



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 008 502 B3 2005.08.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 008 502.1

(22) Anmeldetag: 20.02.2004

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 04.08.2005

(51) Int Cl. 7: F24F 11/00
B60H 1/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

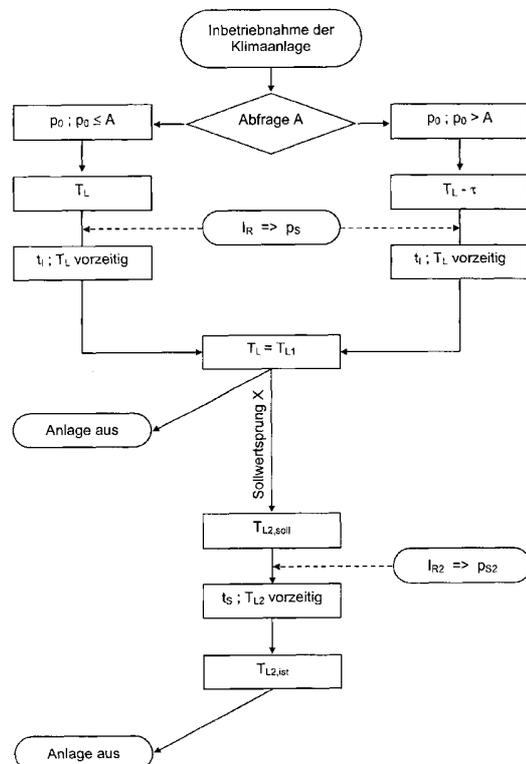
(72) Erfinder:
Hammer, Hans, 85276 Pfaffenhofen, DE;
Schroeder, Dirk, 85107 Baar-Ebenhausen, DE

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

DE 101 38 202 C1
DE 198 46 026 A1
DE 198 05 880 A1
DE 197 45 028 A1
DE 195 22 666 A1
DE 103 12 556 A1
DE 101 56 250 A1
DE 41 24 363 A1
DE 38 43 924 A1

(54) Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem mit einer Regelungseinrichtung eine Temperaturregelung einer Verdampfer-Temperatur durchgeführt wird. Erfindungsgemäß erfolgt bei einer Inbetriebnahme der Klimaanlage in einem ersten Verfahrensschritt eine Temperatursteuerung so, dass in Abhängigkeit wenigstens eines Ruheparameters, vorzugsweise eines Ruhedrucks (p_0) der Klimaanlage, ein Regelstrom (I_R) vorgegeben wird, dem ein bestimmter Saugdruck (p_s) zugeordnet ist, mit dem eine diesem Saugdruck (p_s) entsprechend zugeordnete Verdampfer-Temperatur (T_L) eingestellt wird. Bei Erreichen dieser ruheparameterabhängigen Verdampfer-Temperatur (T_L) wird in einem zweiten Verfahrensschritt auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei einem allgemein bekannten, gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug wird mittels einer Regelungseinrichtung eine Temperaturregelung einer Verdampfer-Temperatur durchgeführt.

[0003] Konkret wird bei einer derartigen Klimaanlage mit einem Temperatursensor die Lufttemperatur nach einem Verdampfer der Klimaanlage ermittelt, wobei hier die Gefahr besteht, dass es insbesondere bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage aufgrund einer etwaigen Trägheit des Temperatursensors am Verdampfer zu einer Verdampfervereisung kommen kann.

Stand der Technik

[0004] Zur Vermeidung einer derartigen Verdampfervereisung ist in der DE 195 22 666 A1 ein Verfahren vorgeschlagen, bei der eine der Verdampfer-Temperatur proportionale Größe und eine der momentan angeforderten Kälteleistung proportionale Größe erfasst wird. In Abhängigkeit dieser beiden Größen wird die Zu- und Abschaltung des Klimaverdichters der Klimaanlage vorgenommen.

[0005] Ein weiteres Verfahren zur Vermeidung einer Verdampfervereisung ist in der DE 101 38 202 C1 beschrieben. Dabei wird bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage eine Druckregelung aktiviert, bei der ein mit einem Niederdrucksensor ermittelter Druck in Richtung auf einen Solldruck geregelt wird, der sich aus einem Sättigungsdruck entsprechend einer von der Temperaturregelung vorgegebenen Solltemperatur abzüglich eines Druckvorhalts ergibt. Der Druckvorhalt wird in Abhängigkeit des Ruhedrucks der Klimaanlage bestimmt. Bei Erreichen der vorgegebenen Solltemperatur wird der Regelvorgang von der Druckregelung auf eine Temperaturregelung übergeben.

[0006] Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermeidung einer Verdampfervereisung in Verbindung mit einer Klimaanlage mit einem Kältemittelkreislauf ist auch aus der DE 197 45 028 A1 bekannt, bei der der Druck eines Klimatisierungsluftstroms am Verdampfer mittels einer entsprechenden Drucksensorik erfasst wird und anschließend die Menge und/oder Temperatur eines dem Verdampfer zugeführten Kältemittels in Abhängigkeit von diesem erfassten Druck des Klimatisierungsluftstroms am Verdampfer eingestellt werden. Mit einer derartigen Verfahrensführung lässt sich die Kälteleistung der Klimaanlage so regu-

lieren, dass einer beginnenden Verdampfervereisung entgegengewirkt wird.

[0007] Weiter ist aus der DE 198 46 026 A1 eine Regeleinrichtung für einen Klimaanlage-Kältemittelkreislauf bekannt, der durch einen Kompressor und ein Entspannungsorgan in eine Hochdruckseite und eine Niederdruckseite unterteilt ist, wobei die Regeleinrichtung einen hochdruckseitigen Regelungsteil und einen niederdruckseitigen Regelungsteil aufweist. Um die Klimaanlage mit relativ geringem regelungstechnischen Aufwand energiesparend und mit hohem Wirkungsgrad relativ exakt und stabil regeln zu können, werden die beiden Regelungsteile miteinander gekoppelt, in dem wenigstens eine Einflussgröße des einen Regelungsteils eine Koppelgröße bildet, die in den anderen Regelungsteil als auch dort wirksame Einflussgröße eingekoppelt ist.

[0008] Weiter ist auch aus der DE 101 56 250 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung einer Klimaanlage mit Saugdruckregelkreis bekannt, der den Kältemittel-Saugdruck eines Kompressors im Kältemittelkreislauf der Klimaanlage regelt, wobei Mittel zur Bestimmung des Saugdruck-Istwertes und eine Einheitsregelung desselben auf einem vorgebbaren Saugdruck-Sollwert durch entsprechende Kompressorsteuerungen vorgesehen sind. Zur Vermeidung der Bereitstellung eines Kältemittel-Saugdrucksensors wird die niederdruckseitige Kältemitteltemperatur an vorgegebener Stelle eines verdampferseitigen Kältemittelkreislaufabschnittes erfasst und der Saugdruck-Istwert in Abhängigkeit von einer niederdruckseitig erfassten Kältemitteltemperatur berechnet.

[0009] Aus der DE 198 05 880 A1 ist ein Verfahren zur Einstellung des Saugdrucks in einem Kältemittelkreislauf einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage bekannt, bei dem ein aktueller Saugdruck bestimmt und mit einem einzustellenden Saugdruck-Sollwert verglichen wird, wobei in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis die Fördermenge eines Kühlmittels im Kältemittelkreislauf eingestellt wird und der einzustellende Saugdruck über eine Drehzahlregelung eines Antriebselementes variiert wird. Dieses Antriebselement ist ein Elektromotor, der von der Regeleinrichtung getaktet angesteuert wird.

[0010] Aus der DE 38 43 924 A1 ist eine Klimaanlage und ein Klimagerät für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem selbst beim Leerlauf des Motors die Drehzahl des Motors gemäß der Kapazität eines Verdichters eingestellt werden kann. Damit soll eine Kraftstoffersparung erreicht und ein Stehenbleiben des Motors verhindert werden.

[0011] Zudem ist aus der DE 41 42 363 A1 ein Verfahren zur Überwachung des Kältemittel-Füllstandes in einer Kälteanlage bekannt, bei dem auf der Hoch-

druckseite des Kältemittelkreislaufes der relative Druck und die Temperatur des Kältemittels gemessen werden. Mit dem gemessenen Druckwert wird anhand einer kältemittelspezifischen Funktion eine diesem zugeordnete Temperatur ermittelt und sodann die Unterkühlung des Kältemittels bestimmt, welche als Maß für den Kältemittel-Füllstand ausgewertet wird.

[0012] Aus der nachveröffentlichten DE 103 12 556 A1 ist ferner eine Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug bekannt, die ein einfach beherrschbares Regelverhalten aufweisen soll und deren Bauteile vor einer Drucküberlastung geschützt sein sollen. Dazu wird ein sogenannter Druckgradient-Sollwert vorgegeben, mittels dem der Druckanstieg vom Niederdruck auf Hochdruck sanft umgesetzt wird, um die Gefahr von Überschwingen über eine Druckobergrenze zu vermeiden.

Aufgabenstellung

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, vorzuschlagen, mit dem ein funktionssicheres Betreiben der Klimaanlage ohne Verdampfervereisung möglich ist.

[0014] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0015] Gemäß Anspruch 1 erfolgt bei Inbetriebnahme der Klimaanlage in einem ersten Verfahrensschritt eine Temperatursteuerung so, dass in Abhängigkeit wenigstens eines Ruheparameters ein Regelstrom vorgegeben wird, dem ein bestimmter Saugdruck zugeordnet ist, mit dem eine diesem Saugdruck entsprechend zugeordnete Verdampfer-Temperatur eingestellt wird. Bei Erreichen dieser ruheparameterabhängigen Verdampfer-Temperatur wird in einem zweiten Verfahrensschritt auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet.

[0016] Vorteilhaft bei diesem Verfahren ist, dass damit funktionssicher die Trägheit der Temperaturregelung der Regelungseinrichtung und damit eine unerwünschte Verdampfervereisung umgangen werden kann. Als Ruheparameter wird dabei vorzugsweise ein Ruhedruck der Klimaanlage gewählt, der beispielsweise über ein hochdruckseitig an einem Kondensator der Klimaanlage montierten Drucksensor erfasst wird. Die Zuordnung zwischen Ruhedruck und Regelstrom ist entsprechend in einer vorab definierten Kennlinie abgelegt, die beispielsweise empirisch ermittelt werden kann. Der dem erfassten Ruhedruck zugeordnete Regelstrom wird an einen Klimaverdichter der Klimaanlage ausgegeben, der beispielsweise ein Proportionalventil aufweist, mittels dem gemäß dem vorgegebenen Regelstrom der zu-

gehörige Saugdruck eingestellt werden kann. Dadurch wird aufgrund dieses Strom-Saugdruck-Zusammenhanges nur der dem erfassten Ruheparameter zugeordnete Saugdruck eingestellt, so dass dadurch die diesem Saugdruck entsprechend zugeordnete Verdampfer-Temperatur eingestellt wird. Bei Erreichen dieser ruheparameterabhängigen Verdampfer-Temperatur, die beispielsweise mittels eines zur Regelungseinrichtung gehörigen Temperatursensors am Verdampfer ermittelt wird, wird in einem zweiten Verfahrensschritt auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet. Mit der Regelstromvorgabe wird vermieden, dass die Verdampfer-Temperatur zu weit unter-schwingt. Die Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen dem Ruheparameter und dem Regelstrom darstellt, definiert ein kontrolliertes und nicht zu weit Unter-kühlen der Verdampfer-Temperatur. Grundsätzlich kann als Ruheparameter neben dem in der obigen Beschreibung verwendeten Ruhedruck der Klimaanlage auch beispielsweise auf die Umgebungstemperatur als Ruheparameter zurückgegriffen werden.

[0017] In einer nächsten konkreten Ausführungsform gemäß Anspruch 2 kann wenigstens eine Lufttemperatur-Sensoreinrichtung vorgesehen sein, mit der ein Lufttemperaturwert nach einem Verdampfer der Klimaanlage als Verdampfer-Temperatur, die dem Saugdruck zugeordnet ist, ermittelt wird. Der in Abhängigkeit des Ruheparameters vorgegebene Regelstrom stellt somit einen zugeordneten Saugdruck ein, der wiederum direkt mit der Verdampfungstemperatur des verwendeten Arbeitsmittels der Klimaanlage und damit mit der Verdampfer-Temperatur in Zusammenhang gebracht werden kann. Diese Beziehung ist im $\lg p, h$ -Diagramm des verwendeten Arbeitsmittels hinterlegt. Dadurch wird aufgrund der gesteuerten Regelstromvorgabe nur eine mit dem entsprechenden Saugdruck korrespondierende Verdampfer-Temperatur erreicht, so dass dadurch ein funktionssicheres Vermeiden einer Verdampfervereisung erreicht werden kann.

[0018] In einer Weiterbildung gemäß Anspruch 3 kann im ersten Verfahrensschritt eine Zeitspanne als Inbetriebnahme-Haltedauer vorgegeben sein, während der die Vorgabe des Saugdrucks unverändert ist und bei deren Ablauf auch bei nicht erreichter Verdampfer-Temperatur auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet wird. Bei Erreichen der dem Saugdruck zugeordneten ruheparameterabhängigen Verdampfer-Temperatur vor Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer kann vorzeitig auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet werden. Dadurch erfolgt die Übergabe an die Regelungseinrichtung zeitgesteuert, wobei ein vorzeitiges Umschalten auf die Regelung mittels der Regelungseinrichtung bereits bei einem Erreichen der dem

Saugdruck Verdampfer-Temperatur erfolgt. Somit kann neben der Festlegung eines bestimmten Regelstroms als Startstrom auch die Zeitspanne als Inbetriebnahme-Haltedauer, für die dieser Regelstrom ausgegeben werden soll, vordefiniert werden.

[0019] Gemäß Anspruch 4 kann die Länge der Inbetriebnahme-Haltedauer proportional zum Betrag des Ruheparameters sein, bevorzugt ist dabei eine lineare Proportionalität. Allgemein kann dabei gesagt werden, dass bei einem kleinen Ruhedruck als Ruheparameter und geringe, den Verdampfer beaufschlagende Luftmengen die Umströmung der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung am Verdampfer problematisch ist, so dass sich dadurch die Erfassung der tatsächlichen Isttemperatur an der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung verzögern kann. In diesem Fall sollte die entsprechende Inbetriebnahme-Haltedauer länger andauern als bei entsprechend höheren den Verdampfer beaufschlagenden Luftmengen bzw. höheren Ruhedrücken. Eine etwaige Falscherfassung der tatsächlichen Isttemperatur an der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung des Verdampfers aufgrund der längeren Inbetriebnahme-Haltedauer und somit aufgrund einer längeren Regelstromvorgabe ist dadurch umgangen. Der Zusammenhang zwischen dem Ruheparameter und der Inbetriebnahme-Haltedauer kann dabei systemabhängig gewählt und vorgegeben werden, wobei eine Gerade für eine lineare Proportionalität die einfachste Gestaltungsweise darstellt. Die Abhängigkeit der Inbetriebnahme-Haltedauer von dem Ruheparameter ist dabei so gewählt, dass sichergestellt ist, dass bei einer Übergabe an die Regelungseinrichtung mit der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung eine Erfassung des tatsächlichen Lufttemperaturwertes möglich ist.

[0020] Da bei einer Klimaanlage nicht von einem idealen, Druckverlust freien Arbeitsmittelkreislauf mit einem 100%-igen Wärmeübergang ausgegangen werden kann, kann der Saugdruck gemäß Anspruch 5 zudem in Abhängigkeit wenigstens eines äußeren Einflussfaktors als Korrekturfaktor ermittelt werden. Derartige Einflussfaktoren können z. B. die Druckverluste in den Klimaleitungen, insbesondere in der Saugleitung sein, eine über einen Sonnensensor erfasste Sonnenlast, die Luftfeuchtigkeit der den Verdampfer umgebenden Luft, die geforderte Luftmenge bzw. die Gebläselast und etwaige Wärmeübergangsverluste zwischen Arbeitsmittel und Luft. Unter Einbeziehung eines oder mehrerer äußerer Einflussfaktoren als Korrekturfaktor kann entsprechend ein realer Regelstrom ausgegeben werden, der somit einen realen Saugdruck an der Klimaanlage einstellt. Grundsätzlich kann eine Berücksichtigung etwaiger Einflussfaktoren bereits bei dem als Kennlinie abgelegten Zusammenhang zwischen Ruheparameter und Regelstrom erfolgen, so dass dadurch eine verschobene Kennlinie erhalten wird, bei der der ausgegebene Regelstrom zu höheren Werten verschoben

ist.

[0021] Soll bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage ein gezielter Unterschwinger der Verdampfer-Temperatur erfolgen, so kann gemäß Anspruch 6 ein Ruheparameter-Grenzwert vorgegeben sein, bei dessen Überschreitung die Abhängigkeit des Saugdrucks vom Ruheparameter verändert wird. Damit können beispielsweise zur Kompensation aufgrund Sonneneinstrahlung stark aufgeheizter, luftführender Komponenten, wie z. B. die Luftkanäle in der Instrumententafel, zu Beginn des Abkühlvorgangs im Kraftfahrzeug gezielte Unterschwinger der Verdampfer-Temperatur eingesetzt werden. D. h., dass der vom Ruheparameter abhängige Saugdruck auf einen tieferen Wert gesetzt wird.

[0022] Auch hier kann gemäß Anspruch 7 eine Zeitspanne als Grenzwert-Haltedauer vorgegeben sein, während der die Veränderung der Abhängigkeit des Saugdrucks vom Ruheparameter aufrechterhalten wird. Die Länge der Grenzwert-Haltedauer kann dabei gemäß Anspruch 8 vom Betrag des Ruheparameters abhängig sein. Nach Ablauf der Grenzwert-Haltedauer wird der reduzierte Saugdruck wieder auf das dem Betrag des Ruheparameters zugeordnete Niveau erhöht, so dass weiter eine Temperatursteuerung wie im ersten Verfahrensschritt beschrieben erfolgt. Ein derartiger gezielter Unterschwinger der Verdampfer-Temperatur kann dabei unabhängig von der Ausführung und Art des eingesetzten Klimaverdichters bzw. des eingesetzten Verdichterregelventils für den Betrieb einer Klimaanlage vorgesehen werden. Auch das verwendete Arbeitsmittel stellt dabei keinerlei Einschränkungen dar.

[0023] Wird nach dem Umschalten von der Temperatursteuerung auf die Temperaturregelung gemäß Anspruch 9 ein Unterschied zwischen der mittels der Temperatursteuerung eingestellten ersten Verdampfer-Temperatur und einer mittels der Regelungseinrichtung einzuregelnden zweiten Verdampfer-Temperatur als Sollwertsprung ermittelt, so kann ein der zweiten Verdampfer-Temperatur zugeordneter zweiter Regelstrom vorgegeben werden, dem ein bestimmter zweiter Saugdruck zugeordnet ist, mit dem die diesem zweiten Saugdruck entsprechend zugeordnete zweite Verdampfer-Temperatur eingestellt wird. Bei Erreichen der zweiten Verdampfer-Temperatur kann auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet werden. Dadurch kann bei einem Sollwertsprung der Verdampfer-Temperatur durch eine gezielte Stromänderung ein schwingungsfreies Einregeln der Verdampfer-Temperatur erreicht werden. In Abhängigkeit von den Gesetzmäßigkeiten des $\lg p, h$ -Diagramms des verwendeten Arbeitsmittels kann dem Sollwertsprung der Verdampfer-Temperatur ein entsprechender Saugdrucksprung rechnerisch zugeordnet werden. Der Saugdrucksprung ist dabei als Un-

terschied zwischen dem ersten, eingeregelter Saugdruck und dem zweiten Saugdruck definiert. Diesem zweiten Saugdruck ist ein entsprechender zweiter Regelstrom zugeordnet, der für eine saubere Einregelung der zweiten Verdampfer-Temperatur vorgegeben wird. Dadurch kann auch hier die Trägheit der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung der Regelungseinrichtung umgangen werden.

[0024] Gemäß Anspruch 10 kann der Sollwertsprung gemäß einer vorgegebenen Gradientenregelung in wenigstens zwei Sollwertsprünge unterteilt werden. Dadurch kann der Sollwertsprung der Verdampfer-Temperatur entsprechend beschleunigt oder verlangsamt bzw. gedämpft werden. Durch eine gezielte Stromausgabe des Regelstroms kann der entsprechend gewünschte Gradient für einen entsprechend geregelten Temperaturanstieg pro Zeiteinheit in Abhängigkeit der vorgegebenen Gradientenregelung eingestellt werden.

[0025] Bei einem Sollwertsprung der Verdampfer-Temperatur kann gemäß Anspruch 11 eine Zeitspanne als Sollwertsprung-Haltdauer vorgegeben sein, während der die Vorgabe des zweiten Saugdrucks unverändert ist und bei deren Ablauf auch bei nicht erreichter zweiter Verdampfer-Temperatur auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur und damit der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet wird. Bei Erreichen der dem zweiten Saugdruck zugeordneten zweiten Verdampfer-Temperatur vor Ablauf der Sollwertsprung-Haltdauer kann vorzeitig auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet werden.

[0026] Die Länge der Sollwertsprung-Haltdauer kann dabei gemäß Anspruch 12 proportional zum Betrag eines Hochdrucks der Klimaanlage sein. Bevorzugt ist dabei eine lineare Proportionalität zwischen der Sollwertsprung-Haltdauer und dem Hochdruck der Klimaanlage. Mit zunehmender Last im System der Klimaanlage und damit mit zunehmenden Hochdruck der Klimaanlage kann davon ausgegangen werden, dass eine Umströmung der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung der Regelungseinrichtung, die dabei vorzugsweise dem Verdampfer zugeordnet ist, unproblematisch wird, so dass folglich die Sollwertsprung-Haltdauer, während der der zweite Saugdruck unverändert aufrechterhalten bleibt, reduziert werden kann. Grundsätzlich kann anstelle des Hochdrucks der Klimaanlage beispielsweise auch eine Lufttemperatur als ausschlaggebende Größe für die Länge der Sollwertsprung-Haltdauer verwendet werden.

[0027] Auch bei einem Sollwertsprung der Verdampfer-Temperatur kann nicht von einem idealen Kältekreislauf ausgegangen werden, so dass gemäß Anspruch 13 der zweite Saugdruck in Abhängigkeit

eines äußeren Einflussfaktors als Korrekturfaktor ermittelt werden kann. Dabei können insbesondere Druckverluste in den Klimaleitungen berücksichtigt werden, da die Position des Regelventils, das mit dem entsprechenden zweiten Regelstrom beaufschlagt wird, bevorzugt am Klimaverdichter ist und dadurch die am Klimaverdichter eingeregelter Saugdrücke nicht für den Verdampfer gelten können. D. h., dass der am Regelventil einzustellende zweite Saugdruck entsprechend mit einem Korrekturfaktor versehen werden muss, so dass dadurch eine Kompensation der Abweichung zwischen idealen und realen Kältekreis erfolgt. Des Weiteren können über entsprechende Korrekturfaktoren äußere Einflussfaktoren wie die Sonnenlast, die Luftfeuchtigkeit, die geforderte Luftmenge oder etwaige Wärmeübergangsverluste zwischen Arbeitsmittel und Luft berücksichtigt werden.

Ausführungsbeispiel

[0028] Anhand einer Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0029] Es zeigen:

[0030] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem der Ruhedruck über dem Regelstrom aufgetragen ist,

[0031] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem der Saugdruck über dem Regelstrom aufgetragen ist,

[0032] Fig. 3 eine schematische Darstellung des Diagramms von Fig. 2, wobei ein Übergang vom idealen zum realen Kältekreis eingezeichnet ist,

[0033] Fig. 4 eine schematische Darstellung des Diagramms von Fig. 2, bei dem ein Sollwertsprung eingezeichnet ist,

[0034] Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem der Ruhedruck über die Inbetriebnahme-Haltdauer aufgezeichnet ist,

[0035] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem der Hochdruck über der Sollwertsprung-Haltdauer aufgezeichnet ist,

[0036] Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem eine Solltemperatur über dem Ruhedruck aufgetragen ist,

[0037] Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Diagramms, bei dem die Grenzwert-Haltdauer über dem Ruhedruck aufgetragen ist, und

[0038] Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Fließdiagramms eines erfindungsgemäßen Verfah-

rens.

[0039] In [Fig. 1](#) ist schematisch ein Diagramm dargestellt, bei dem der Ruhedruck p_0 über dem Regelstrom I_R aufgetragen ist. Der Verlauf dieser Kurve kann systemabhängig gewählt und vorgegeben werden, wobei die in [Fig. 1](#) dargestellte lineare Proportionalität eine bevorzugte Darstellung ist. Der Ruhedruck p_0 ist dabei in bar und der Regelstrom I_R in mA angetragen. Der Ruhedruck p_0 wird als Ruheparameter der Klimaanlage verwendet, wobei grundsätzlich anstelle des Ruhedrucks p_0 auch beispielsweise die Umgebungstemperatur als Ruheparameter verwendet werden kann.

[0040] Bei Inbetriebnahme der Klimaanlage erfolgt in einem ersten Verfahrensschritt eine Temperatursteuerung, bei der in Abhängigkeit des Ruhedrucks p_0 als Ruheparameter der Regelstrom I_R vorgegeben wird. Gemäß dem in [Fig. 2](#) dargestellten Diagramm, bei dem der Saugdruck p_s über dem Regelstrom I_R aufgetragen ist, wird mit dem vorgegebenen Regelstrom I_R ein entsprechend zugeordneter Saugdruck p_s eingestellt. Über die Zusammenhänge im I_g p,h-Diagramm des gewählten Arbeitsmittels der Klimaanlage besteht ein Zusammenhang zwischen dem Saugdruck p_s und einer Lufttemperatur nach dem Verdampfer der Klimaanlage als Verdampfer-Temperatur T_L . Die Vorgabe des Regelstroms I_R erfolgt dabei gemäß einer vorgegebenen Inbetriebnahme-Haltedauer t_i . Während der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i bleibt die Vorgabe des Saugdrucks p_s unverändert. Ist die Inbetriebnahme-Haltedauer t_i abgelaufen, so wird auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet. Die Inbetriebnahme-Haltedauer t_i ist dabei abhängig vom Ruhedruck p_0 als Ruheparameter, wobei in [Fig. 5](#) ein Diagramm schematisch dargestellt ist, bei dem der Ruhedruck p_0 über der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i aufgezeichnet ist. Die Inbetriebnahme-Haltedauer t_i ist dabei beispielhaft in der Einheit Sekunden s angetragen.

[0041] Mit einer dem Verdampfer zugeordneten Lufttemperatur-Sensoreinrichtung kann eine Lufttemperatur nach dem Verdampfer als Verdampfer-Temperatur erfasst werden, die dem eingestellten Saugdruck p_s zugeordnet ist. Wird mittels der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung vor Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i ein Erreichen der Verdampfer-Temperatur T_L erfasst, so kann eine entsprechend vorzeitige Umschaltung auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung erfolgen.

[0042] Die in Abhängigkeit des Ruhedrucks p_0 gewählte Regelstromvorgabe des Regelstroms I_R und die damit verbundene Einstellung des Saugdrucks p_s basiert auf ideale Zustandszusammenhänge, wobei insbesondere durch Druckverluste in den Klimalei-

tungen entsprechende Abweichungen von den idealen Zusammenhängen zu erwarten sind. Des Weiteren können die beispielsweise über einen Sonnentensor erfasste Sonnenlast, die Luftfeuchtigkeit, die geforderte Luftmenge bzw. Wärmeübergangsverluste zwischen Arbeitsmittel und Luft über entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden. In [Fig. 3](#) ist schematisch das Diagramm von [Fig. 2](#) dargestellt, wobei beispielhaft die Druckverluste in den Klimaleitungen als p_{Korr} eingezeichnet sind. Entsprechend ergibt sich dadurch ein um I_{Korr} korrigierter Regelstrom I_R , so dass dadurch der Übergang vom idealen zum realen Kältekreis durchgeführt werden kann. Gemäß den Korrekturfaktoren ermittelten neuen Regelstrom I_R wird der entsprechend zugehörige Saugdruck p_s eingestellt. Wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich, sinkt der Saugdruck p_s vom Übergang vom idealen zum realen Kältekreis, so dass dadurch ein Absinken der Arbeitsmitteltemperatur und dadurch ein Absinken der Verdampfer-Lufttemperatur T_L erfolgt.

[0043] Insgesamt wird bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage in Abhängigkeit des Ruheparameters, bevorzugt des Ruhedrucks p_0 , der Regelstrom I_R vorgegeben, wobei der Zusammenhang zwischen Ruheparameter und Regelstrom I_R in einer Kennlinie abgelegt ist. Mit dem Regelstrom I_R wird ein Saugdruck p_s eingestellt, wobei entsprechend äußere Einflussfaktoren als Korrekturfaktoren berücksichtigt werden können. Spätestens nach Ablauf der vorgegebenen Inbetriebnahme-Haltedauer t_i wird auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet. Dadurch ist eine etwaige Problematik bezüglich der Trägheit der Lufttemperatur-Sensoreinrichtung, die vorzugsweise dem Verdampfer zugeordnet ist, umgangen. Aufgrund des in Abhängigkeit des Ruheparameters gewählten Regelstroms I_R ist unter Ausnutzung der maximalen Kälteleistung eine funktionssichere Vermeidung der Verdampfervereisung gewährleistet.

[0044] Nach dem Umschalten von der Temperatursteuerung auf die Temperaturregelung kann ein Unterschied zwischen der eingeregelter ersten Verdampfer-Temperatur T_{L1} und einer zweiten Verdampfer-Temperatur T_{L2} als Sollwertsprung X ermittelt werden. Liegt ein derartiger Sollwertsprung X vor, so wird ein der zweiten Verdampfer-Temperatur T_{L2} zugeordneter zweiter Regelstrom I_{R2} vorgegeben, dem ein bestimmter zweiter Saugdruck p_{s2} zugeordnet ist und somit eingestellt wird. Der zweite Saugdruck p_{s2} ist dabei wieder über das dem Arbeitsmittel entsprechende I_g p,h-Diagramm einer entsprechenden Verdampfer-Temperatur T_{L2} zugeordnet. In [Fig. 4](#) ist schematisch das Diagramm von [Fig. 2](#) dargestellt, wobei mit X der Sollwertsprung als Unterschied zwischen der ersten Verdampfer-Temperatur T_{L1} und der zweiten Verdampfer-Temperatur T_{L2} eingezeichnet ist. Gemäß des Zusammenhangs der Stoffdaten des zum Einsatz kommenden Arbeitsmittels aus dem I_g

p,h-Diagramm kann der Sollwertsprung X der Innenraum-Temperatur in einen Saugdrucksprung umgerechnet werden. Der Saugdrucksprung ist dabei als Differenz zwischen dem Saugdruck p_{s1} und dem Saugdruck p_{s2} definiert. Entsprechend dem zweiten Saugdruck p_{s2} kann der zweite Regelstrom I_{R2} ermittelt werden, der für die Einstellung des zweiten Saugdrucks p_{s2} entsprechend vorgegeben wird.

[0045] Für eine gezielt beschleunigte oder verlangsamt bzw. gedämpfte Änderung der Verdampfer-Temperatur von T_{L1} auf T_{L2} kann eine Gradientenregelung vorgesehen sein, bei der eine vorgegebene Temperaturänderung pro Zeiteinheit gegeben ist. Der Gradient kann dabei als Summe von einer Mehrzahl von Sollwertsprungen definiert sein.

[0046] Die Vorgabe des zweiten Regelstroms I_{R2} kann in Abhängigkeit von einer Sollwertsprung-Haltedauer t_s ausgeführt sein. Die Sollwertsprung-Haltedauer t_s wird dabei, wie in [Fig. 6](#) schematisch in einem Diagramm dargestellt, in Abhängigkeit eines Hochdrucks p_D der Klimaanlage gewählt. Nach Ablauf der entsprechenden Sollwertsprung-Haltedauer t_s wird auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet. Wird bereits vor Ablauf der Sollwertsprung-Haltedauer t_s die dem zweiten Saugdruck p_{s2} zugeordnete zweite Verdampfer-Temperatur T_{L2} erreicht, so kann bereits vorzeitig auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet werden.

[0047] Insbesondere bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage kann unter bestimmten Voraussetzungen ein gezielter Unterschwinger der Verdampfer-Lufttemperatur T_L erwünscht sein. So kann beispielsweise zur Kompensation von stark aufgeheizten, luftführenden Komponenten, wie z. B. die Luftkanäle in der Instrumententafel, zu Beginn eines Abkühlvorgangs ein gezielter Unterschwinger der Verdampfer-Lufttemperatur T_L erfolgen. Dabei ist ein Ruheparameter-Grenzwert A definiert, so dass bei Inbetriebnahme der Klimaanlage zuerst entschieden wird, ob der Ruheparameter-Grenzwert A überschritten ist oder nicht. Ist der Ruheparameter durch den Ruhedruck p_0 gegeben, so kann bei Überschreitung des Ruheparameter-Grenzwertes A die Abhängigkeit des Saugdrucks p_s vom Ruhedruck p_0 verändert werden. D. h., dass die zum eigentlich einzustellenden Saugdruck p_s gehörige Verdampfer-Temperatur T_L als Solltemperatur abgesenkt wird. Dies ist schematisch in [Fig. 7](#) in einem Diagramm dargestellt, in dem die Solltemperatur über dem Ruhedruck p_0 aufgetragen ist. Anstelle des Ruhedrucks p_0 kann auch die Umgebungstemperatur, die dem Ruhedruck p_0 direkt zugeordnet ist, an der Abszisse angetragen werden. Zudem kann eine Zeitspanne als Grenzwert-Haltedauer t_G vorgegeben sein, während der die Veränderung der Abhängigkeit des Saugdrucks p_s vom Ruhedruck p_0 als Ruheparameter aufrechterhalten wird. In [Fig. 8](#)

ist schematisch ein Diagramm dargestellt, bei dem die Grenzwert-Haltedauer t_G über dem Ruhedruck p_0 bzw. der Umgebungstemperatur aufgetragen ist. Daraus ist ersichtlich, dass je größer der Ruhedruck p_0 bzw. je höher die Umgebungstemperatur ist um so länger ist die Grenzwert-Haltedauer t_G . Zudem ist der Ruheparameter-Grenzwert A eingezeichnet, bei dessen Überschreitung erst eine entsprechende Grenzwert-Haltedauer t_G zum Tragen kommt.

[0048] Die entsprechenden Stromvorgaben des Regelstroms I_R können dabei beispielsweise an ein Regelventil des Klimaverdichters ausgegeben werden, das durch ein Proportionalventil gebildet ist. Grundsätzlich muss für das Regelventil der Zusammenhang zwischen dem Regelstrom I_R und dem Saugdruck p_s gegeben sein.

[0049] In [Fig. 9](#) ist schematisch ein Fließdiagramm für das erfindungsgemäße Verfahren dargestellt. Bei der Inbetriebnahme der Klimaanlage wird eine Abfrage dahingehend gestartet, ob der Ruhedruck p_0 als Ruheparameter kleiner oder größer als der Ruheparameter-Grenzwert A ist. Ist der Ruhedruck p_0 kleiner oder gleich dem Ruheparameter-Grenzwert A so bleibt die einzustellende Verdampfer-Temperatur T_L unverändert, wobei bei einer Überschreitung des Ruheparameter-Grenzwertes A die einzustellende Verdampfer-Temperatur T_L um einen Temperaturwert r verringert wird. Gemäß einer vorab definierten Kennlinie wird in Abhängigkeit des Ruhedrucks p_0 ein Regelstrom I_R vorgegeben, dem ein bestimmter Saugdruck p_s zugeordnet ist. Aufgrund der Regelstromvorgabe des Regelstroms I_R wird die dem Saugdruck p_s entsprechend zugeordnete Verdampfer-Temperatur T_L eingestellt. Die Regelstromvorgabe erfolgt entweder bis zum Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i oder sie wird vorzeitig beendet, wenn die dem Saugdruck p_s zugeordnete Innenraum-Temperatur T_L vor Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i bereits erreicht wird. Dies wird mit einer entsprechend angeordneten Lufttemperatur-Sensoreinrichtung überprüft. Wird bei einer Überschreitung des Ruheparameter-Grenzwertes A die einzustellende Verdampfer-Temperatur T_L um den Temperaturwert r gesenkt, so kann diese Absenkung für die Dauer der Grenzwert-Haltedauer t_G aufrechterhalten werden. Auch hier wird die Regelstromvorgabe des Regelstroms I_R bis zum Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i die größer als die Grenzwert-Haltedauer t_G ist, aufrechterhalten. Sollte die dem Saugdruck p_s zugeordnete Verdampfer-Temperatur T_L bereits vorzeitig erreicht werden, wird auch hier die Regelstromvorgabe beendet. Unabhängig ob nach Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer t_i oder aufgrund eines vorzeitigen Erreichens der Verdampfer-Temperatur T_L die Regelstromvorgabe beendet wird, wird auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet. Grundsätzlich könnte auch ein Ausschalten der Klimaanlage bei Erreichen der Ver-

dampfer-Temperatur T_L erfolgen.

[0050] Für den Verfahrensablauf bei einem Sollwertsprung X ist die Verdampfer-Temperatur T_L als erste Verdampfer-Temperatur T_{L1} definiert. Der Sollwertsprung X ist dabei die Veränderung der Verdampfer-Temperatur von einer ersten Verdampfer-Temperatur T_{L1} auf eine zweite Verdampfer-Temperatur T_{L2} , die entsprechend im Fließdiagramm als neuer Sollwert der Verdampfer-Temperatur eingezeichnet ist. Gemäß des Zusammenhangs der Stoffdaten des zum Einsatz kommenden Arbeitsmittels aus dem $\lg p, h$ -Diagramm kann der Sollwertsprung X in einen Saugdrucksprung des Saugdrucks p_{s1} zum Saugdruck p_{s2} unter Einbeziehung eines Arbeitsmittel abhängigen Faktors errechnet werden. Gemäß dem neu einzustellenden zweiten Saugdruck p_{s2} wird der zugeordnete zweite Regelstrom I_{R2} vorgegeben. Diese Regelstromvorgabe erfolgt entweder bis zum Ablauf der Sollwertsprung-Haltedauer t_s oder wird bei einem vorzeitigen Erreichen vor Ablauf der Sollwertsprung-Haltedauer t_s der zweiten Verdampfer-Temperatur T_{L2} beendet. Dadurch ist die zweite Verdampfer-Temperatur der neue Istwert der Anlage. Eine weitere Temperaturregelung der Klimaanlage kann mittels der Regelungseinrichtung erfolgen, wobei auch die Möglichkeit besteht, dass die Klimaanlage ausgeschaltet wird.

Bezugszeichenliste

p_0	Ruhedruck
I_R	Regelstrom
p_s	Saugdruck
T_L	Verdampfer-Temperatur
t_i	Inbetriebnahme-Haltedauer
p_{Korr}	Druckverlust
I_{Korr}	Regelstromänderung
T_{L1}	erste Verdampfer-Temperatur
T_{L2}	zweite Verdampfer-Temperatur
I_{R2}	zweiter Regelstrom
p_{s2}	zweiter Saugdruck
X	Sollwertsprung
t_s	Sollwertsprung-Haltedauer
p_0	Hochdruck
A	Ruheparameter-Grenzwert
t_G	Grenzwert-Haltedauer
τ	Temperaturwert

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Klimaanlage für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem mit einer Regelungseinrichtung eine Temperaturregelung einer Verdampfer-Temperatur erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Inbetriebnahme der Klimaanlage in einem ersten Verfahrensschritt eine Temperatursteuerung so erfolgt, dass in Abhängigkeit wenigstens ei-

nes Ruheparameters, vorzugsweise eines Ruhedrucks (p_0) der Klimaanlage, ein Regelstrom (I_R) vorgegeben wird, dem ein bestimmter Saugdruck (p_s) zugeordnet ist, mit dem eine diesem Saugdruck (p_s) entsprechend zugeordnete Verdampfer-Temperatur (T_L) eingestellt wird, und dass bei Erreichen dieser ruheparameterabhängigen Verdampfer-Temperatur (T_L) in einem zweiten Verfahrensschritt auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Lufttemperatursensoreinrichtung vorgesehen ist, mit der ein Lufttemperaturwert nach einem Verdampfer der Klimaanlage als Verdampfer-Temperatur, die dem Saugdruck (p_s) zugeordnet ist, ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Verfahrensschritt eine Zeitspanne als Inbetriebnahme-Haltedauer (t_i) vorgegeben ist, während der die Vorgabe des Saugdrucks (p_s) unverändert ist und bei deren Ablauf auch bei nicht erreichter Verdampfer-Temperatur (T_L) auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet wird, und dass bei Erreichen der dem Saugdruck (p_s) zugeordneten Verdampfer-Temperatur (T_L) vor Ablauf der Inbetriebnahme-Haltedauer (t_i) vorzeitig auf die Regelung der Verdampfer-Temperatur mittels der Regelungseinrichtung umgeschaltet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Inbetriebnahme-Haltedauer (t_i) proportional zum Betrag des Ruheparameters (p_0) ist, vorzugsweise linear proportional dazu ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Saugdruck (p_s) zudem in Abhängigkeit wenigstens eines äußeren Einflussfaktors, insbesondere in Abhängigkeit von Druckverlusten (p_{Korr}) in den Klimaleitungen, als Korrekturfaktor ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ruheparameter-Grenzwert (A) vorgegeben ist, bei dessen Überschreitung die Abhängigkeit des Saugdrucks (p_s) vom Ruheparameter (p_0) verändert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zeitspanne als Grenzwert-Haltedauer (t_G) vorgegeben ist, während der die Veränderung der Abhängigkeit des Saugdrucks (p_s) vom Ruheparameter (p_0) aufrechterhalten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Grenzwert-Haltedauer (t_G) vom Betrag des Ruheparameters (p_0) abhängig

ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Umschalten von der Temperatursteuerung auf die Temperaturregelung ein Unterschied zwischen der mittels der Temperatursteuerung eingestellten ersten Verdampfer-Temperatur (T_{L1}) und einer mittels der Temperaturregelung einzuregelnden zweiten Verdampfer-Temperatur (T_{L2}) als Sollwertsprung (X) ermittelt wird dergestalt, dass ein der zweiten Verdampfer-Temperatur (T_{L2}) zugeordneter zweiter Regelstrom (I_{R2}) vorgegeben wird, dem ein bestimmter zweiter Saugdruck (p_{S2}) zugeordnet ist, mit dem die diesem zweiten Saugdruck (p_{S2}) entsprechend zugeordnete zweite Innenraum-Temperatur (T_{L2}) eingestellt wird, und dass bei Erreichen der zweiten Verdampfer-Temperatur (T_{L2}) auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschalten wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwertsprung (X) gemäß einer vorgegebenen Gradientenregelung in wenigstens zwei Sollwertsprünge unterteilt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Sollwertsprung (X) eine Zeitspanne als Sollwertsprung-Haltedauer (t_s) vorgegeben ist, während der die Vorgabe des zweiten Saugdrucks (p_{S2}) unverändert ist und bei deren Ablauf auch bei nicht erreichter zweiter Verdampfer-Temperatur (T_{L2}) auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschalten wird, und dass bei Erreichen der dem zweiten Saugdruck (p_{S2}) zugeordneten zweiten Verdampfer-Temperatur (T_{L2}) vor Ablauf der Sollwertsprung-Haltedauer (t_s) vorzeitig auf die Regelung der Klimaanlage mittels der Regelungseinrichtung umgeschalten wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Sollwertsprung-Haltedauer (t_s) proportional zum Betrag eines Hochdrucks (p_D) der Klimaanlage ist, vorzugsweise linear proportional dazu ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Saugdruck (p_{S2}) in Abhängigkeit eines äußeren Einflussfaktors, insbesondere in Abhängigkeit von Druckverlusten (p_{Korr}) in den Klimaleitungen, als Korrekturfaktor ermittelt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



FIG. 1

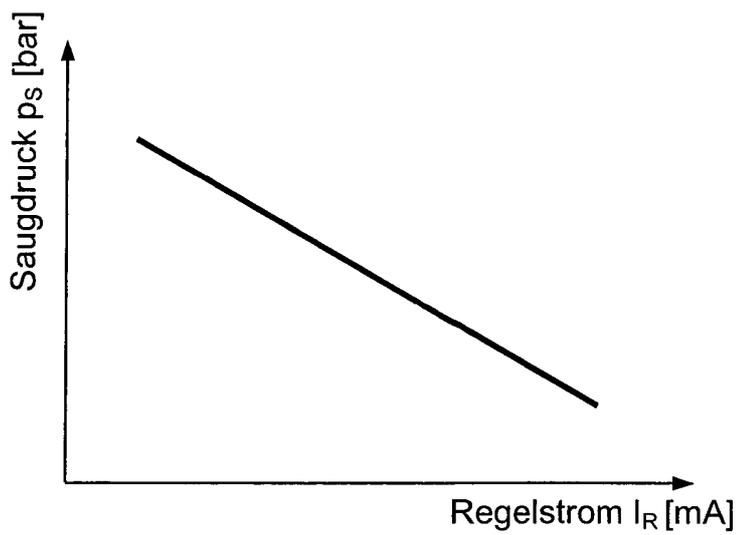


FIG. 2

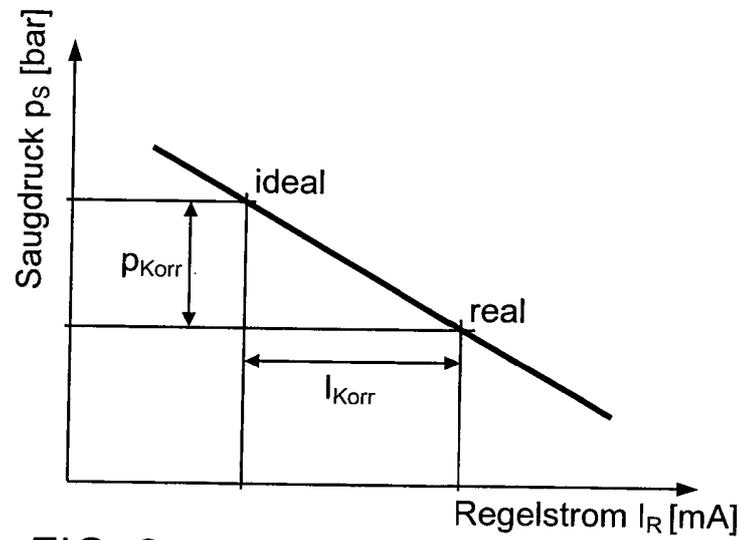


FIG. 3

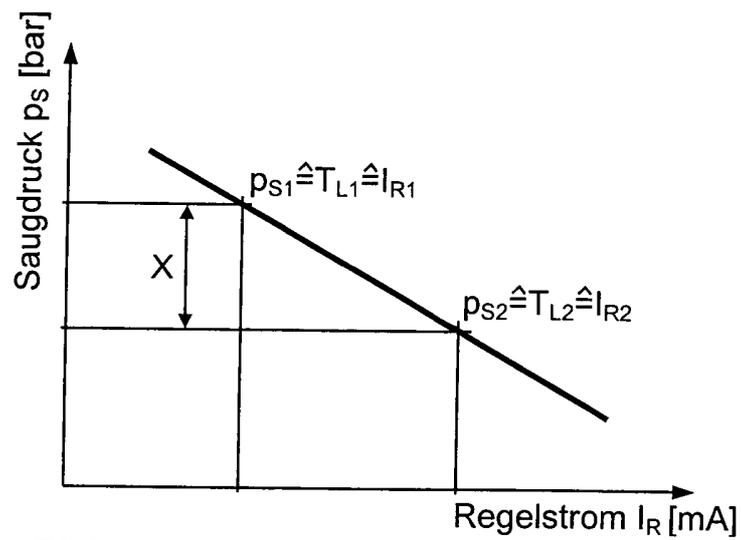


FIG. 4

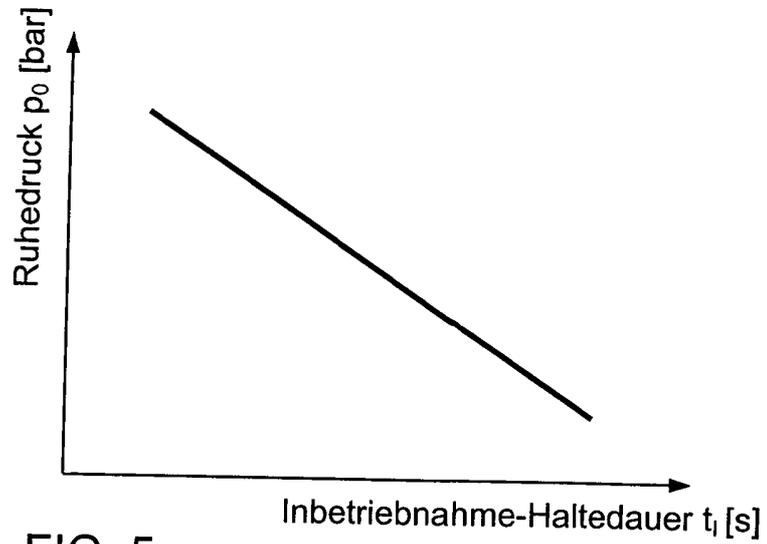


FIG. 5

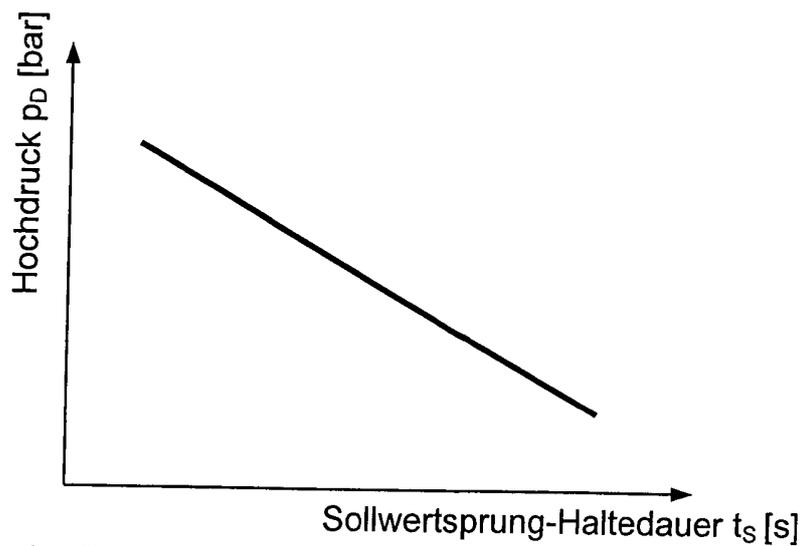


FIG. 6

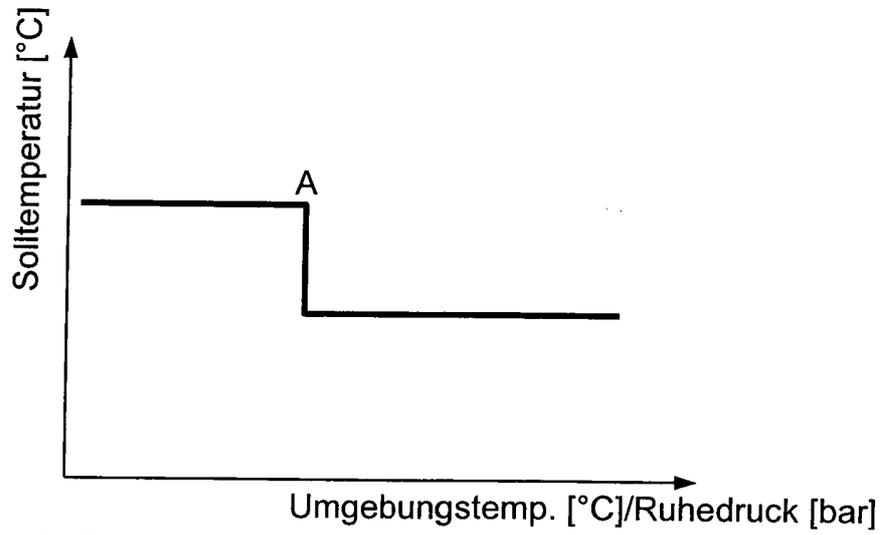


FIG. 7

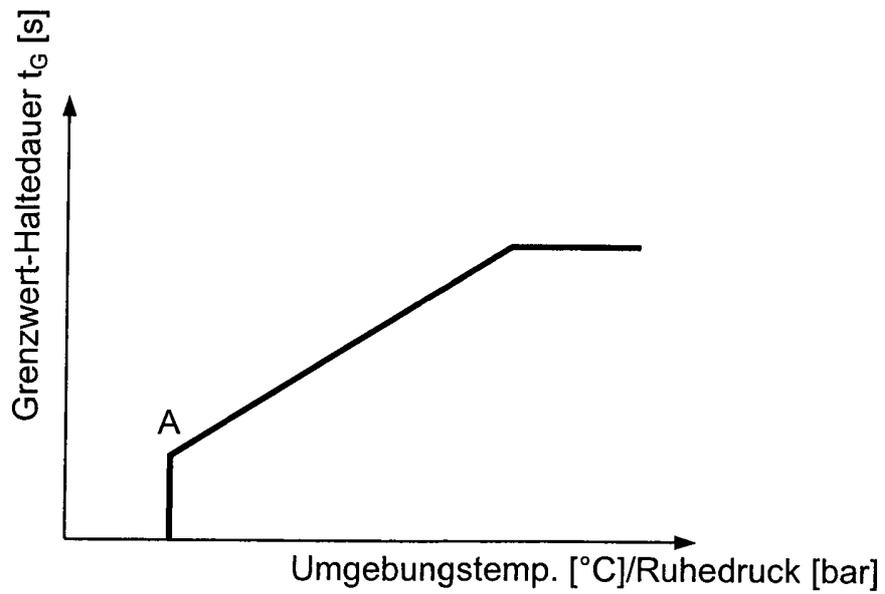


FIG. 8

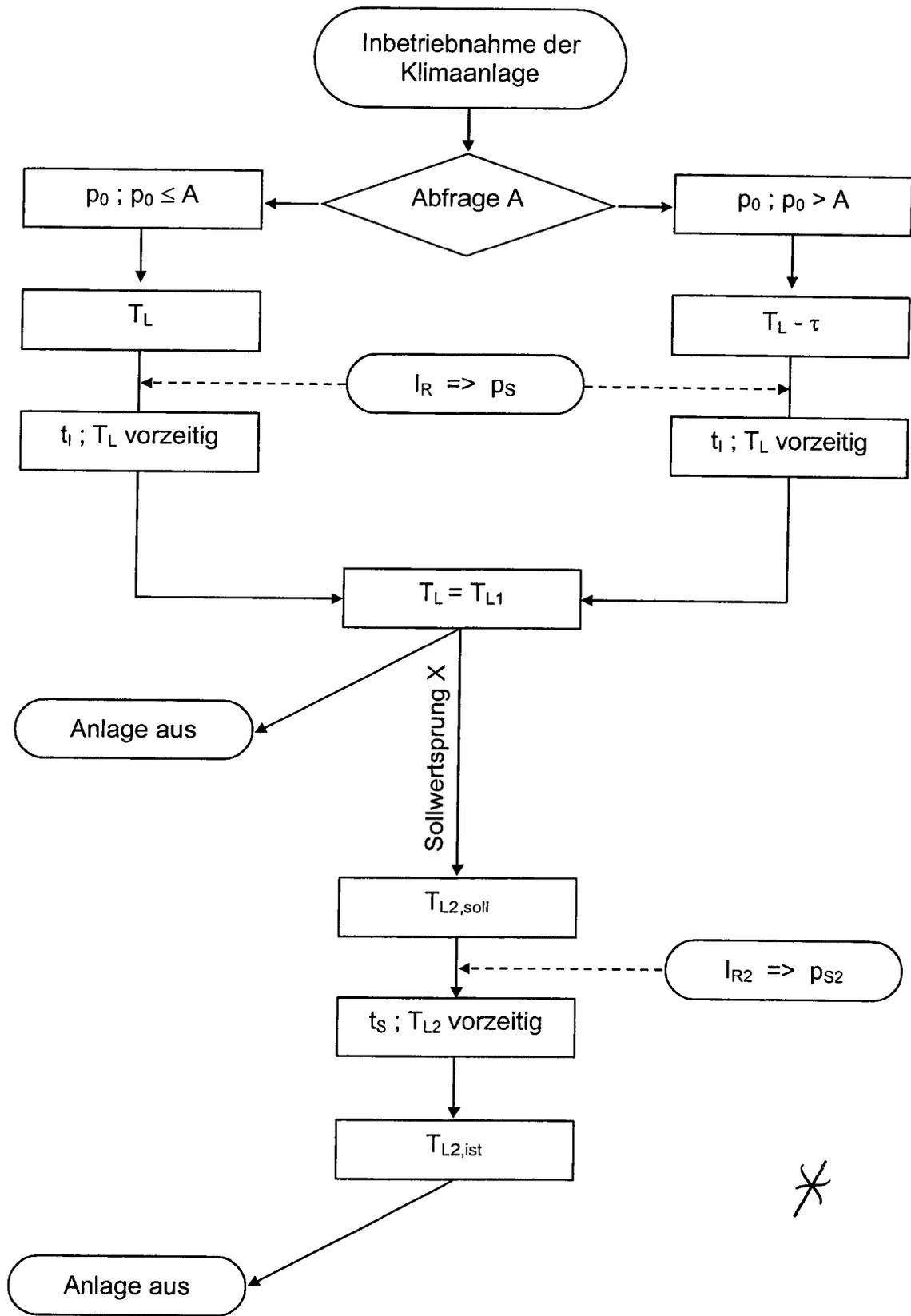


FIG. 9