereich. Während einer Kühlphase bläst ein Ventilator die kalte Luft in den Kühlraum. Die Kältegeräte sind dabei so ausgelegt, dass Luft im Kreislauf wieder zum Verdampfer zurückgeführt wird. Da kalte Luft weniger Feuchtigkeit hält, schlägt sich diese vornehmlich an dem Verdampfer, insbesondere dessen Kühlrippen, nieder. Eine Heizung tauet die Kühlrippen zu geeigneten Abtauzeitpunkten ab, und die Eisschicht tritt über eine Rinne als Wasser aus dem Gerät heraus und landet z.B. in einem Verdunstungsbehälter. Da der Ventilator in der Abtauphase nicht läuft, bleibt der Kühlraum weiterhin gekühlt.

[0034] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert wird.

Fig.1 zeigt in Frontansicht eine Skizze eines Kältegeräts; und

Fig.2 zeigt ein mögliches Verfahren zum Betreiben des Kältegeräts aus Fig.1.

[0035] Fig.1 zeigt in Frontansicht eine Skizze eines Kältegeräts in Form eines Kühlschranks 1, insbesondere No-Frost-Kühlschranks, alternativ oder zusätzlich in Form eines Gefrierschranks, mit offenem Kühlraum 2. Der Kühlschrank 1 weist einen Korpus 2 mit einem darin ausgebildeten frontseitig offenen Kühlraum 3 zum Lagern von Kühlgut auf. Die offene Frontseite ist durch mindestens eine Tür (o. Abb.) verschließbar. Zum Kühlen des Kühlraums 3 ist eine Kompressionskältemaschine 4, bis 8 vorgesehen, die einen Kältekreislauf 4 mit einem Verdampfer 5 zum Kühlen des Kühlraums 3, einem Kompressor 6, einem Verflüssiger 7 und einem Expansionselement 8 umfasst. Der Verdampfer 5 ist hier als ein Lamellenverdampfer ausgebildet und insbesondere außerhalb des Kühlraums 3 angeordnet. Der Verdampfer 5 weist einen Temperatursensor 9 zum Messen einer Verdampfertemperatur T_{v_mess} auf. Dem Verdampfer 5 ist eine Heizung 10 zugeordnet, die den Verdampfer 5 abtau, wenn sie eingeschaltet bzw. aktiviert ist.

[0036] Der Kühlschrank 1 weist ferner eine Datenverarbeitungseinrichtung 11 zum Berechnen einer Verdampfertemperatur T_{v_calc} anhand eines physikalischen Modells des Verdampfers 5, das ohne Berücksichtigung einer Frostschrift auf dem Verdampfer 5 aufgestellt worden ist.

[0037] Die Datenverarbeitungseinrichtung 11 ist ferner mit dem Temperatursensor 9 verbunden und dazu eingerichtet ist, aus der gemessenen Verdampfertemperatur T_{v_mess} und der für einen gleichen oder praktisch gleichen Zeitpunkt berechneten Verdampfertemperatur T_{v_calc} ein Abweichungsmaß Δ zu berechnen.

[0038] Der Kühlschrank 1 ist dazu eingerichtet, dann, wenn das Abweichungsmaß Δ einen vorgegebenen Grenzwert T_{grenz} erreicht oder überschreitet, also $\Delta > T_{grenz}$ oder $\Delta \geq T_{grenz}$ gilt, mindestens eine Abtauaktion auszulösen. Dies kann in einer Variante so umgesetzt sein, dass die Datenverarbeitungseinrichtung 11 dann eine entsprechende Mitteilung an eine Steuereinrichtung (o. Abb.) des Kühlschranks 1 sendet, welche dann die mindestens eine Abtauaktion auslöst. Alternativ kann die Datenverarbeitungseinrichtung 11 die mindestens eine Abtauaktion auslösen. Es ist eine Weiterbildung, dass die Datenverarbeitungseinrichtung 11 der Steuereinrichtung entspricht bzw. die Steuereinrichtung die Funktion der Datenverarbeitungseinrichtung 11 umfasst.

[0039] Das Abweichungsmaß Δ kann beispielsweise als - insbesondere absolute - Differenz zwischen T_{v_mess} und

Tv_calc zu einem bestimmten Zeitpunkt t berechnet werden, also z.B. als

$$\Delta(t) = |Tv_{\text{mess}}(t) - Tv_{\text{calc}}(t)|$$

oder als Summe bzw. Integral dieser Abweichung über die letzten n Zeitpunkte

$$\Delta = \sum_{t=t_{\text{akt}}-(n-1)}^{t_{\text{akt}}} |Tv_{\text{mess}}(t) - Tv_{\text{calc}}(t)|$$

mit t_{akt} dem aktuellen bzw. zuletzt bestimmten Zeitpunkt, insbesondere nach Art eines mitlaufenden Fensters. Beispielsweise kann n bei einem Mess- und Berechnungsintervall von ca. einer Minute auf $n = 120$ festgelegt sein, was einem mitlaufenden Zeitfenster einer Breite von ca. 2 h entspricht.

[0040] Fig.2 zeigt ein mögliches Verfahren zum Betreiben des Kühlschranks 1 aus Fig.1.

[0041] In Schritt S1 wird mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 11 die Verdampfertemperatur Tv_{calc} aus dem Modell des Verdampfers 5 berechnet.

[0042] In Schritt S2 wird für einen bezüglich der Modellberechnung in S1 praktisch gleichen Zeitpunkt durch den Temperatursensor 9 eine Verdampfertemperatur Tv_{mess} gemessen und an die Datenverarbeitungseinrichtung 11 übermittelt.

[0043] In Schritt S3 wird daraus das Abweichungsmaß Δ bestimmt.

[0044] In Schritt S4 wird überprüft, ob das Abweichungsmaß Δ den Grenzwert T_{grenz} erreicht oder überschritten hat. Ist dies nicht der Fall ("N"), wird zu den Schritten S1 und S2 zurückverzweigt.

[0045] Ist dies jedoch der Fall ("J"), wird in Schritt S5 mindestens eine Abtauaktion ausgelöst, z.B. eine Nachricht an einen Nutzer ausgegeben, einen Abtauvorgang auszulösen, oder ein Abtauvorgang automatisch ausgelöst.

[0046] In Schritt S6 wird überprüft, ob ein Abtauvorgang erfolgreich durchgeführt worden ist. Ist dies nicht der Fall ("N"), wird die Überprüfung weitergeführt.

[0047] Ist dies jedoch der Fall ("J"), wird zu den Schritten S1 und S2 zurückverzweigt.

[0048] In einem optionalen Schritt S7 kann überprüft werden, ob eine Minimalzeitdauer seit dem letzten Abtauvorgang vergangen ist oder nicht. Ist dies noch nicht der Fall ("N"), wird diese Überprüfung fortgesetzt bzw. wiederholt. Ist dies jedoch der Fall, kann zu den Schritten S1 und S2 oder zu einem weiteren optionalen Schritt S8 verzweigt.

[0049] In dem optionalen Schritt S8 wird überprüft, ob bereits eine Maximalzeitdauer seit dem letzten Abtauvorgang erreicht oder überschritten worden ist. Ist dies noch nicht der Fall ("N"), wird zu den Schritten S1 und S2 verzweigt. Ist dies jedoch der Fall ("J"), wird zu Schritt S5 verzweigt.

[0050] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann die Reihenfolge der Schritte von der gezeigten Reihenfolge abweichen.

[0051] Allgemein kann unter "ein", "eine" usw. eine Einzahl oder eine Mehrzahl verstanden werden, insbesondere im Sinne von "mindestens ein" oder "ein oder mehrere" usw., solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist, z.B. durch den Ausdruck "genau ein" usw.

Bezugszeichenliste

[0052]

1	Kühlschrank
2	Korpus
3	Kühlraum
4	Kältekreislauf
5	Verdampfer
6	Kompressor
7	Verflüssiger
8	Expansionselement
9	Temperatursensor
10	Heizung
11	Datenverarbeitungseinrichtung
S1-S8	Verfahrensschritte

Tv_calc	Berechnete Verdampfertemperatur
Tv_mess	Gemessene Verdampfertemperatur
Δ	Abweichungsmaß

5

Patentansprüche

10

1. Verfahren (S1 - S8) zum Bestimmen eines Abtauzeitpunkts eines Verdampfers (5) eines Haushalts-Kältegeräts (1), bei dem

15

- eine erste Verdampfertemperatur (Tv_calc) mittels eines physikalischen Modells, das ohne Berücksichtigung einer Frostschrift auf dem Verdampfer (5) aufgestellt worden ist, berechnet wird (S1),
- zeitgleich eine zweite Verdampfertemperatur (Tv_mess) gemessen wird (S2),
- ein Abweichungsmaß (Δ) zwischen der ersten Verdampfertemperatur (Tv_calc) und der zweiten Verdampfertemperatur (Tv_mess) berechnet wird (S3) und
- dann, wenn das Abweichungsmaß (Δ) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet (S4), durch das Haushalts-Kältegerät (1) mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird (S5).

20

2. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- zum Berechnen des Abweichungsmaßes (Δ) eine Differenz zwischen der ersten Verdampfertemperatur (Tv_calc) und der dazu zeitgleichen zweiten Verdampfertemperatur (Tv_mess) berechnet wird (S3) und
- dann, wenn diese Differenz einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet (S4), durch das Haushalts-Kältegerät (1) die mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird (S5).

25

3. Verfahren (S1 - S8) nach Anspruch 1, bei dem

- zum Berechnen des Abweichungsmaßes (Δ) Differenzen zwischen zeitlich aufeinanderfolgenden Paaren der ersten Verdampfertemperatur (Tv_calc) und der dazu jeweils zeitgleichen zweiten Verdampfertemperatur (Tv_mess) fensterweise aufsummiert werden (S3) und
- dann, wenn diese Summe einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet (S4), durch das Haushalts-Kältegerät (1) die mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird (S5).

30

4. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die mindestens eine Abtauaktion mindestens eine Aktion aus der Gruppe

35

- Ausgeben einer Nachricht an einen Nutzer, einen Abtauprozess zum Abtauen des Verdampfers (5) auszulösen;
- Auslösen eines Abtauprozesses zum Abtauen des Verdampfers (5) umfasst.

40

5. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Minimalzeitdauer zwischen zwei Abtauvorgängen festgelegt wird, bis zu deren Erreichen oder Überschreiten keine Abtauaktion ausgelöst wird (S7).

45

6. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Maximalzeitdauer zwischen zwei Abtauvorgängen festgelegt wird, bei deren Erreichen oder Überschreiten mindestens eine Abtauaktion ausgelöst wird (S8).

7. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Verdampfer (5) ein Lamellenverdampfer ist.

50

8. Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das physikalische Modell auf dem Haushalts-Kältegerät (1) gerechnet wird.

9. Haushalts-Kältegerät (1), das dazu eingerichtet ist, das Verfahren (S1 - S8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

55

10. Haushalts-Kältegerät (1) nach Anspruch 9, mindestens aufweisend

- einen Kühlraum (3) zum Lagern von Kühlgut,

EP 4 400 787 A1

- eine Kompressionskältemaschine (4 - 8) mit einem Verdampfer (5) zum Kühlen des Kühlraums (3),
 - einen Temperatursensor (9) zum Messen einer Verdampfertemperatur (T_{v_mess}) und
 - eine Datenverarbeitungseinrichtung (11) zum Berechnen einer zeitgleichen Verdampfertemperatur (T_{v_calc}) anhand eines physikalischen Modells, das ohne Berücksichtigung einer Frostschrift auf dem Verdampfer (5) aufgestellt worden ist,
- wobei das Haushalts-Kältegerät (1) dazu eingerichtet ist,
- aus der gemessenen Verdampfertemperatur (T_{v_mess}) und der berechneten Verdampfertemperatur (T_{v_calc}) ein Abweichungsmaß (Δ) zu berechnen und
 - dann, wenn das Abweichungsmaß (Δ) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, mindestens eine Abtauaktion auszulösen.

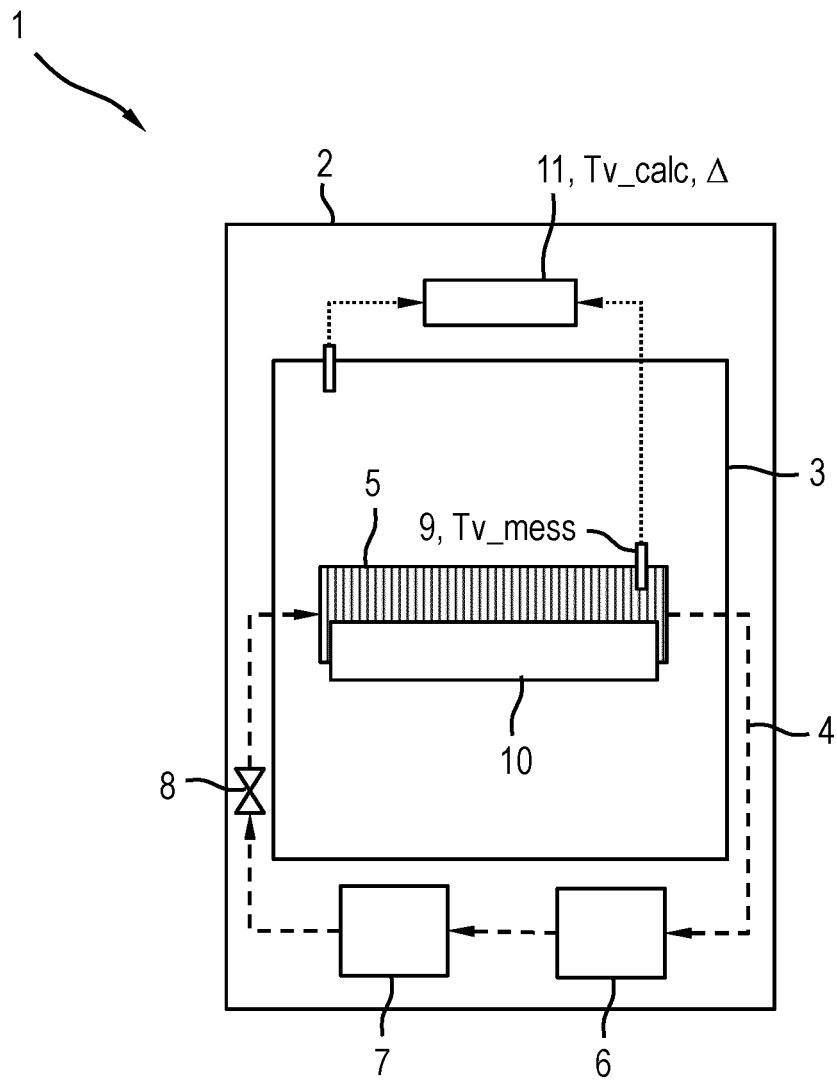


Fig.1

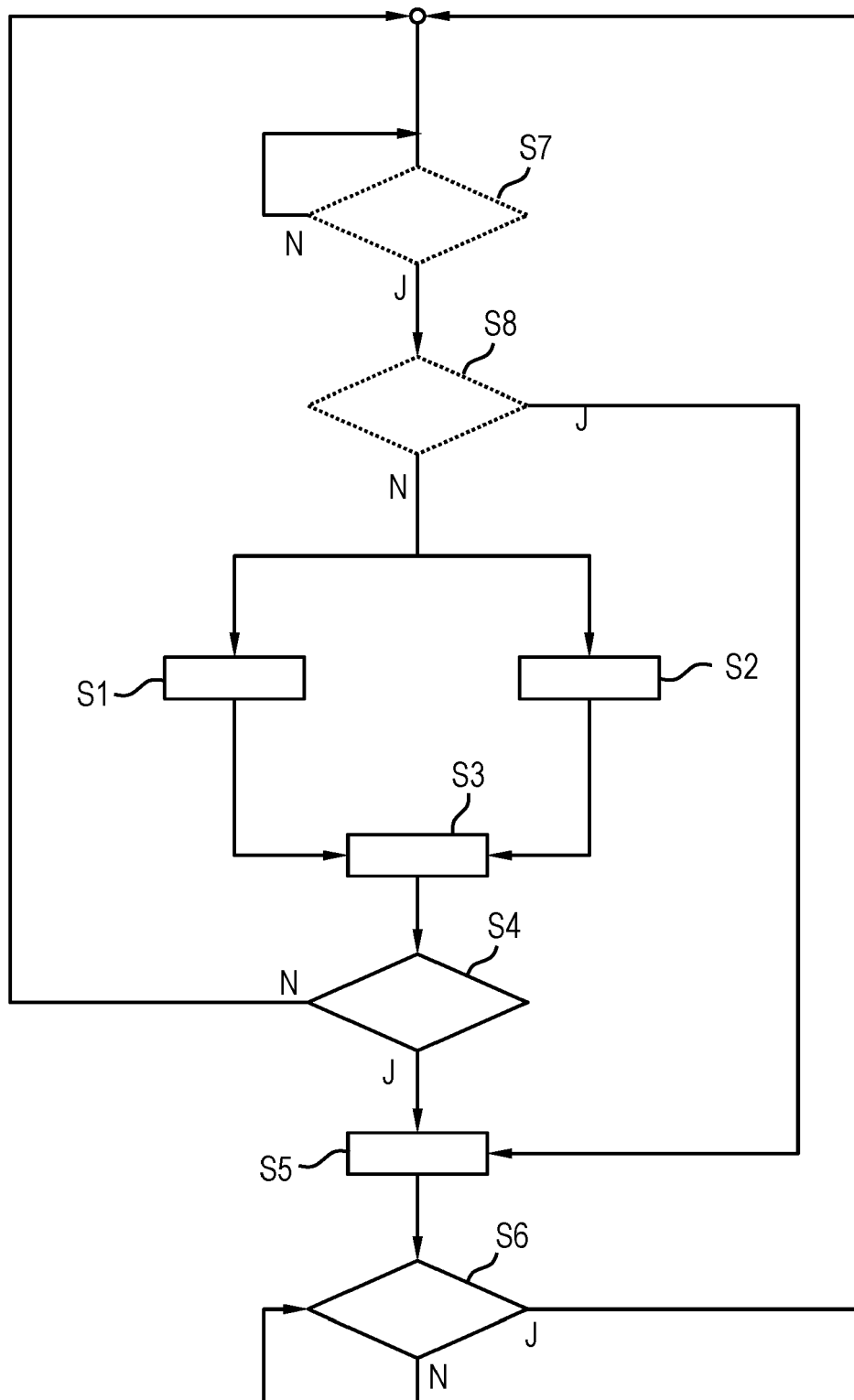


Fig.2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 21 6785

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	EP 1 619 456 A1 (WHIRLPOOL CO [US]) 25. Januar 2006 (2006-01-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 * -----	1-10	INV. F25D21/00
A	US 7 900 463 B2 (WHIRLPOOL CO [US]) 8. März 2011 (2011-03-08) * Zusammenfassung; Abbildung 3 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25D F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juni 2024	Prüfer Yousufi, Stefanie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 21 6785

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

03-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 1619456	A1	25-01-2006	BR	PI0513512 A	06-05-2008
				CN	101002064 A	18-07-2007
				EP	1619456 A1	25-01-2006
				US	2007209376 A1	13-09-2007
				WO	2006008231 A1	26-01-2006

20	US 7900463	B2	08-03-2011	EP	1927818 A1	04-06-2008
				US	2008115511 A1	22-05-2008

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

- DD 218438 A1 [0001]
- DE 3001019 A1 [0002]
- DE 10315524 A1 [0003]
- DE 102005054104 A1 [0004]
- EP 2719978 A1 [0005]
- EP 3587963 A1 [0006]
- US 20200049393 A1 [0007]