



(10) **DE 10 2009 057 153 A1** 2011.06.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 057 153.1**

(22) Anmeldetag: **05.12.2009**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2011**

(51) Int Cl.: **B60H 1/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(72) Erfinder:
Helms, Karsten, 38553 Wasbüttel, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	101 53 000	C1
DE	10 2006 045132	A1
DE	10 2004 045886	A1
DE	195 40 566	A1
EP	03 164 545	A1

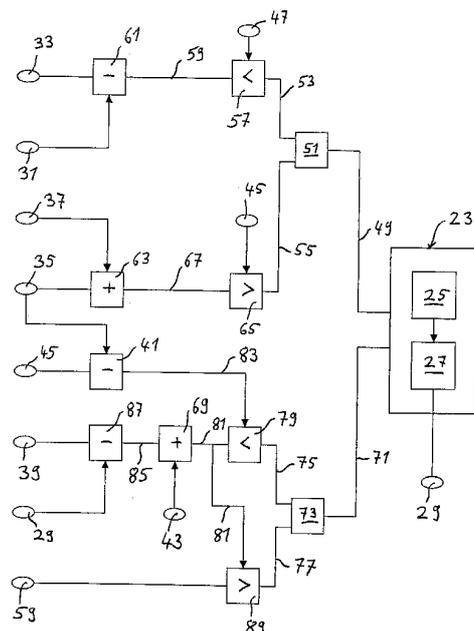
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Fahrzeugs (1) mittels einer dem Innenraum zugeordneten Wärmesenke (23).

Zum Ermöglichen eines verbesserten Klimatisierens wird die Wärmesenke nach zumindest einem der folgenden Kriterien gesteuert: Aktivieren der Wärmesenke (23), falls eine vorzeichenbehaftete Feuchtedifferenz (59) einer Soll-Innenraumfeuchte (33) minus einer Ist-Innenraumfeuchte (31) einen Schwellwert (47) unterschreitet, Aktivieren der Wärmesenke (23), falls ein Taupunkt (35) des Innenraums größer ist als eine Ist-Scheibentemperatur (45) einer den Innenraum abgrenzenden Scheibe, Aktivieren der Wärmesenke (23), falls ein durch Anwenden eines Erhöhungsoperators auf den Taupunkt (35) ermittelbarer Sicherheitstaupunkt (67) größer ist als die Ist-Scheibentemperatur (45), Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls eine Verdampfertemperaturdifferenz (85) einer maximal einstellbaren Soll-Verdampfertemperatur (39) der Wärmesenke (23) minus einer vorhandenen Ist-Verdampfertemperatur (29) der Wärmesenke (23) kleiner ist als eine Taupunktdifferenz (83) der Scheibentemperatur (45) minus des Taupunkts (35), Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls eine durch Anwenden eines weiteren Erhöhungsoperators auf die Verdampfertemperaturdifferenz (85) ermittelbare Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz (81) kleiner ist als die Taupunktdifferenz (83), Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls die Feuchtedifferenz (59) größer ist als die Verdampfertemperaturdifferenz (85) oder die Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz (81).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Fahrzeugs sowie ein mit einer mit dem Verfahren betreibbaren Klimatisierung ausgestattetes Fahrzeug.

[0002] Verfahren zum Klimatisieren sind bekannt. Solche Systeme können beispielsweise zum Regeln einer Temperatur des Innenraums ausgelegt sein. Ferner ist es bekannt, Störgrößen, wie beispielsweise eine Außentemperatur oder eine einen Wärmeeintrag in den Innenraum bedingende Strahlungsintensität zu berücksichtigen beziehungsweise aufzuschalten. Als Stellmöglichkeiten sind beispielsweise die Beeinflussung einer Gebläsespannung, einer Ausblastemperatur und/oder einer Klappenstellung zur Beeinflussung einer Luftverteilung bekannt. Ferner sind Klimatisierungen bekannt, die einen Zustand des Innenraums beeinflussen, beispielsweise hinsichtlich der Temperatur und einer Feuchte des Innenraums. Aus der EP 0 316 545 B1 offenbart eine Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug mit zur Entfeuchtung geeigneten Einrichtungen im Luftkanal, die von einem Microcomputer steuerbar sind, an den von Sensoren gemessene Werte für Außentemperatur, Innentemperatur und Innenfeuchte gelangen. Der Microcomputer berechnet aus den Werten für Außentemperatur, Innentemperatur und Innenfeuchte die Grenzfeuchte als Verhältnis des Sättigungsdampfdrucks innen an der Scheibe und des Sättigungsdampfdrucks der Innenluft und betätigt, falls die Differenz von Grenzfeuchte und Innenfeuchte einen bestimmten Wert unterschreitet, die Einrichtungen zur Entfeuchtung. Aus der DE 10 2004 025 010 B3 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung von Beschlag auf einer Fläche eines Fahrzeugs bekannt. Bei der Fläche kann es sich um eine Innenseite einer Scheibe des Fahrzeugs handeln, mittels Leitern ist eine thermische Kopplung des Feuchtigkeitssensors mit der Fläche hergestellt, wobei die Leiter mit zweiten Steckkontaktelementen zur elektrischen Verbindung mit ersten Steckkontaktelementen und zur mechanischen Halterung einer Platine an den externen Leitern versehen sind. Ferner ist aus der DE 10 2007 007 440 A1 ein Verfahren zur Steuerung einer Verdampfertemperatur bekannt, bei dem nach Erreichen einer Solltemperatur im Fahrzeuginnenraum die Verdampfertemperatur solange erhöht wird, bis eine vorgegebene Innenraumfeuchte oder die Temperatur im Fahrzeuginnenraum größer wird, als die Solltemperatur.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Klimatisierung eines Innenraums eines Fahrzeugs zur ermöglichen, insbesondere eine möglichst energiesparende Klimatisierung des Innenraums bereitzustellen.

[0004] Die Aufgabe ist mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0005] Bei einem Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Fahrzeugs mittels einer dem Innenraum zugeordneten Wärmesenke ist die Aufgabe dadurch gelöst dass ein Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren der Wärmesenke erfolgt, falls ermittelt wird, dass zu erwarten ist, dass bei nicht-aktivierter oder deaktivierter Wärmesenke kein Beschlag von Innenraumscheiben des Fahrzeugs auftreten, eine Soll-Innenraumtemperatur, eine Sollausblastemperatur erreicht und/oder eine Soll-Innenraumfeuchte, bei der vorhandenen Innenraumtemperatur nicht überschritten wird. Die Ermittlung kann durch ein Errechnen oder Abschätzen erfolgen. Mit der Erfindung ist es möglich, die Wärmesenke bedarfsabhängig zu steuern.

[0006] Ferner ist ein Steuern der Wärmesenke nach zumindest einem der folgenden Kriterien vorgesehen: Aktivieren der Wärmesenke, falls eine vorzeichenbehaftete Feuchtedifferenz einer Soll-Innenraumfeuchte minus einer Ist-Innenraumfeuchte einen Schwellwert unterschreitet, Aktivieren der Wärmesenke, falls ein Taupunkt des Innenraums größer ist als eine Ist-Scheibentemperatur einer den Innenraum abgrenzenden Scheibe, Aktivieren der Wärmesenke, falls ein durch Anwenden eines Erhöhungsoperators auf den Taupunkt ermittelbarer Sicherheitstaupunkt des Innenraums größer ist als die Ist-Scheibentemperatur, Deaktivieren der Wärmesenke, falls eine Verdampfertemperaturdifferenz einer maximal einstellbaren Soll-Verdampfertemperatur der Wärmesenke minus einer vorhandenen Ist-Verdampfertemperatur der Wärmesenke kleiner ist als eine Taupunktdifferenz der Scheibentemperatur minus des Taupunkts, Deaktivieren der Wärmesenke, falls eine durch Anwenden eines weiteren Erhöhungsoperators auf die Verdampfertemperaturdifferenz ermittelbar Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz kleiner ist als die Taupunktdifferenz, Deaktivieren der Wärmesenke, falls die Feuchtedifferenz größer ist als die Verdampfertemperaturdifferenz oder die Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz.

[0007] Die Wärmesenke weist einen Kompressor sowie einen diesem nachgeschalteten Verdampfer auf. Das Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren der Wärmesenke kann durch Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren des Kompressors erfolgen. Unter dem Innenraum kann ein gesamter abgegrenzter Innenraum des Fahrzeugs, beispielsweise ein Passagierraum, verstanden werden. Es ist jedoch auch denkbar, dass unter dem Innenraum eine Klimazone, die separat im Sinne einer Regelstrecke beeinflussbar ist, verstanden wird. Ferner ist es denkbar, einen nur teilweise umschlossenen Raum eines Fahrzeugs zu verstehen, wie er sich beispielsweise bei einem Cabriolet ergibt. Es ist denkbar, das Verfahren auf einen Innenraum anzuwenden, der in verschiedene separat zu beeinflussende Klimazonen unterteilt ist, wo-

bei beispielsweise zur Temperaturbeeinflussung Minimalwerte gebildet werden können, so dass beispielsweise die Wärmesenke so angesteuert werden kann, dass auf jeden Fall auch die Klimazone mit dem größten Kühlungs- und/oder Entfeuchtungsbedarf in einem gewünschten Maß geregelt werden kann.

[0008] Die Klimatisierung kann so ausgelegt sein, dass nach einer Erstinbetriebnahme, beispielsweise einem Aktivieren einer entsprechenden Antriebsquelle, beispielsweise eines Verbrennungsmotors, eines Elektromotors und/oder einer Kombination aus beiden im Sinne eines Hybridantriebs zunächst die Wärmesenke nicht aktiviert ist. Unmittelbar nach Aktivierung der Antriebsquelle des Fahrzeugs findet dann entsprechend zumindest einem der genannten Kriterien zur Aktivierung gegebenenfalls eine Aktivierung der Wärmesenke statt. Vorteilhaft kann so sichergestellt werden, dass die Wärmesenke, die mittels von der Antriebsquelle oder Energiespeicher bereitgestellter Energie versorgt wird, nur bei einem wirklichen Bedarf aktiviert wird und somit vorteilhaft einen möglichst geringen Energieverbrauch verursacht. Es ist denkbar, zwei oder mehr der genannten Kriterien zur Aktivierung abzu prüfen und diese beispielsweise mit einem Oder-Glied zu verknüpfen, so dass die Wärmesenke aktiviert wird, sobald eine der Bedingungen erfüllt ist. Vorteilhaft kann so ein Kompromiss zwischen einem minimalen Energieverbrauch und einer maximalen Sicherheit, beispielsweise durch eine beschlagfrei gehaltene Scheibe, gewährleistet werden. Um den Betrieb der Wärmesenke so kurz wie möglich zu halten, insbesondere um vorteilhaft einen Verschleiß und/oder Energieverbrauch zu minimieren, kann diese bei Zutreffen der Deaktivierungskriterien wieder deaktiviert werden. Dabei ist es denkbar, um eine maximale Sicherheit zu gewährleisten, zumindest zwei der Kriterien oder alle der Kriterien mit einem Und-Glied abzu prüfen und die Wärmesenke nur dann zu deaktivieren, wenn die entsprechend verknüpften Kriterien gleichermaßen erfüllt sind.

[0009] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist ein Ermitteln der Ist-Innenraumfeuchte des Innenraums mittels einer dem Innenraum zugeordneten Feuchtesensorvorrichtung vorgesehen. Vorteilhaft kann die Innenraumfeuchte mittels üblicher Sensoren, beispielsweise in Prozent relativer Feuchte, als Dampfdruck oder als Taupunkt mittels der Feuchtesensorvorrichtung ermittelt werden.

[0010] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Ermitteln des Taupunkts mittels der Ist-Innenraumfeuchte und einer Ist-Innenraumtemperatur des Innenraums vorgesehen. Der Taupunkt kann mittels einer geeigneten Vorrichtung, beispielsweise einer Berechnungsvorrichtung der Klimatisierung ermittelt werden.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens sind ein Vorgeben oder Ermitteln der Soll-Innenraumfeuchte und/oder ein Vorgeben oder Ermitteln des Schwellwerts und/oder ein Vorgeben oder Ermitteln der Soll-Verdampfer-temperatur und/oder ein Vorgeben oder Ermitteln der Soll-Verdampfer-temperatur und/oder ein Vorgeben oder Ermitteln des Erhöhungsoperators und/oder ein Vorgeben oder Ermitteln des weiteren Erhöhungsoperators vorgesehen. Vorteilhaft können die genannten Größen zumindest teilweise oder alle zusammen Teil einer Regelung zum Klimatisieren des Innenraums des Fahrzeugs sein, wobei diese gesteuert oder selbst Regelgröße eines entsprechenden Regelkreises und/oder gegebenenfalls Führungsgröße für einen nachgeschalteten Regelkreis sein können.

[0012] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Einstellen der Ist-Verdampfer-temperatur vorgesehen. Dies kann vorteilhaft mittels eines die Wärmesenke ansteuernden Reglers geschehen.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Wärmesenke einen Klimakompressor und einen diesem nachgeschalteten Verdampfer aufweist. Der Klimakompressor kann mittels von der Antriebsquelle oder Energiespeicher bereitgestellter Energie, beispielsweise elektrischer und/oder mechanischer Energie, angetrieben werden. Mittels des nachgeschalteten Verdampfers kann eine Kälteleistung der Wärmesenke bereitgestellt werden. Es ist denkbar, dass dem Klimakompressor und/oder dem Verdampfer weitere Stellemente, beispielsweise ein steuerbares Expansionsventil zum Einstellender Kälteleistung und/oder der Ist-Verdampfer-temperatur zugeordnet sind.

[0014] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Ermitteln der Scheibentemperatur mittels einer der Scheibe zugeordneten Scheibentemperaturmessvorrichtung vorgesehen. Vorteilhaft kann mittels der Messvorrichtung die Scheibentemperatur gemessen und einer entsprechend nachgeschalteten Regel- und/oder Steuervorrichtung der Klimatisierung bereitgestellt werden.

[0015] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens sind ein Anwenden des Erhöhungsoperators als additiver Offset und/oder ein Anwenden des Erhöhungsoperators als auf eine absolute Temperaturskala angewandter Faktor und/oder ein Anwenden des weiteren Erhöhungsoperators als additiver Offset und/oder ein Anwenden des weiteren Erhöhungsoperators als auf eine absolute Temperaturskala angewandter Faktor vorgesehen. Vorteilhaft kann ein Offset auf einfache Art und Weise den entsprechenden Signalen hinzuaddiert werden. Mittels des Offsets kann ein Sicherheitsabstand, beispielsweise zum sicheren Gewähren einer beschlagfrei ge-

haltenen Scheibe des Innenraums eingestellt werden.

[0016] Bei der absoluten oder relativen Temperaturskala kann es sich beispielsweise um eine Temperaturskala in der Einheit Kelvin handeln.

[0017] Die Aufgabe ist außerdem bei einem Fahrzeug mit einer Klimatisierung des Innenraums des Fahrzeugs mittels einer dem Innenraum zugeordneten Wärmesenke gelöst, wobei die Klimatisierung zum Durchführen eines vorab beschriebenen Verfahrens eingerichtet, konstruiert und/oder ausgelegt ist. Es ergeben sich die vorab beschriebenen Vorteile.

[0018] Die Erfindung ist insbesondere im technischen Kontext von Klimavollautomaten einsetzbar. Dabei wird bisher der Klimakompressor im „AUTO-Modus“ obligatorisch betrieben, sobald die Außentemperatur einen Grenzwert überschreitet. Im gemäßigten Außentemperaturbereich (2...18°C) wird die vom Klimagerät angesaugte Luft abgekühlt, um danach durch einen Wärmetauscher erwärmt zu werden. Bei extern geregelten Kompressoren ist eine maximale Verdampfertemperaturen von ca. 10°C realisierbar, bei älteren Modellen wird grundsätzlich auf 2°C nach Verdampfer geregelt. Dem zufolge wird beim extern geregelten Kompressor z. B. bei einer Außentemperatur von 18°C und einer Sollausblasttemperatur von 20°C die eintretende Luft auf 10°C abgekühlt und anschließend wieder um 10 K erwärmt. Die Luft wird dabei nur dann entfeuchtet, wenn die Außenfeuchte so hoch ist, dass der Taupunkt bei 10°C (höchstmögliche Temperatur am Verdampfer) unterschritten wird. Möchte der Fahrer den Kompressor abschalten, muss er bisher den Kompressor manuell deaktivieren. Entsteht nachfolgend ohne Kompressorbetrieb Scheibenbeschlag oder wird die gewünschte Innenraumtemperatur oder Innenraumfeuchte überschritten, so muss der Fahrer den Kompressor wieder manuell aktivieren. Es versteht sich, dass eine derartige manuelle Aktivierung und Deaktivierung einen erhöhten Energieverbrauch zur Folge hat.

[0019] Um den Energieverbrauch und damit die vom Fahrzeug generierte CO₂-Emission zu reduzieren werden durch die Erfindung die Einschaltzeiten für den Klimakompressor auf ein einen sicheren Fahrbetrieb garantierendes und dem Erreichen/Erhalt von Klimakomforts notwendiges Maß begrenzt.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von

den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Erfindung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0021] Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Funktionsprinzips einer Klimatisierung eines Innenraums eines Fahrzeugs; und

[0022] Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Schaltlogik zum Aktivieren oder Deaktivieren eines Kompressors der in Fig. 1 gezeigten Klimatisierung.

[0023] Fig. 1 zeigt für ein mittels des Bezugszeichens 1 angedeutetes Fahrzeug eine schematische Ansicht eines Klimasteuergerätes (Klimatisierung) 3 für einen nicht näher dargestellten Innenraum des Fahrzeugs 1. Die Klimatisierung 3 weist als Eingang 5 als Störgrößen eine Sonnenintensität 7 und eine Außentemperatur 11 auf. Als Führungsgröße ist eine Temperaturdifferenz 9 aus einer Soll-Innenraumtemperatur und einer Ist-Innenraumtemperatur des Innenraums des Fahrzeugs 1 vorgesehen. Die Störgrößen Sonnenintensität und Außentemperatur können mittels geeigneter Sensorvorrichtungen des Fahrzeugs 1 ermittelt und/oder geschätzt werden und sind auf die Temperaturdifferenz 9 aufgeschaltet. Der Eingang 5 wird an einen Regler 13 weitergeleitet, der diesen in eine Regelungskennziffer, beispielsweise zwischen 0 und 255, umsetzt. Mittels der Regelungskennziffer des Reglers 13 wird ein Ausgang 15 gesteuert. Der Ausgang 15 weist als Stellgrößen eine Gebläsespannung 17, eine Soll-Verdampfertemperatur 19 eines Verdampfers der Klimatisierung 3 sowie eine Klappenstellung 21 zur Steuerung einer Luftverteilung des Innenraums des Fahrzeugs 1 auf. Bei der Soll-Verdampfertemperatur 19 kann es sich alternativ und/oder zusätzlich auch um einen Ausblastemperatur an dem Innenraum zugeordneten Ausblasöffnungen zum Einblasen von Luft in den Innenraum handeln. Näherungsweise kann jedoch angenommen werden, dass die Soll-Verdampfertemperatur 19 der Ausblastemperatur plus einem konstanten oder variablen Nacherwärmungsoffset entspricht. Zum Einstellen einer entsprechenden Ist-Verdampfertemperatur beziehungsweise der sich daraus ergebenden Ausblastemperatur kann ein entsprechender, nicht näher dargestellter Führungsregler zur Steuerung der Wärmesenke beziehungsweise des nicht näher dargestellten Kompressors und Verdampfers der Wärmesenke vorgesehen sein.

[0024] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer Schaltlogik zum Aktivieren und Deaktivieren einer Wärmesenke 23 des Fahrzeugs 1. Die Wärmesenke 23 weist einen Kompressor 25 sowie einen diesem nachgeschalteten Verdampfer 27 eines Kältekreislaufs auf. Entsprechend der Vorgabe des Reglers 13 beziehungsweise der Soll-Verdampfertempe-

ratur **19** weist der Verdampfer **27** eine Ist-Verdampfer-temperatur **29** auf. Das Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren der Wärmesenke **23** kann durch Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren des Kompressors **25** erfolgen.

[0025] In die Schaltlogik geht eine mittels einer nicht näher dargestellten Feuchtesensorvorrichtung ermittelbare Ist-Innenraumfeuchte **31** ein. Die Feuchtesensorvorrichtung ist dazu dem nicht näher dargestellten Innenraum des Fahrzeugs **1** zugeordnet. Ferner geht eine vorgegebene oder vorgebbare Soll-Innenraumfeuchte **33** in die in **Fig. 2** dargestellte Logik ein. Die absolute Feuchte bzw. der Wassergehalt kann auch am Messort der Scheibentemperatur ermittelt werden. Durch Kenntnis dieser Größe (n) und der Innenraumtemperatur wird dann die relative Ist-Innenraumfeuchte bezogen auf die Innenraumtemperatur ermittelt. Mittels der Ist-Innenraumfeuchte **31** und einer mittels einer nicht näher dargestellten Temperaturmessvorrichtung zum Ermitteln einer Ist-Innenraumtemperatur des Innenraums des Fahrzeugs **1** kann ein Taupunkt **35** ermittelt werden, der ebenfalls in die in **Fig. 2** dargestellte Logik eingeht. Zum Erhöhen des Taupunkts **35** geht ein Offset **37** ein. Ferner gehen die Ist-Verdampfer-temperatur **29** sowie eine maximal einstellbare Soll-Verdampfer-temperatur **39** ein. Schließlich gehen ein weiterer Offset **43**, eine mittels einer Scheibentemperaturmessvorrichtung ermittelbare Scheibentemperatur **45** sowie ein Schwellwert **47** ein. Ferner kann vorgesehen sein, eine Aktivierung des Kompressors, falls eine Ausblastemperatur ohne Kompressor nicht erreicht wird.

[0026] Die Wärmesenke **23** wird mittels eines Aktivierungsflags **49** aktiviert, das Ergebnis eines Oder-Glieds **51** ist. Das Oder-Glied **51** verarbeitet ein erstes Aktivierungssignal **53** und ein zweites Aktivierungssignal **55**. Das erste Aktivierungssignal **53** ist Ergebnis eines ersten Vergleichs **57**, der ermittelt, ob eine Feuchtedifferenz **59** kleiner ist als der Schwellwert **47**. Für diesen Fall wird das erste Aktivierungssignal **53** gesetzt, andernfalls nicht. Die Feuchtedifferenz **59** wird mittels eines ersten Differenzglieds **61** als die Soll-Innenraumfeuchte **33** minus die Ist-Innenraumfeuchte **31** ermittelt.

[0027] Das zweite Aktivierungssignal **55** ist Ergebnis eines zweiten Vergleichs **65**, der ermittelt, ob ein Sicherheitstaupunkt **67** größer ist als die Scheibentemperatur **45**. Falls dies der Fall ist, wird das zweite Aktivierungssignal **55** gesetzt, andernfalls nicht. Der Sicherheitstaupunkt **67** wird mittels eines ersten Summierglieds **63** ermittelt, das dem Taupunkt **35** den Offset **37** hinzuaddiert.

[0028] Für den Fall, dass das erste Aktivierungssignal **53** oder das zweite Aktivierungssignal **55** oder beide Aktivierungssignale gesetzt sind, wird mittels

des Oder-Glieds **51** das Aktivierungsflag **49** zum Aktivieren der Wärmesenke **23** beziehungsweise zum Einschalten des Kompressors **25** des Fahrzeugs **1** gesetzt.

[0029] Zum Deaktivieren der Wärmesenke **23** beziehungsweise zum Ausschalten des Kompressors **25** des Fahrzeugs **1** dient ein Deaktivierungsflag **71**, das zum Ausschalten entsprechend setzbar ist. Das Deaktivierungsflag **71** wird mittels eines Und-Glieds **73** generiert, das ein erstes Deaktivierungssignal **75** und ein zweites Deaktivierungssignal **77** verarbeitet.

[0030] Das erste Deaktivierungssignal **75** wird mittels eines dritten Vergleichs **79** bereitgestellt. Der dritte Vergleich **79** ermittelt, ob eine Verdampfer-temperatursicherheitsdifferenz **81** kleiner ist als eine Taupunktdifferenz **83**. Die Taupunktdifferenz **83** wird mittels eines dritten Differenzglieds **41** ermittelt, das von der Scheibentemperatur **45** den Taupunkt **35** abzieht. Falls die Verdampfer-temperatursicherheitsdifferenz **81** kleiner ist als die Taupunktdifferenz **83**, wird das erste Deaktivierungssignal **75** gesetzt, andernfalls nicht.

[0031] Die Verdampfer-temperatursicherheitsdifferenz **81** wird mittels eines zweiten Summierglieds **69** erzeugt. Das zweite Summierglied **69** addiert zu einer Verdampfer-temperaturdifferenz **85** den weiteren Offset **43** hinzu. Die Verdampfer-temperaturdifferenz **85** wird mittels eines zweiten Differenzglieds **87** ermittelt. Das zweite Differenzglied **87** zieht von der maximal einstellbaren Soll-Verdampfer-temperatur **39** die Ist-Verdampfer-temperatur **29** ab und bildet so die Verdampfer-temperaturdifferenz **85**.

[0032] Das zweite Deaktivierungssignal **77** wird mittels eines vierten Vergleichs **89** bereitgestellt. Der vierte Vergleich **89** ermittelt, ob die Feuchtedifferenz **59** größer ist als die Verdampfer-temperatursicherheitsdifferenz **81**. Falls dies der Fall ist, wird das zweite Deaktivierungssignal **77** gesetzt, andernfalls nicht.

[0033] Die Differenz zwischen Soll- und Ist-Innenraumfeuchte kann in eine Temperaturdifferenz (in Grad K) bezogen auf die Verdampfer-temperatur umgerechnet werden.

[0034] Die Soll-Innenraumfeuchte **33** sowie die Ist-Innenraumfeuchte **31** können in Form einer Temperatur vorliegen beziehungsweise in eine solche umgerechnet werden, bevor sie dem dritten Differenzglied **41** zugeführt werden, wobei diese dann Taupunkten entsprechen. Insbesondere kann die Ist-Innenraumfeuchte **31** in Form des Taupunkts **35** vorliegen. In diesem Fall kann auch der Schwellwert **47** als Temperatur vorliegen. Es ist jedoch auch möglich, den Schwellwert **47** in einer anderen Einheit, beispielsweise in Relativer Feuchte oder als Dampf-

druck vorzugeben. Entsprechend müssen die Feuchtedifferenz **59** beziehungsweise die Ist-Innenraumfeuchte **31** und die Soll-Innenraumfeuchte **33** in die entsprechende Einheit überführt werden. Gegebenenfalls können die Vergleiche **57** und **89** in unterschiedlichen Einheiten durchgeführt werden.

[0035] Alternativ und/oder zusätzlich ist es möglich, den Offset **37** und/oder den weiteren Offset **43** auf Null zu setzen oder die entsprechenden Summienglieder **63**, **69** entfallen zu lassen. Gegebenenfalls ist es möglich, die Offsets **37** und/oder **43** durch Anwenden von Faktoren auf die entsprechenden Temperaturgrößen zu ersetzen.

[0036] Der Kompressor **25** der Wärmesenke **23** ist nach einem Signal 'Zündung ein' und kurz nach einem Motorstart des Fahrzeugs **1** noch ausgeschaltet. Zu diesem Zeitpunkt findet eine Entscheidung über eine erste Inbetriebnahme des Kompressors **25** für einen entsprechend bevorstehenden Fahrzyklus statt. Dies kann entsprechend des Aktivierungsflags **49** geschehen.

[0037] Zur Entscheidung, ob der Kompressor **25** überhaupt eingeschaltet wird, können die Ist-Innenraumfeuchte **31**, die Soll-Innenraumfeuchte **33**, der Taupunkt **35** sowie der Offset **37** zu den Aktivierungssignalen **53** und **55** verrechnet werden.

[0038] Nur wenn zumindest eines der Aktivierungssignale **53** und **55** gesetzt ist, wird das Aktivierungsflag **49** zur erstmaligen Inbetriebnahme des Kompressors **25** gesetzt. Ansonsten bleibt der Kompressor **25** vorteilhaft ausgeschaltet, so dass ein hierdurch sonst verursachter Mehrverbrauch und/oder Verschleiß vermieden beziehungsweise eingespart werden kann.

[0039] Während des Fahrzyklus des Fahrzeugs **1** werden die Bedingungen des ersten Vergleichs **57** und des zweiten Vergleichs **65** zyklisch abgeprüft, so dass, sobald eines der Aktivierungssignale **53** oder **55** gesetzt wird, während des Fahrzyklus der Kompressor **25** eingeschaltet wird.

[0040] Falls dies der Fall ist, werden zyklisch der dritte Vergleich **79** und der vierte Vergleich **89** zum Ermitteln der Deaktivierungssignale **75** und **77** betrieben, wobei vorteilhaft gegebenenfalls das Deaktivierungsflag **71** zum Abschalten des Kompressors **25** gesetzt wird, wobei vorteilhaft Kraftstoff eingespart werden kann.

[0041] Bei der maximal einstellbaren Soll-Verdampfer Temperatur **39** kann es sich um eine Temperatur handeln, die mittels eines nicht näher dargestellten Regelkreises zur Steuerung der Wärmesenke **23** maximal eingestellt werden kann, beispielsweise 10°C .

[0042] Die applikative Umsetzung der Erfindung kann folgendermaßen erfolgen:

1. Kompressor anfordern

[0043] Der Kompressor wird vom Klimasteuergerät nur angefordert bzw. eingeschaltet, wenn:

- Eine manuelle Defrostanforderung vorliegt
- Der Sollwert „LO“ = maximales Kühlen vorliegt
- Die angeforderte Kühlleistung ohne Kompressorbetrieb nicht erreicht wird
- Scheibenbeschlag ohne aktiven Kompressor nicht garantiert werden kann
- Die Sollinnenfeuchte bezogen auf die aktuelle Innenraumtemperatur ohne Kompressorbetrieb nicht erreicht wird
- Eine hohe Anzahl von Ein- und Ausschaltvorgängen innerhalb eines Fahrzyklus überschritten wird.

[0044] Wurde der Kompressor angefordert, so bleibt er mindestens für eine definierte Zeitspanne eingeschaltet.

[0045] Es wird keine Anforderung aktiviert, wenn der Kompressor durch ein höher priorisiertes Abschaltkriterium z. B. manuelle Abwahl des Kompressorbetriebes durch den Kunden ausgeschaltet ist.

[0046] Ferner gilt:

Kompressor bei Kälteleistungsbedarf anfordern

- Anforderung des Kompressors bei Nichterreichen der Sollausblasttemperatur Der Kompressor soll angefordert werden, wenn die Differenz aus Soll- und Istausblasttemperatur (Ausblasepsilon ABL_EPS) vorzeichenbehaftet einen definierten Grenzwert unterschreitet (z. B. $-1,66\text{ K}$, Sonderfall Cabrio offen: -5 K).
- Betrachtet wird das jeweils (vorzeichenbehaftet) kleinste Ausblasepsilon aller Regelzonen.
- Die Anforderung wird nur aktiviert, wenn gleichzeitig die Temperaturklappenwinkel der anfordernden Zone kleiner parametrisierbarem Grenzwert (1%) ist und die Anforderungsbedingung länger als parametrisierbare Entprellzeit (10 sec, Sonderfall Cabrio offen: 20 sec) ununterbrochen anliegt.

$\text{ABL_EPS}_{\text{min}} < \text{Grenzwert} \ \&\& \ \text{TempKlappenwinkel} < \text{Grenzwert} \ \&\& \ \text{Entprellzeit abgelaufen}$

Kompressor bei Gefahr von Scheibenbeschlag anfordern

- Der Kompressor wird angefordert, wenn ein vorgegebener Sicherheitsabstand der Scheibentemperatur zum, vom Feuchtesensor ermittelten Ist-Taupunkt unterschritten wird

- Der Sicherheitsabstand zum Taupunkt wird über Kennlinien in Abhängigkeit von Faktoren die die Beschlagswahrscheinlichkeit beeinflussen ermittelt/vorgegeben

(Außentemperatur, Umluftklappenwinkel, Kompressorstatus im letzten Fahrzyklus, Wischerbetrieb, Sonnenintensität, Fahrgeschwindigkeit etc)

Taupunkt + Sicherheitsabstand > Scheibentemp
&& Entprellzeit abgelaufen

Kompressor bei Überschreitung
der Komfortfeuchte anfordern

- Der Kompressor wird angefordert wenn die über den Feuchtesensors ermittelte Ist-Innenfeuchte eine Soll-Innenfeuchte bezogen auf die Innenraumtemperatur des Fahrzeuges (Vorgabe einer Sollfeuchte in Abhängigkeit der Innenfühler-temperatur) um einen parametrisierbaren Schwellenwert (z. B. 0%) überschreitet.
- Der Schwellenwert muss für eine parametrisierbare Zeitdauer (45 sec) ununterbrochen überschritten sein, ehe der Kompressor eingeschaltet wird

Relative Sollinnenfeuchte < Relative Istinnenfeuchte (beides bezogen auf die Innenraumtemp)
&& Entprellzeit abgelaufen

Kompressoranforderung, weil
Mindesteinschaltzeit noch nicht überschritten

- Wurde der Kompressor angefordert, so ist eine parametrisierbare Mindestlaufzeit (z. B. 120 sec) des Kompressors einzuhalten, ehe er wieder ausgeschaltet werden kann, auch wenn alle sonstigen Anforderungskriterien nicht mehr erfüllt sind.

[0047] Alle andere Kompressorabschaltungen z. B. im Fehlerfall, Hoch- oder Niederdruckerkennung, bei zu niedriger Außentemperatur, manueller Abwahl des Kompressors durch den Kunden oder Abschaltungen über Motorsteuergerät und im aktiven Start-Stoppbetrieb haben gegenüber einer Anforderung wie oben beschrieben, Priorität.

2. Kompressoranforderung zurücknehmen
bzw. Kompressor ausschalten

[0048] Eine Kompressoranforderung kann auch im aktiven Fahrzyklus wieder deaktiviert bzw. zurückgenommen werden wenn:

- Keine manuelle Defrostanforderung mehr vorliegt
- kein Sollwert „LO“ = maximales Kühlen vorliegt
- kein manueller oder automatischer Umluftbetrieb vorliegt

und wenn errechnet oder abgeschätzt werden kann, das:

- ohne Kompressorbetrieb kein Scheibenbeschlag auftritt
- die Sollausblasttemperatur auch ohne Kompressorbetrieb erreicht werden kann
- Die Sollinnenfeuchte bezogen auf die aktuelle Innenraumtemperatur Innenraumtemperatur auch ohne Kompressorbetrieb nicht überschritten wird

sofern nicht eine vorgegebene maximaler Anzahl von Ein/Aus-Schaltvorgängen bezogen auf das oben beschriebene Handling überschritten und eine vorgegebene Kompressormindestlaufzeit nicht unterschritten sind.

[0049] Eine Anforderung kann auch zurückgenommen werden, wenn der Kompressor über Außentemperatur, manuelle Abwahl durch den Kunden (AC off) oder im aktiven Stoppbetrieb ausgeschaltet ist, sofern die Bedingungen dafür erfüllt sind.

[0050] Der Kompressor wird erst ausgeschaltet, wenn keine Kompressoranforderung mehr vorliegt.

[0051] Ferner gilt:

Zurücknahme der Kompressoranforderung
aufgrund Kälteleistungsbedarf

- Die Kompressoranforderung aufgrund Kälteleistungsbedarf kann zurückgenommen werden, wenn die kleinste Sollausblasttemperatur aller Zonen größer ist als die Außentemperatur plus parametrisierbaren Frischluftaufheizungsoffset (z. B. 5 K, Sonderfall Cabrio Dach offen: 2 K)
- Die Zurücknahme der Kompressoranforderung erfolgt nur, wenn gleichzeitig der Kompressor-Soll-Strom kleiner einem parametrisierbarem Schwellenwert, (600 mA)

Auablastemp_min > Außentemp + Nacherwärmungsoffset && Kompr_Strom < Grenzwert && Entprellzeit abgelaufen

Zurücknahme der Kompressoranforderung
aufgrund Gefahr des Scheibenbeschlags
ohne Einsatz eines Außenfeuchtesensors

- Die Kompressoranforderung aufgrund von erkannter Beschlagsgefahr kann zurückgenommen werden, wenn ein korrigierter Taupunkt- abstand inklusive des vorgegebenen Sicherheitsabstandes größer ist als die Summe der momentanen Entfeuchtungsleistung des Verdampfers bezogen auf das generelle Entfeuchtungspotential des Verdampfers und dem angenommenen Feuchtepotential der Außenluft
- Das Feuchtepotential der Außenluft wird über eine Kennlinie in Abhängigkeit der Außentem-

peratur vorgegeben und beruht auf Erfahrungswerten. Hierbei werden mittlere relative Feuchten (100...60%) der Außenluft angenommen

- Die Kompressoranforderung aufgrund erkannter Beschlagsgefahr wird zurückgenommen wenn: „die maximale Sollverdampfer Temperatur“ minus „Verdampfer-Isttemperatur“ (= momentanes Entfeuchtungspotential des Verdampfers) plus dem „angenommenes Feuchtepotential der Außenluft“ kleiner als der korrigierte Taupunktabstand ist

$(\text{Verd_Max_Temp} - \text{Verdampfer Temperatur}) + \text{Feuchtepotential} (= \text{Offset Temperaturabstand}) < (\text{Scheibentemp} - \text{Taupunkt} + \text{Sicherheitsabstand_Beschlag}) \ \&\& \text{Entprellzeit abgelaufen}$

Zurücknahme der Kompressoranforderung aufgrund Komfortfeuchte ohne Einsatz eines Außenfeuchtesensor

- Die Kompressoranforderung aufgrund von erkannter Komfortfeuchte bezogen auf die Innenraumtemperatur kann zurückgenommen werden, wenn das verdampfer Temperaturbezogene Äquivalent zur Abweichung Soll- zu Istinnenfeuchte größer ist als die Summe aus vorgegebenen Sicherheitsabstandes und der momentanen Entfeuchtungsleistung des Verdampfers bezogen auf das generelle Entfeuchtungspotential des Verdampfers und dem angenommenen Feuchtepotential der Außenluft

- Das Feuchtepotential der Außenluft wird über eine Kennlinie in Abhängigkeit der Außentemperatur vorgegeben und beruht auf Erfahrungswerten. Hierbei werden mittlere relative Feuchten (100...60%) der Außenluft angenommen.

$\text{EPS_Verdampfer_Innefeuchte} > (\text{Verd_Max_Temp} - \text{Verdampfer Temperatur}) + \text{Feuchtepotential} (= \text{Offset Temperaturabstand}) + \text{Sicherheitsabstand_Innenfeuchte} \ \&\& \text{Entprellzeit abgelaufen}$

3. Wiederausschaltkorrektur in Abhängigkeit der Einschalthäufigkeit pro Zeitintervall

[0052] Wird der Kompressor innerhalb einer parametrisierbaren Zeitspanne (z. B. 15 min) mehr als Grenzwert (z. B. ein oder 2mal) über ein und denselben Anforderungsgrund (Beschlags-Feuchte, Komfortfeuchte bzw. Kälteleistungsbedarf) eingeschaltet, so wird die betreffende Wiederausschaltgrenze angehoben.

a) für Ausblasttemperaturepsilon (Kälteleistungsbedarf) wird der Wert "Frischluftaufheizungsoffset" um Parameter „Zusatz-Offset“ (z. B. = 1 K), angehoben, bei jeder weiteren gleichen Kompressoranforderung darüber hinaus wird "Zusatz-Offset" erneut um 1 K erhöht und damit die Wiederausschaltbedingung verschärft

b) für Komfortfeuchte, wird der Wert "angenommenes Feuchtepotential der Außenluft" um Parameter "Zusatz-Offset" (default = 1 K) angehoben, bei jeder weiteren gleichen Kompressoranforderung, darüber hinaus wird "Zusatz-Offset" erneut um 1 K erhöht und damit die Wiederausschaltbedingung verschärft

c) für Beschlags-Feuchte, wird der Wert "angenommenes Feuchtepotential der Außenluft" um Parameter "Zusatz-Offset" (z. B. = 1 K) angehoben, bei jeder weiteren gleichen Kompressoranforderung, darüber hinaus wird "Zusatz-Offset" erneut um z. B. 1 K erhöht und damit die Wiederausschaltbedingung verschärft.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
3	Klimatisierung
5	Eingang
7	Sonnenintensität
9	Temperaturdifferenz
11	Außentemperatur
13	Regler
15	Ausgang
17	Gebältespannung
19	Soll-Verdampfer Temperatur
21	Klappenstellung
23	Wärmesenke
25	Kompressor
27	Verdampfer
29	Ist-Verdampfer Temperatur
31	Ist-Innenraumfeuchte
33	Soll-Innenraumfeuchte
35	Taupunkt
37	Offset
39	Soll-Verdampfer Temperatur
41	drittes Differenzglied
43	Offset
45	Scheibentemperatur
47	Schwellwert
49	Aktivierungsflag
51	Oder-Glied
53	erstes Aktivierungssignal
55	zweites Aktivierungssignal
57	erster Vergleich
59	Feuchtedifferenz
61	erstes Differenzglied
63	erstes Summierglied
65	zweiter Vergleich
67	Sicherheitstaupunkt
69	zweites Summierglied
71	Deaktivierungsflag
73	Und-Glied
75	erstes Deaktivierungssignal
77	zweites Deaktivierungssignal
79	dritter Vergleich
81	Verdampfer Temperatursicherheitsdifferenz

- 83 Taupunktdifferenz
- 85 Verdampfertemperaturdifferenz
- 87 zweites Differenzglied
- 89 vierter Vergleich

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0316545 B1 [0002]
- DE 102004025010 B3 [0002]
- DE 102007007440 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Fahrzeugs (1) mittels einer dem Innenraum zugeordneten Wärmesenke (23), mit Steuern der Wärmesenke (23), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren der Wärmesenke (23) erfolgt, falls ermittelt wird, dass zu erwarten ist, dass bei deaktivierter Wärmesenke (23) kein Beschlag von Innenraumscheiben des Fahrzeugs (1) auftritt, eine Soll-Innenraumtemperatur, eine Soll-ausblastemperatur erreicht und/oder eine Soll-Innenraumfeuchte bei der vorhandenen Innenraumtemperatur nicht überschritten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, mit Steuernder Wärmesenke (23) nach zumindest einem Kriterium der folgenden Gruppe:

- Aktivieren der Wärmesenke (23), falls eine vorzeichenbehaftete Feuchtedifferenz (59) einer Soll-Innenraumfeuchte (33) minus einer Ist-Innenraumfeuchte (31) einen Schwellwert (47) unterschreitet,
- Aktivieren der Wärmesenke (23), falls ein Taupunkt (35) des Innenraums größer ist als eine Ist-Scheibentemperatur (45) einer den Innenraum abgrenzenden Scheibe,
- Aktivieren der Wärmesenke (23), falls ein durch Anwenden eines Erhöhungsoperators auf den Taupunkt (35) ermittelbarer Sicherheitstaupunkt (67) größer ist als die Ist-Scheibentemperatur (45),
- Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls eine Verdampfertemperaturdifferenz (85) einer maximal einstellbaren Soll-Verdampfertemperatur (39) der Wärmesenke (23) minus einer vorhandenen Ist-Verdampfertemperatur (29) der Wärmesenke (23) kleiner ist als eine Taupunktdifferenz (83) der Scheibentemperatur (45) minus des Taupunkts (35),
- Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls eine durch Anwenden eines weiteren Erhöhungsoperators auf die Verdampfertemperaturdifferenz (85) ermittelbar Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz (81) kleiner ist als die Taupunktdifferenz (83),
- Deaktivieren der Wärmesenke (23), falls die Feuchtedifferenz (59) größer ist als die Verdampfertemperaturdifferenz (85) oder die Verdampfertemperatursicherheitsdifferenz (81).

3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, mit:

Ermitteln der Ist-Innenraumfeuchte (31) des Innenraums mittels einer dem Innenraum zugeordneten Feuchtesensorvorrichtung oder einer Feuchtesensorvorrichtung am Ort der Erfassung der Scheibentemperatur durch Berechnung

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- Ermitteln des Taupunkts (35) mittels der Ist-Innenraumfeuchte (31) und einer Ist-Innenraumtemperatur des Innenraums.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:

- Vorgeben oder Ermitteln der Soll-Innenraumfeuchte (33),
- Vorgeben oder Ermitteln des Schwellwerts (47),
- Vorgeben oder Ermitteln der Soll-Verdampfertemperatur (19),
- Vorgeben oder Ermitteln des Erhöhungsoperators,
- Vorgeben oder Ermitteln des weiteren Erhöhungsoperators.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:

- Einstellen der Ist-Verdampfertemperatur (29).

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wärmesenke (23) einen Kompressor (25) und einen diesem nachgeschalteten Verdampfer (27) aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:

- Ermitteln der Scheibentemperatur (45) mittels einer der Scheibe zugeordneten Scheibentemperaturmessvorrichtung.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:

- Anwenden des Erhöhungsoperators als additiver Offset (37),
- Anwenden des Erhöhungsoperators als ein auf eine absolute oder relativen Temperaturskala angewandter Faktor,
- Anwenden des weiteren Erhöhungsoperators als weiterer additiver Offset (43),
- Anwenden des weiteren Erhöhungsoperators als ein auf eine absolute oder relativen Temperaturskala angewandter Faktor.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren der Wärmesenke (23) durch Nicht-Aktivieren oder Deaktivieren eines der Wärmesenke (23) zu geordneten Kompressors (25).

11. Fahrzeug (1) mit einer Klimatisierung (3) eines Innenraums des Fahrzeugs (1) mittels einer dem Innenraum zugeordneten Wärmesenke (23), wobei die Klimatisierung (3) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet, konstruiert und/oder ausgelegt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

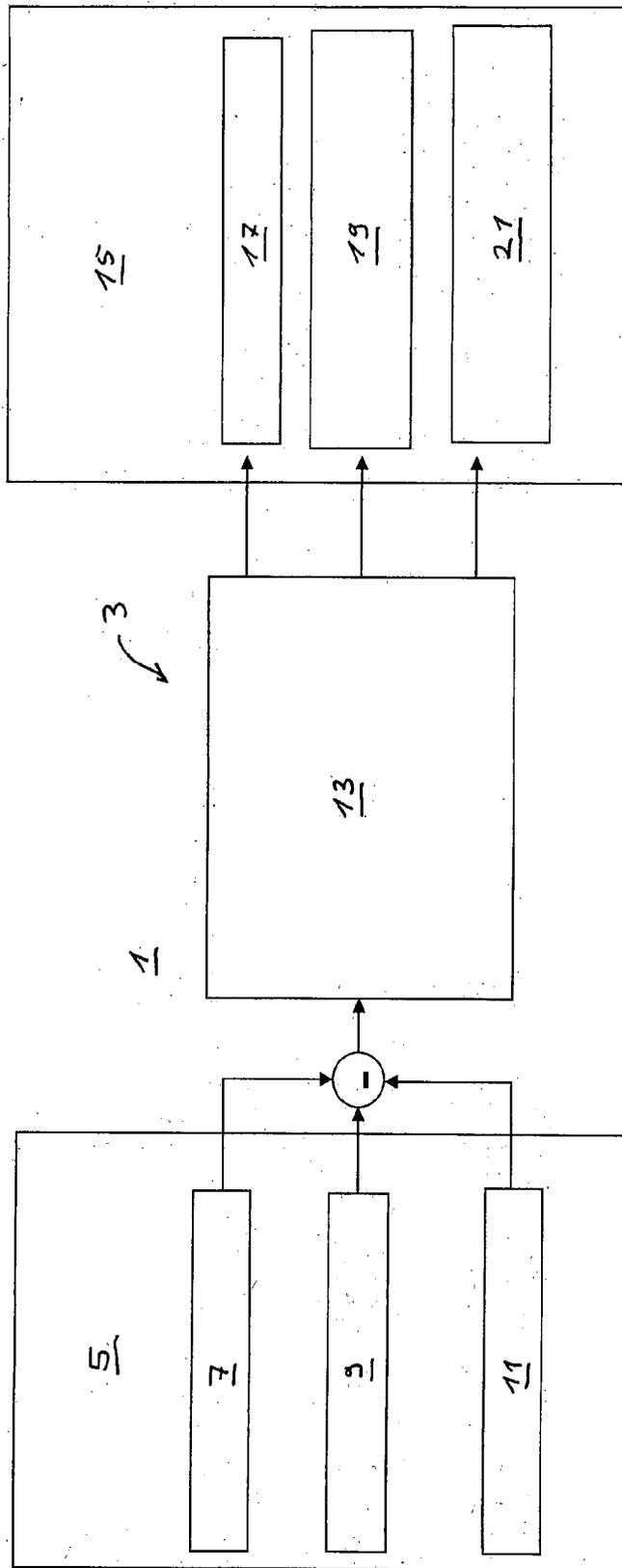


Fig. 1

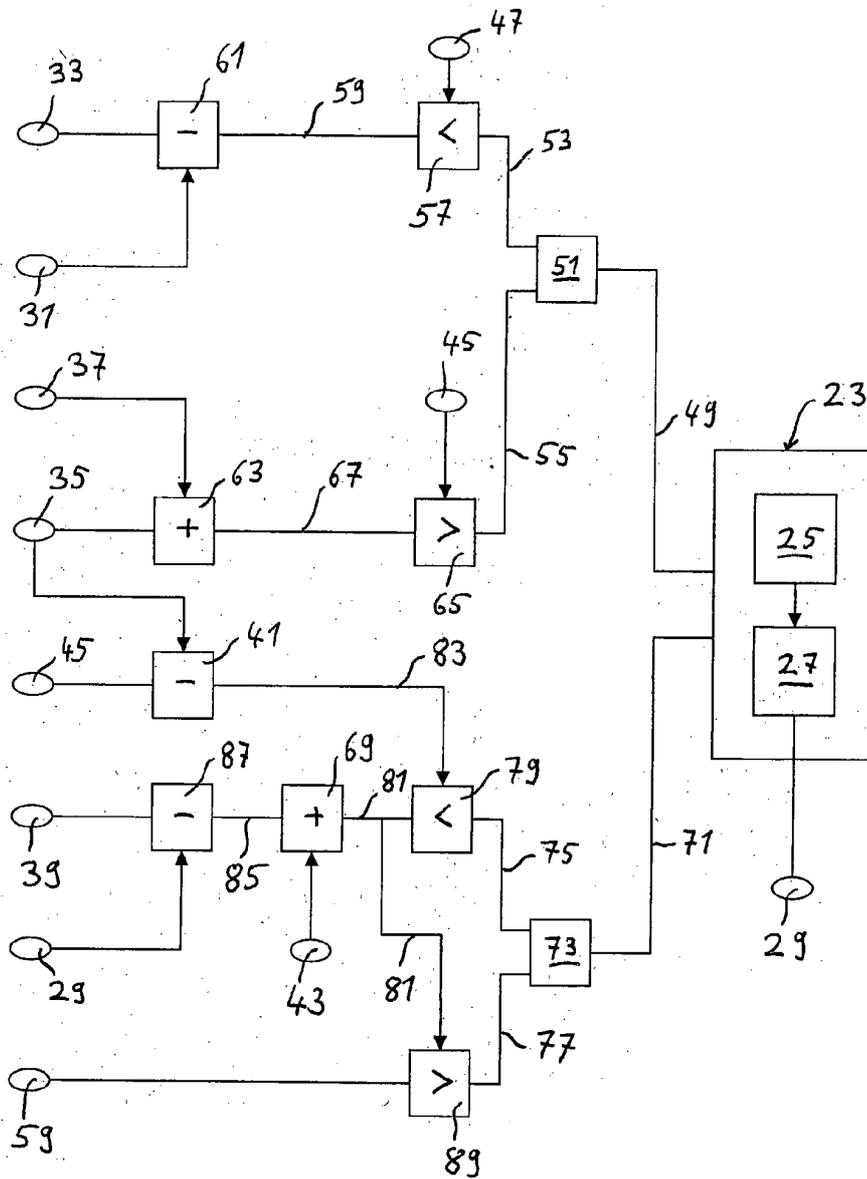


Fig. 2