

(19)



(11)

EP 3 244 142 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(51) Int Cl.:
F25B 47/02 (2006.01) **F25B 5/02 (2006.01)**
F25B 39/02 (2006.01) **F25B 25/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17167970.7**

(22) Anmeldetag: **25.04.2017**

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

(72) Erfinder:
• **RADLER, Dominik**
1160 Wien (AT)
• **SCHILLING, Florian**
1080 Wien (AT)
• **KITANOSKI, Filip**
1060 Wien (AT)
• **PRESETSCHNIK, Andreas**
1160 Wien (AT)

(30) Priorität: **13.05.2016 DE 102016005957**

(71) Anmelder: **Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co. KG**
2100 Korneuburg (AT)

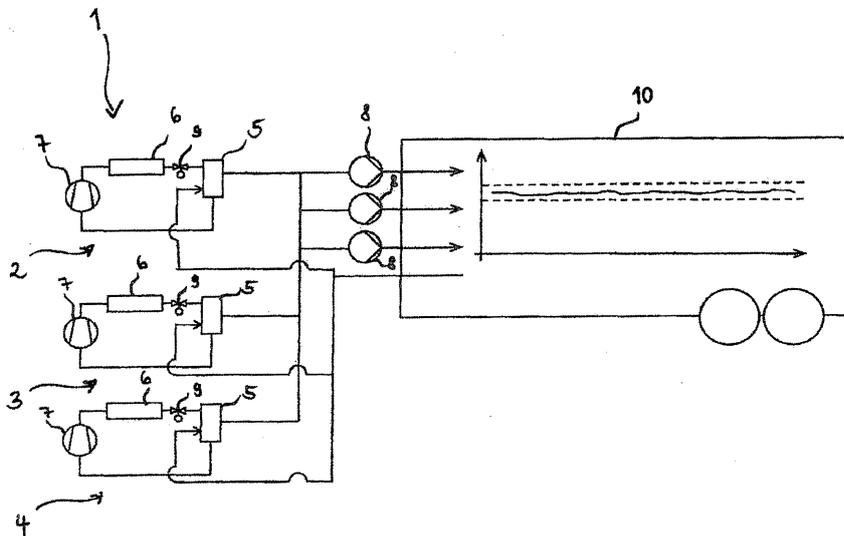
(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN UND ENTEISEN EINES MODULAREN KÜHLSYSTEMS**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines modularen Kühlsystems, das zwei voneinander separate Kältekreismodule umfasst, wobei in dem Verfahren: ein erstes der zwei Kältekreismodule so betrieben wird, dass sich an einem Verdampfer des entsprechenden Kältekreismoduls eine erste Verdampfungstemperatur einstellt, und ein zweites der zwei Käl-

tekreismodule so betrieben wird, dass sich an einem Verdampfer des entsprechenden Kältekreismoduls eine zweite Verdampfungstemperatur einstellt, wobei die erste Verdampfungstemperatur des ersten Kältekreismoduls von der zweiten Verdampfungstemperatur des zweiten Kältekreismoduls verschieden ist.

Fig. 1



EP 3 244 142 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines modularen Kühlsystems sowie wie ein Verfahren zum Enteisen eines modularen Kühlsystems.

[0002] Kühlsysteme, insbesondere solche für eine Transporteinheit wie einen Kühl-Sattelaufleger oder einen Kühltransportcontainer weisen typischerweise ein Kältekreismodul auf, das dazu in der Lage ist, die Luft eines zu konditionierenden Raums herabzukühlen und zu entfeuchten.

[0003] Herkömmliche Kühlsysteme umfassen lediglich ein Kältekreismodul um die Luft eines zu konditionierenden Raums zu kühlen. Insbesondere bei Kühlsystemen, die in Transportkälteanlagen eingesetzt werden, beispielsweise einem Kühl-Sattelaufleger, einem Kühlanhänger oder einem Kühltransportcontainer, ist ein effizienter Abtauvorgang (sogenannter Defrost-Mode) ein wesentliches Charakteristikum. Da bei Türöffnungen des zu konditionierenden Raums zum Entnehmen bzw. Einbringen von Waren warme und feuchte Umgebungsluft und bei einem Beladen mit feuchtem Ladegut eine gewisse Menge an Wasser in den zu konditionierenden Raum eingebracht wird, bildet sich mit fortwährendem Betrieb des Kältekreislaufes typischerweise eine Eisschicht am Verdampfer. Diese Eisschicht führt zu einem verringerten Luftdurchsatz, sodass für einen gleichbleibenden Luftdurchsatz die Leistungsaufnahme von Lüftern erhöht werden muss. Darüber hinaus vermindert die an dem Verdampfer vorhandene Eisschicht den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen dem in dem Verdampfer strömenden Kältemittel und der den Verdampfer umgebenden Luft, was zu einer Effizienzverminderung beim Wärmeübertrag zwischen Kältemittel und Luft führt.

[0004] Diese Problematik ist insbesondere bei Kühlsystemen für Transportkälteanlagen kritisch, da beim Abkühlen eines Trailers, eines Kühl-Sattelauflegers bzw. eines Kühltransportcontainers der zu kühlende Raum anfangs eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit aufweist, die denen der Umgebungsbedingungen entspricht. Von daher fällt eine große Menge an Kondensat bzw. Eis am Verdampfer an und es kommt zu den vorstehend beschriebenen Problemen.

[0005] Um einen einmal vereisten Verdampfer zu enteisen und ihn in den energetisch vorteilhaften Zustand von Eisfreiheit zu bringen, ist es bei am Markt erhältlichen Geräten üblich, während der Enteisung den Kältekreis in umgekehrter Richtung zu betreiben und den Verdampfer dadurch mit Heißgas abzutauen. Alternativ kann der Kältekreis ausgeschaltet und mit Hilfe von Heizstäben das Eis am Verdampfer abgeschmolzen werden. Nachteilig hieran ist, dass durch das Unterbrechen der Kälteleistung und den zusätzlichen Wärmeeintrag durch die Heizstäbe oder das Heißgas die Raumtemperatur des eigentlich zu konditionierenden Raums angehoben wird, sodass während dieser Phase der beabsichtigte Zweck des Kühlsystems zum Kühlen eines Raums und der darin

angeordneten Waren nicht durchgeführt werden kann.

[0006] Es ist daher das Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu entwickeln, um während eines Entfeuchtungs- oder Enteisungsvorgangs die Einsatzbereitschaft des Kühlsystems aufrecht zu erhalten.

[0007] Dies gelingt mit dem Verfahren nach Anspruch 1. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines modularen Kühlsystems, das mindestens zwei voneinander separate Kältekreismodule umfasst, wird ein erstes der zwei Kältekreismodule so betrieben, dass sich an einem Verdampfer des entsprechenden Kältekreismoduls eine erste Kältemittelverdampfungstemperatur einstellt, und ein zweites der mindestens zwei Kältekreismodule wird so betrieben, dass sich an einem Verdampfer des entsprechenden Kältekreismoduls eine zweite Kältemittelverdampfungstemperatur einstellt. Das Verfahren kennzeichnet sich dadurch aus, dass die erste Kältemittelverdampfungstemperatur des ersten Kältekreismoduls von der zweiten Kältemittelverdampfungstemperatur des zweiten Kältekreismoduls verschieden ist.

[0008] Dem Fachmann ist klar, dass das vorliegende Verfahren zum Betreiben eines modularen Kühlsystems nicht auf solche Kühlsysteme beschränkt ist, die genau zwei separate Kältekreismodule umfassen, sondern auch mit solchen Kühlsystemen durchführbar ist, die mindestens zwei separate Kältekreismodule aufweisen.

[0009] Vorzugsweise ist vorgesehen, die Kältemittelverdampfungstemperatur zwischen den zwei Kältekreisen nur an aktiven Kältekreisen zu bestimmen.

[0010] Durch das Vorsehen von zwei zueinander verschiedenen Kältemittelverdampfungstemperaturen der mindestens zwei Kältekreismodule ist es möglich, eine besonders effektive Luftentfeuchtung mit dem modularen Kühlsystem während eines laufenden Betriebs durchzuführen. So kann bei diesem Verfahren vorgesehen sein, eines oder mehrere Kältekreismodule so zu betreiben, dass die Kältemittelverdampfungstemperatur dieser Module deutlich unter der Kältemittelverdampfungstemperatur der übrigen Kältekreismodule liegt.

[0011] Vorzugsweise liegt die erste Kältemittelverdampfungstemperatur des ersten Kältekreismoduls unterhalb eines Tau-/Reifpunktes oder auf dem Tau-/Reifpunkt einer durch das Kühlsystem zu konditionierenden Luft, und die zweite Kältemittelverdampfungstemperatur des zweiten Kältekreismoduls liegt oberhalb des Tau-/Reifpunktes der zu konditionierenden Luft. Das Kältekreismodul, dessen Kältemittelverdampfungstemperatur unterhalb bzw. auf dem Tau-/Reifpunkt der zu konditionierenden Luft liegt, entzieht dieser Luft Feuchtigkeit indem das in der Luft gelöste Wasser kondensiert bzw. resublimiert. Das andere Kältekreismodul, dessen Kältemittelverdampfungstemperatur oberhalb des Tau-/Reifpunktes der zu konditionierenden Luft angeordnet ist, kann zwar auch zu einem Herabkühlen der zu konditionierenden Luft beitragen, jedoch wird an dem Verdampfer kein oder nur wenig Wasser der zu konditionierenden Luft kondensieren bzw. resublimieren. So ist

es prinzipiell möglich, die verschiedenen Kältekreismodule unterschiedlich aufzubauen, sodass diese sehr gut eine erhöhte Menge an Kondensat abführen können, wohingegen die anderen dahingehend gestaltet werden können, dass diese nur für eine geringe Menge an anfallenden Kondensat ausgestattet sein müssen.

[0012] Ist es erforderlich, den Trailer bzw. Kühlsatelaufleger von einer Temperatur, die höher als die Tripelpunkttemperatur von Wasser ist, abzusenken, kann es von Vorteil sein, die Kältemittelverdampfungstemperatur eines Kältekreises, vorzugsweise eines Kältekreises, der so dimensioniert ist, dass er eine erhöhte Flüssigkeitsmenge abführen kann, so einzustellen, dass die Luft beim Durchströmen des Verdampfers dieses Kältekreises die Tripelpunkttemperatur von Wasser nicht unterschreitet. Die Kältemittelverdampfungstemperatur des mindestens einen anderen Kältekreises wird dann um eine gewisse Temperaturdifferenz höher gewählt. Sobald die Temperatur der angesaugten Luft -des zu konditionierenden Raumes- über eine gewisse Zeitdauer konstant knapp oberhalb der Tripelpunkttemperatur liegt, wird die Kältemittelverdampfungstemperatur nach den oben beschriebenen Verfahren eingestellt, damit die geforderte Trailertemperatur erreicht werden kann. Der Vorteil liegt hierbei daran, dass dadurch ein großer Teil der Feuchtigkeit in der Luft in flüssiger Form abgeschieden werden kann was den Entfeuchtungsprozess positiv beeinflusst.

[0013] Ist es erforderlich, die mindestens zwei voneinander separaten Kältekreismodule des Kühlsystems gleichzeitig zu betreiben, beispielsweise beim Herunterkühlen eines Transportcontainers oder eines Trailers, kann es zielführend sein, einen Teil der mindestens zwei Kältekreismodule mit einer deutlich geringeren Kältemittelverdampfungstemperatur zu betreiben als den anderen Teil der mindestens zwei Kältekreismodule. Typischerweise liegt dann die Kältemittelverdampfungstemperatur unterhalb oder auf dem Tripelpunkt von Wasser, sodass sich die Eisbildung auf dem Kältekreismodul mit der deutlich geringeren Kältemittelverdampfungstemperatur zwar erhöht, die anderen Module mit der dazu im Vergleich moderaten Kältemittelverdampfungstemperatur jedoch deutlich weniger oder gar nicht vereisen.

[0014] Ist es erforderlich, die mindestens zwei voneinander separaten Kältekreismodule des Kühlsystems gleichzeitig zu betreiben, beispielsweise beim Herunterkühlen eines Transportcontainers oder eines Trailers, kann es auch zielführend sein, alle Kältekreismodule mit unterschiedlicher Kältemittelverdampfungstemperatur oberhalb des Tripelpunktes von Wasser zu betreiben, um möglichst viel Wasser ohne Reifbildung abzuschneiden. Die unterschiedlichen Kältemittelverdampfungstemperaturen bewirken einen unterschiedlichen Kondensatanfall in den Kältekreismodulen. Die Kältemittelverdampfungstemperaturen können zum optimierten Kondensatabfluss gezielt zwischen den einzelnen Kältekreismodulen variiert werden.

[0015] Nach einer weiteren optionalen Modifikation der

Erfindung ist die Temperaturdifferenz zwischen erster Verdampfungstemperatur und zweiter Verdampfungstemperatur größer 2°K, vorzugsweise größer 4°K und bevorzugter Weise größer 6°K. Dabei wird die Temperaturdifferenz vorzugsweise zwischen zwei aktiven Verdampfern von voneinander separaten Kältekreismodulen bestimmt. Es würde der Erfindung vorbeigehen, die Temperaturdifferenz von einem aktiven Verdampfer zu einem inaktiven Verdampfer zu bestimmen.

[0016] Gemäß einer weiteren Fortbildung des Verfahrens ist vorgesehen, wenn durch das Betreiben des modularen Kühlsystems zu viel Kälteleistung abgegeben wird und ein Unterschreiten eines gewünschten Temperaturbereichs eines zu kühlenden Raums droht, ein Heizelement hinzuschalten, um die überschüssige Kälteleistung auszugleichen. Da eine Entfeuchtung einer zu konditionierenden Luft umso rascher von statten geht, je größer der Temperaturunterschied des Verdampfers bezüglich des Tau-/Reifpunkts der zu konditionierenden Luft ist, ist es für die Entfeuchtung sinnvoller, eine über das gewünschte Maß abgekühlte Luft mittels eines Heizelements zu erhitzen und nicht - wie man reflexhaft annehmen würde - die Kälteleistung des modularen Kühlsystems zu reduzieren. Durch dieses Verfahren wird eine besonders effektive Entfeuchtung der zu konditionierenden Luft durch das modulare Kühlsystem vorgenommen und dabei gleichzeitig der einzuhaltende Temperaturkorridor der zu konditionierenden Luft eingehalten.

[0017] Vorzugsweise kann diese Funktion auch das für das Abtauen der Verdampfer installierte Heizelement eines Kältemoduls übernehmen, welches nicht im Entfeuchtungsbetrieb betrieben wird. Alternativ oder in Addition kann hierbei vorgesehen sein, das Heizelement an einen Lüfter zum Einblasen der Luft in einen durch das Kühlsystem zu konditionierenden Raum anzuordnen, vorzugsweise in Form einer Folie im Lüftergehäuse oder in Form von Heizstäben vor einer Lüfteransaugung.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst jedes der Kältekreismodule einen Verdampfer, einen Verflüssiger und einen Kompressor.

[0019] Des Weiteren umfasst die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Enteisen eines modularen Kühlsystems, das mindestens zwei voneinander separate Kältekreismodule umfasst, wobei das Kühlsystem gemäß einem der vorstehend beschriebenen Verfahren betrieben worden ist, sodass ein erstes Kältekreismodul eine Eisbildung an seinem Verdampfer aufweist, und ein zweites Kältekreismodul, keine Eisbildung oder eine im Vergleich zum ersten Kältekreismodul sehr viel geringere Eisbildung aufweist, wobei das vereiste erste Kältekreismodul einem Enteisungsvorgang unterzogen wird, während das andere weiterkühlen kann.

[0020] Dadurch ist es möglich, dem bestimmungsgemäßen Hauptzweck des Kühlsystems weiter nachzukommen, obwohl mindestens eines der mindestens zwei Kältekreismodule einem Enteisungsvorgang unterzogen wird. Ausfallzeiten, die typischerweise zum Enteisen ei-

nes Kühlsystems eingeplant werden müssen, entfallen dadurch. Dies führt zu einem besonders ressourcenschonenden Betrieb des Kühlsystems, der eine Vielzahl von mit einem Deaktivieren des Kühlsystems in Verbindung stehenden Arbeitsschritten überflüssig macht.

[0021] Gemäß einer optionalen Modifikation der Erfindung weist ein erstes Kältekreismodul des mindestens zwei Kältekreismodule umfassenden Kühlsystems eine Eisbildung an seinen Verdampfer auf, wobei während eines Weiterbetriebs des zweiten Kältekreismoduls der Kompressor des vereisten ersten Kältekreismoduls gestoppt wird, um den Kältekreis zu stoppen, ein Heizelement des vereisten ersten Kältekreismoduls gestartet wird, um die Eisbildung am zugehörigen Verdampfer abzuschmelzen, und nach einer gewissen Zeitdauer das Heizelement abgeschaltet und der Kompressor wieder gestartet wird.

[0022] Aufgrund der unterschiedlichen Kältemittelverdampfungstemperatur der mehreren Kältekreismodule ist es in Folge typischerweise nur notwendig, dasjenige Kältekreismodul abzutauen, dessen Kältemittelverdampfungstemperatur am niedrigsten war. Der Kühlbetrieb durch das Kühlsystem kann dabei kontinuierlich weitergeführt werden. Im Gegensatz dazu ist dies nicht möglich, wenn sämtliche Kältekreismodule bei annähernd derselben Kältemittelverdampfungstemperatur betrieben worden sind, da dann auch alle Kältekreismodule in ähnlicher Weise vereisen und fast gleichzeitig abgetaut werden müssen. Das gleichzeitige Abtauen der mehreren Kältekreismodule würde jedoch zu einem Anstieg der Lufttemperatur in dem zu konditionierenden Raum führen, was zur Folge hätte, dass die typischerweise auf einem konstanten Niveau zu lagernden Kühlwaren nicht in dem durch das Kühlsystem zu konditionierenden Raum verbleiben können.

[0023] Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, vor dem erneuten Starten des gestoppten Prozessors einen Lüfter des ersten Kältekreismoduls in Betrieb zu nehmen, um eine Restfeuchtigkeit des Verdampfers mit einer Luftströmung zu beaufschlagen und diese abzutrocknen, vorzugsweise erfolgt dies während eines Heizzustands des Heizelements.

[0024] Das vormals vereiste Kältekreismodul wird nicht bereits dann wieder in Betrieb genommen, wenn keine Eisschicht mehr an dem Verdampfer vorhanden ist, sondern zuerst mit Hilfe einer Luftströmung getrocknet. Dadurch wird verhindert, dass evtl. noch vorhandene Wassertropfen an dem Verdampfer gleich wieder vereisen und zu einer beschleunigten Vereisung des Verdampfers führen. Die Wiederaufnahme erfolgt demnach erst, nachdem eine Luftströmung den Verdampfer getrocknet hat, sodass evtl. an dem Verdampfer haftende Wassertröpfchen getrocknet worden sind. Das Beaufschlagen des eisfreien Verdampfers mit einer Luftströmung kann dabei während eines aktiven Heizzustands des Heizelements vorgenommen werden, um ein schnelleres Trocknen des Verdampfers zu erreichen. Dies ist jedoch optional.

[0025] Gemäß einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist nach dem Verstreichen der gewissen Zeitdauer während der das Heizelement des vereisten ersten Kältekreismoduls das Eis am Verdampfer abschmilzt, ein Lüfter des ersten Kältekreismoduls in einem inaktiven Zustand, und geht erst dann wieder in den aktiven Zustand über, wenn der Verdampfer einen voreingestellten Temperaturschwellenwert unterschritten hat, um ein Verteilen von Warmluft zu unterbinden. Der Lüfter wird demnach nicht bereits dann aktiv, wenn das Heizelement zum Abschmelzen des Verdampfers abgeschaltet und der zugehörige Kompressor wieder gestartet wird, sondern verbleibt solange in einem aktiven Zustand, bis der Verdampfer ein bestimmtes Kälteniveau erreicht hat. Würde der Lüfter gleichzeitig mit dem Kompressor gestartet werden, würde dies eine zu warme Luft in den zu konditionierenden Raum einbringen.

[0026] Vorzugsweise wird die gewisse Zeitdauer bevor das Heizelement abgeschaltet und der Kompressor wieder gestartet wird mit einer Enteisungserkennung bestimmt, die über das Messen eines Differenzdrucks, der aufgrund eines den Verdampfer durchströmenden Luftstroms erzeugt wird, einen Vereisungszustand des Verdampfers erkennt.

[0027] Dabei ist möglich, dass der Luftstrom zum Ermitteln des Differenzdrucks durch einen Lüfter des Kältekreismoduls erzeugt wird, wobei vorzugsweise die Enteisungserkennung bei Überschreiten eines vorbestimmten Differenzdrucks auf einen vereisten Verdampfer schließt und bei Unterschreiten des vorbestimmten Differenzdrucks auf einen enteisten Verdampfer schließt. Dadurch wird erkannt, wann ein Verdampfer vollständig enteist ist.

[0028] Des Weiteren könnte sich hier eine Fehlerdiagnose anschließen, die bei einem mehrmaligen Überschreiten des Differenzdrucks und einem über einem bestimmten Zeitraum fortgesetzten Abtauvorgang des Verdampfers schließt, dass der Verdampfer auf eine andere Weise blockiert ist.

[0029] Gemäß einer weiteren optionalen Modifikation der Erfindung wird bei einem Urteil der Enteisungserkennung auf einen enteisten Verdampfer das Heizelement abgeschaltet und der Kompressor wieder gestartet.

[0030] Die hier verwendeten Begriffe wie Eisbildung und Enteisung beinhalten auch Reifbildung.

[0031] Gemäß der Erfindung kann das Kühlsystem ein Kühlsystem für eine Transporteinheit, insbesondere für einen Kühl-Sattelaufleger, einen Kühlanhänger oder einen Kühltransportcontainer sein.

[0032] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile werden anhand der nachfolgenden diskutierten Zeichnungen deutlich. Es zeigen:

Fig. 1: ein Schema des modularen Kühlsystems zum Konditionieren eines Innenraums eines Kühl-Sattelauflegers,

Fig. 2: ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform

des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3: eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0033] Fig. 1 zeigt eine schematische Übersicht des modularen Kühlsystems 1, das in der Figur mit einem Kühl-Sattelaufleger 10 zusammenwirkt. Das modulare Kühlsystem 1 ist dabei so an dem Kühl-Sattelaufleger 10 angeschlossen, dass dies von dem modularen Kühlsystem konditionierte Luft in diesen einleitet und die zu konditionierende Luft aus diesem entnimmt.

[0034] Das modulare Kühlsystem 1 umfasst gemäß der Zeichnung drei voneinander separate Kältekreismodule 2, 3, 4. Jedes dieser Kältekreismodule 2, 3, 4 besitzt je einen Kompressor 7, einen Verflüssiger 6, eine Drossel 9 und einen Verdampfer 5. Die aus dem Sattelaufleger 10 zu konditionierende Luft wird dabei über den Verdampfer 5 geführt und kühlt ab. Liegt die Temperatur des Verdampfers 5 unterhalb des Tau-/Reifpunkts der zu konditionierenden Luft, kondensiert auch ein Teil des in der Luft enthaltenen Wassers an dem Verdampfer 5. Die abgekühlte und evtl. feuchtigkeitsreduzierte Luft wird dann mit Hilfe eines Lüfters 8 in das Innere des Sattelauflegers 10 befördert. Der Lüfter 8 sorgt nicht nur für ein Einblasen der konditionierten Luft sondern auch für ein Ansaugen der zu konditionierenden Luft aus dem Sattelaufleger 10. Damit entsteht ein Kreislauf, in dem die Luft des Sattelauflegers kontinuierlich auf eine gewisse Kühltemperatur heruntergekühlt bzw. auf dieser gehalten werden kann.

[0035] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zum Enteisen eines modularen Kühlsystems. Nachdem in S1 ein vereister Verdampfer festgestellt wird, werden in S2 die Lüfter und die Kompressoren des zugehörigen Kältekreismoduls gestoppt. Anschließend wird in S3 ein Heizelement aktiviert, das für ein Abschmelzen der Eisschicht an den Verdichter sorgt.

[0036] Nach dem Abwarten einer bestimmten Zeitspanne, die in Fig. 2 mit t_{Defrost} gekennzeichnet ist, wird das Heizelement in Schritt S4 deaktiviert. Im Anschluss daran wird der Lüfter bei einer definierten Umdrehungsgeschwindigkeit gestartet, wie dies im Schritt S5 gekennzeichnet ist.

[0037] Anhand des definierten Luftstroms, der durch den Verdampfer hindurch tritt, ist es möglich, einen Druckabfall im Schritt S6 zu bestimmen.

[0038] In S7 wird geprüft, ob der Druckabfall kleiner als ein vorbestimmter Druckabfallwert ist. Ist dies nicht der Fall, wird davon ausgegangen, dass die Vereisung des Verdampfers nicht vollständig abgeschmolzen worden ist. Dann wird zu dem Schritt S8 verzweigt und ein Zähler um einen Zählerstand implementiert. Erreicht der Zähler einen vorbestimmten Wert (n_{ref}) so wird im Schritt S9 entschieden, das Verfahren abzubrechen und auf einen nicht von einer Vereisung herrührenden Fehlzustand des Verdampfers zu schließen (S10). Andernfalls wird in dem Schritt S3 verzweigt und das Heizele-

ment wird erneut aktiviert, um ein Abschmelzen des Eises an den Verdampfer erneut aufzunehmen.

[0039] Ist jedoch der Druckabfall zu den beiden Strömungsseiten des Verdampfers ausreichend gering, wird ausgehend vom Schritt S7 in den Schritt S11 verzweigt und eine bestimmte Zeitspanne abgewartet bis im Schritt S12 der Verdichter und die Lüfter des einen Kältekreismoduls erneut gestartet werden.

[0040] Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Ausführungsform des Verfahrens zum Enteisen eines Kältekreismoduls. Hier werden nach dem Erkennen eines vereisten Verdampfers in S1 ebenfalls die Lüfter und der Verdichter oder die Verdichter des Kältekreismoduls gestoppt (S2). Im Anschluss daran wird das Heizelement in S3 aktiviert und für eine bestimmte Zeitspanne (t_{Defrost}) aufrechterhalten. In S4 wird das Heizelement deaktiviert, bevor in S5 der Lüfter bei einer vordefinierten Umdrehungsgeschwindigkeit gestartet wird. Dabei wird mit Hilfe des durch den Lüfter erzeugten Luftstroms ein Druckabfall am Verdampfer gemessen (S6), der in S7 einem Vergleich mit einem voreingestellten Druckwert unterzogen wird. Ist der gemessene Druck p_d kleiner einem voreingestellten Druckwert p_{d0} wird in den Schritt S13 verzweigt und der Kompressor des Kältekreismoduls gestartet. Ist dies nicht der Fall wird in dem Schritt S3 verzweigt und das Heizelement erneut aktiviert.

[0041] Nach dem Starten des Kompressors in S13 wird für eine bestimmte Zeitspanne t_{Cooldown} nur der Kompressor betrieben, bevor in S14 der Lüfter zugeschaltet wird und eine konditionierte Luft in den zu kühlenden Raum einbringen kann. Vorteilhaft an dem getrennten Zuschalten von Kompressor und Lüfter ist der Umstand, nach dem ein sofortiges Zuschalten des Lüfter zusammen mit dem Kompressor nicht zu einem Abkühlen des zu konditionierenden Raums führen würde. Dies erfolgt erst nachdem der Kompressor für einige Zeit betrieben worden ist, und der Verdampfer auf eine entsprechende Temperatur heruntergekühlt worden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines modularen Kühlsystems (1), das mindestens zwei voneinander separate Kältekreismodule (2, 3, 4) umfasst, wobei in dem Verfahren:

ein erstes der mindestens zwei Kältekreismodule (2, 3, 4) so betrieben wird, dass sich an einem Verdampfer (5) des entsprechenden Kältekreismoduls (2, 3, 4) eine erste Kältemittelverdampfungstemperatur einstellt, und

ein zweites der mindestens zwei Kältekreismodule (2, 3, 4) so betrieben wird, dass sich an einem Verdampfer (5) des entsprechenden Kältekreismoduls (2, 3, 4) eine zweite Kältemittelverdampfungstemperatur einstellt,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
 die erste Kältemittelverdampfungstemperatur des ersten Kältekreismoduls (2, 3, 4) von der zweiten Kältemittelverdampfungstemperatur des zweiten Kältekreismoduls (2, 3, 4) verschieden ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste Kältemittelverdampfungstemperatur unterhalb eines oder auf einem Tau-/Reifpunkt einer durch das Kühlsystem (1) zu konditionierenden Luft liegt, und die zweite Kältemittelverdampfungstemperatur oberhalb des Tau-/Reifpunkts der zu konditionierenden Luft liegt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei einem Absenken einer Lufttemperatur, die größer als die Tripelpunkttemperatur von Wasser ist, die Kältemittelverdampfungstemperatur eines Kältekreises, vorzugsweise eines Kältekreises, der so dimensioniert ist, dass er eine erhöhte Flüssigkeitsmenge abführen kann, so eingestellt wird, dass die Luft beim Durchströmen des Verdampfers dieses Kältekreises die Tripelpunkttemperatur von Wasser nicht unterschreitet, wobei vorzugsweise die Kältemittelverdampfungstemperatur der weiteren Kältekreise um eine gewisse Temperaturdifferenz höher eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Temperaturdifferenz zwischen der ersten Kältemittelverdampfungstemperatur und zweiten Kältemittelverdampfungstemperatur größer als 2K, vorzugsweise größer als 4K und bevorzugterweise größer als 6K ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, wenn durch das Betreiben des modularen Kühlsystems (1) zu viel Kälteleistung abgegeben wird und ein Unterschreiten eines gewünschten Temperaturbereichs eines zu kühlenden Raums oder von Teilen eines zu kühlenden Raumes droht, ein Heizelement zugeschaltet wird, um die überschüssige Kälteleistung auszugleichen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Heizelement bei einem Lüfter (8) zum Einblasen einer Luft in einen durch das Kühlsystem (1) zu konditionierenden Raum angeordnet ist, vorzugsweise in Form einer Folie im Lüftergehäuse des Moduls, dessen Kältemittelverdampfungstemperatur unterhalb des Tau-/Reifpunktes liegt, oder in Form von Heizstäben vor dem Verdampfer eines Moduls, dessen Kältemittelverdampfungstemperatur oberhalb des Tau-/Reifpunktes liegt.
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Heizelement
- welches zum Abtauen der Verdampfer (5) vorgesehen ist, diese Funktion mitübernimmt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kältekreismodul mindestens einen Verdampfer (5), mindestens einen Verflüssiger (6) und mindestens einen Kompressor (7) umfasst.
9. Verfahren zum Enteisen eines modularen Kühlsystems (1), das mindestens zwei voneinander separate Kältekreismodule (2, 3, 4) umfasst, vorzugsweise nach einem Betreiben des Kühlsystems (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Verfahren:
- ein erstes Kältekreismodul eine Eisbildung an seinem Verdampfer (5) aufweist, und ein zweites Kältekreismodul keine Eisbildung oder eine im Vergleich zum ersten Kältekreismodul sehr viel geringere Eisbildung aufweist, wobei das vereiste erste Kältekreismodul einem Enteisungsvorgang unterzogen wird, während das andere den Kühlbetrieb aufrecht erhält.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein erstes Kältekreismodul eine Eisbildung an dessen Verdampfer (5) aufweist, und in dem während eines Weiterbetreibens des zweiten Kältekreismoduls (2, 3, 4):
- der Kompressor (7) des vereisten ersten Kältekreismoduls (2, 3, 4) gestoppt wird, um den Kältekreis abzuschalten, ein Heizelement des vereisten ersten Kältekreismoduls (2, 3, 4) gestartet wird, um die Eisbildung am zugehörigen Verdampfer (5) abzuschmelzen, und nach einer gewissen Zeitdauer das Heizelement abgeschaltet und der Kompressor (7) wieder gestartet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei vor dem erneuten Starten des gestoppten Kompressors (7) ein Lüfter (8) des ersten Kältekreismoduls (2, 3, 4) in Betrieb genommen wird, um eine Restfeuchtigkeit des Verdampfers (5) mit einer Luftströmung zu beaufschlagen und diese abzutrocknen, vorzugsweise erfolgt dies während eines Heizzustands des Heizelements.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei bei dem erneuten Starten des Kompressors (7) des ersten Kältekreismoduls (2, 3, 4) nach der gewissen Zeitdauer ein Lüfter (8) dieses Kältekreismoduls in einem inaktiven Zustand ist, und erst wieder in den aktiven Zustand übergeht, wenn der Verdampfer (5) einen voreingestellten Temperatur-Schwellenwert unterschritten hat, um ein Verteilen

von Warmluft zu unterbinden.

- 13.** Verfahren nach einem der Ansprüche 10-12, wobei die gewisse Zeitdauer bevor das Heizelement abgeschaltet und der Kompressor (7) wieder gestartet wird mit einer Enteisungserkennung bestimmt wird, die über das Messen eines Differenzdrucks, der aufgrund eines den Verdampfer (5) durchströmenden Luftstroms erzeugt wird, einen Vereisungszustand des Verdampfers (5) erkennt. 5
10
- 14.** Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Luftstrom zum Ermitteln des Differenzdrucks durch den Lüfter (8) des Kältekreismoduls (2, 3, 4) erzeugt wird, und wobei vorzugsweise die Enteisungserkennung bei Überschreiten eines vorbestimmten Differenzdrucks auf einen vereisten Verdampfer (5) schließt und bei Unterschreiten des vorbestimmten Differenzdrucks auf einen enteisten Verdampfer (5) schließt. 15
20
- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 13-14, wobei bei einem Auslösen der Enteisungserkennung des enteisten Verdampfers (5) das Heizelement abgeschaltet und mindestens eine Kompressor (7) wieder gestartet wird. 25
- 16.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das modulare Kühlsystem (1) ein Kühlsystem (1) für eine Transporteinheit, insbesondere für einen Kühl-Sattelaufleger (10), einen Kühlanhänger oder einen Kühltransportcontainer ist. 30
35
40
45
50
55

Fig. 1

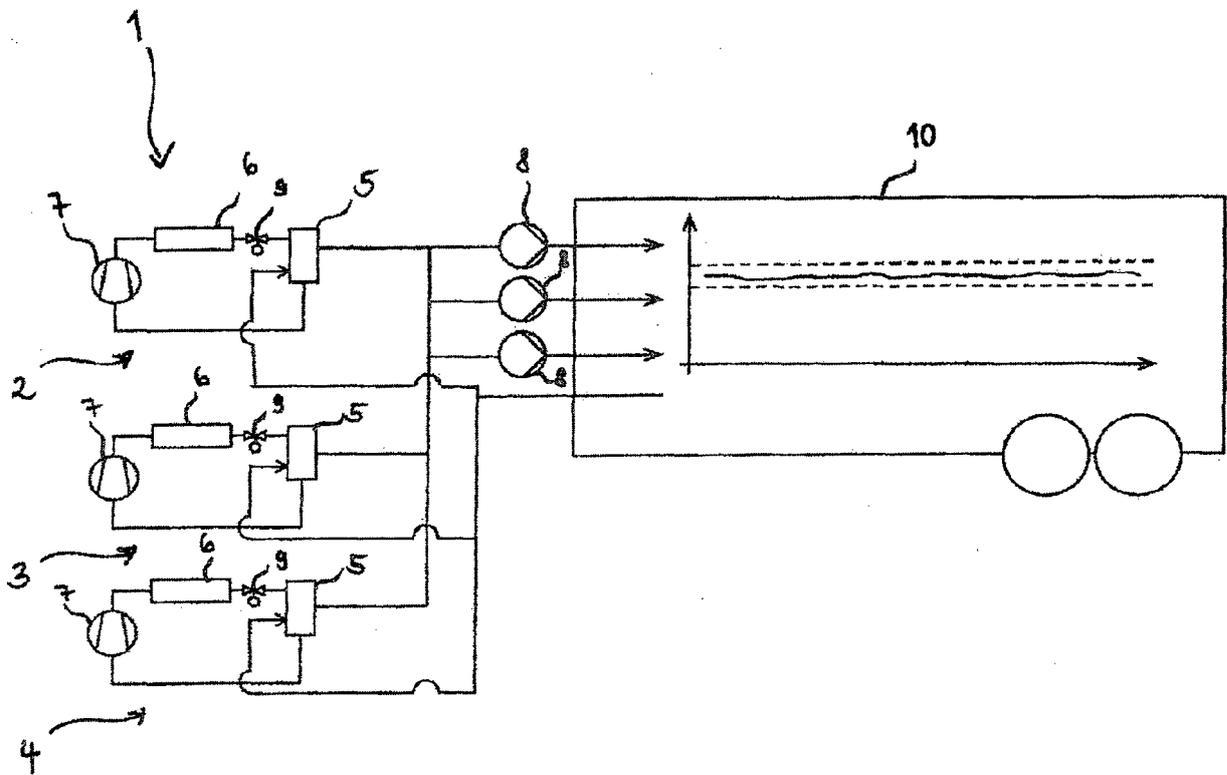


Fig. 2

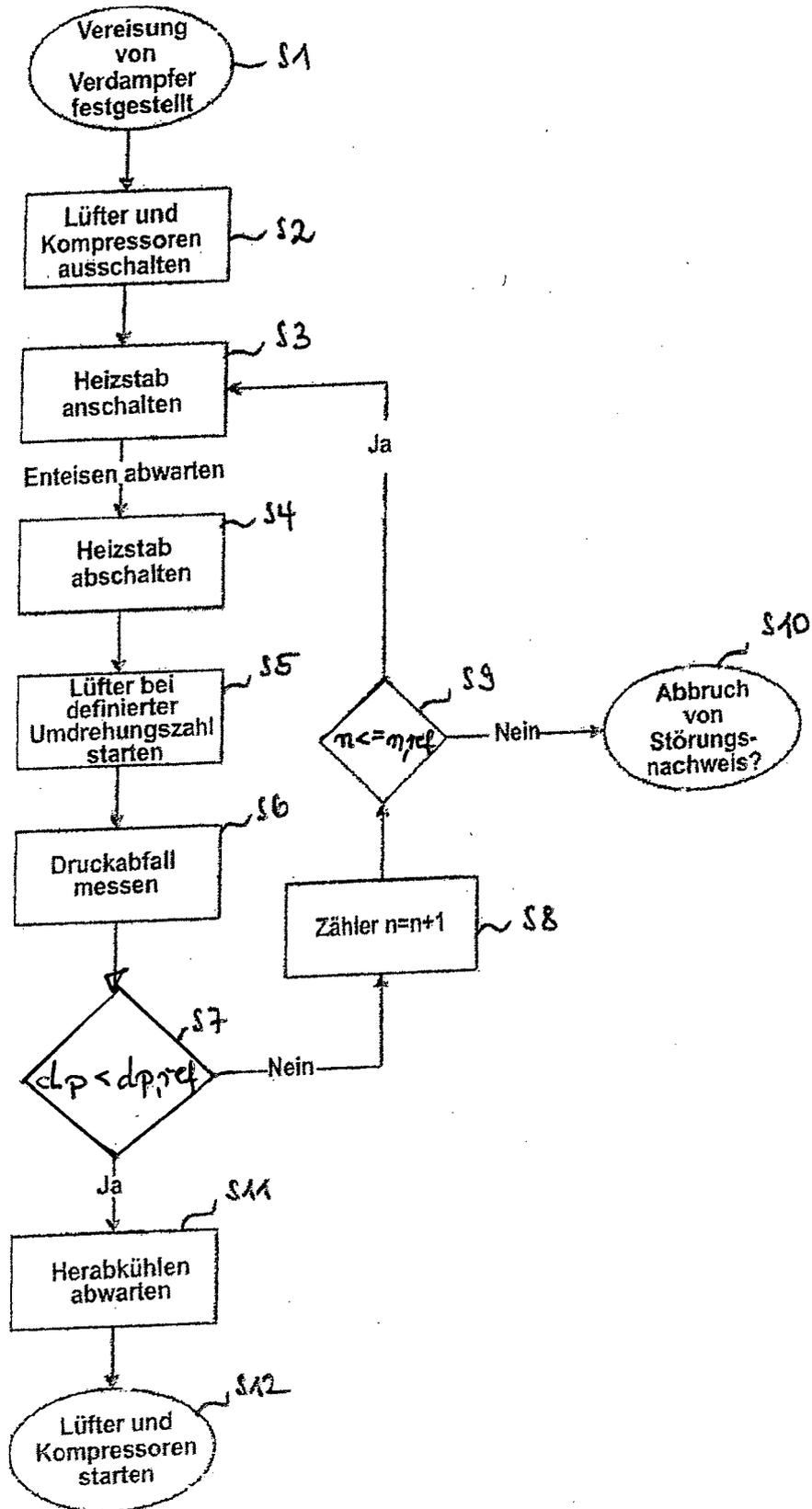
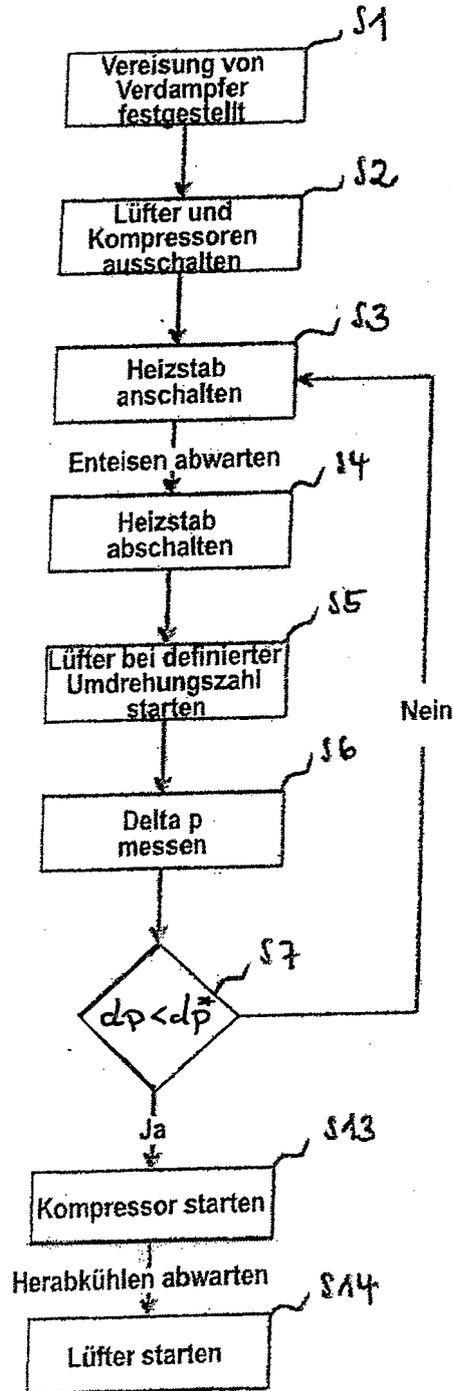


Fig.3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 16 7970

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 A	DE 600 29 851 T2 (TRS TRANSPORTKOELING B V [NL]) 18. Januar 2007 (2007-01-18) * Absätze [0001], [0005], [0003], [0007], [0012], [0015], [0022], [0025]; Abbildungen 1,2 *	1-11,16 12-15	INV. F25B47/02 F25B5/02 F25B39/02 F25B25/00
X A	US 4 474 026 A (MOCHIZUKI TAKETOSHI [JP] ET AL) 2. Oktober 1984 (1984-10-02) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 60 * * Spalte 6, Zeilen 27-51 *	1-11,16 12-15	
X	DE 25 53 562 A1 (DANFOSS AS) 23. Juni 1977 (1977-06-23) * Anspruch 3; Abbildung 3 *	1,4	
X	DE 36 36 254 A1 (ESCHER WYSS GMBH [DE]) 21. Mai 1987 (1987-05-21) * Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 34 *	1	
X	DE 41 22 165 A1 (DANFOSS AS [DK]) 14. Januar 1993 (1993-01-14) * Spalte 1, Zeilen 34-57,66 - Spalte 2, Zeile 10 * * Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 15 *	1,4,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Oktober 2017	Prüfer Gasper, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 16 7970

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.

04-10-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 60029851 T2	18-01-2007	DE 60029851 T2 EP 1022171 A1 NL 1011108 C2	18-01-2007 26-07-2000 24-07-2000
US 4474026 A	02-10-1984	KEINE	
DE 2553562 A1	23-06-1977	BR 7607923 A CA 1043116 A DE 2553562 A1 DK 515976 A ES 453738 A1 IT 1072102 B JP S5267855 A JP S5327499 B2 NO 764052 A SE 421451 B US 4083196 A US 4096708 A	08-11-1977 28-11-1978 23-06-1977 29-05-1977 01-11-1977 10-04-1985 04-06-1977 09-08-1978 01-06-1977 21-12-1981 11-04-1978 27-06-1978
DE 3636254 A1	21-05-1987	CH 669033 A5 DE 3636254 A1	15-02-1989 21-05-1987
DE 4122165 A1	14-01-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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