



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 000 713.7**

(22) Anmeldetag: **07.01.2010**

(43) Offenlegungstag: **14.07.2011**

(51) Int Cl.: **F01P 7/10** (2006.01)

(71) Anmelder:
Ford Global Technologies, LLC, Mich., Dearborn, US

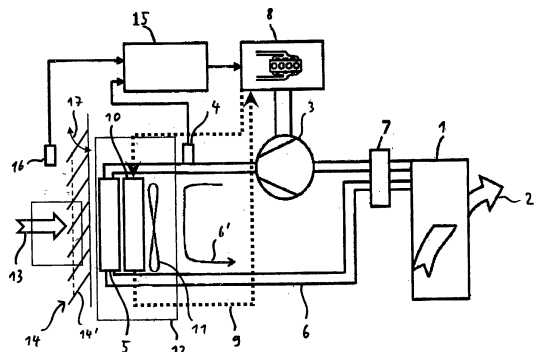
(72) Erfinder:
Markowitz, Markus, 50668, Köln, DE; Fischer, Dietmar, 50733, Köln, DE; Kerns, James, Mich., Trenton, US; Gallo, Joseph, Mich., Fraser, US

(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 50735, Köln, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs, insbesondere des Luftstroms eines Außen-Wärmetauschers (5) einer Klimaanlage des Kraftfahrzeugs, wird ein Lastparameter der Klimaanlage und eine Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs ermittelt, unter Verwendung des Lastparameters der Klimaanlage und der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs wird eine optimierte Einstellung einer Luftleitvorrichtung (14) zur Regulierung des Kühlluftstroms zur Minimierung eines Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs, der die Leistungsaufnahme der Klimaanlage umfasst, ermittelt, und die Luftleitvorrichtung (14) wird gemäß der ermittelten optimierten Einstellung angesteuert. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Üblicherweise sind im vorderen Endbereich eines Kraftfahrzeugs ein oder mehrere Wärmetauscher zur Abgabe der beim Betrieb des Motors und anderer Aggregate des Kraftfahrzeugs entstehenden Wärme an die Außenluft angeordnet. Durch den oder die Wärmetauscher sowie durch den Motorraum fließt zu diesem Zweck ein Luftstrom, der durch den beim Fahren entstehenden Staudruck und gegebenenfalls durch einen Kühlerventilator erzeugt wird. Bei Kraftfahrzeugen, die mit einer Klimaanlage ausgestattet sind, ist in der Regel im Bereich des Motorkühlers ein Außen-Wärmetauscher der Klimaanlage angeordnet, der zur Abführung der der Fahrzeugkabine entzogenen Wärme an die Außenluft dient. Hierzu wird ebenfalls durch den Staudruck und/oder einen oder mehrere Ventilatoren ein Luftstrom durch den Außen-Wärmetauscher erzeugt.

[0003] Da die Ausnutzung des Staudrucks zur Erzeugung eines Kühlluftstroms insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten einen Anstieg des Luftwiderstandes und damit eine Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs zur Folge hat, ist es gemäß EP 0 117 775 A1 vorgeschlagen worden, einen Kühlluftstrom ohne Zuhilfenahme des Staudrucks zu erzeugen. Hierzu ist ein Kühlerventilator vorgesehen, der einen vom Staudruck unabhängigen Luftstrom für einen Motorkühler und gegebenenfalls einen Außen-Wärmetauscher einer Klimaanlage erzeugt. Hierdurch kann zwar eine Verschlechterung des Luftwiderstands vermieden werden, aber die Leistungsaufnahme des Kühlerventilators trägt wesentlich zum Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs bei. Darüber hinaus ist ein hoher Aufwand erforderlich, um eine effektive Kühlung des Motors und gegebenenfalls der weiteren Aggregate des Kraftfahrzeugs zu gewährleisten.

[0004] Eine andere Möglichkeit zur Verringerung des durch den Kühlluftstrom verursachten Luftwiderstands besteht darin, eine aktiv ansteuerbare Jalousie vorzusehen, die den Kühlluftstrom unterbricht und dadurch die durch diesen verursachten Reibungsverluste vermeidet, solange keine entsprechenden Kühlungsanforderungen bestehen. In DE 10 2005 034 775 A1 wird eine Steuerung für eine aktive Jalousie für einen Lüftermotor für das Kühlsystem eines Kraftfahrzeugs beschrieben, wobei die Jalousie in Abhängigkeit vom Betriebszustand eines Kraftfahrzeugs geöffnet oder geschlossen wird. Dabei bleibt die Jalousie im Normalzustand geschlossen und wird lediglich dann geöffnet, wenn der Lüfter anläuft oder eine erhöhte Kühlungsanforderung besteht. Im Normalzustand, d. h. bei geschlossener Ja-

lousie, wird daher der Luftwiderstand des Kraftfahrzeugs verringert. Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs bei geöffneter Jalousie sind nicht vorgesehen.

[0005] In der DE 197 19 792 A1 wird ein Verfahren zur Regulierung der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugmotors offenbart, bei dem die Leistung der Kühlwasserpumpe und des zur Erzeugung eines Kühlluftstroms dienenden Lüfters derart geregelt werden, dass der gesamte Energieverbrauch von Pumpe und Lüfter minimal ist. Durch Betätigung einer Jalousie, mit der der Durchsatz eines staudruckgetriebenen Kühlluftstroms durch den Kühler einstellbar ist, kann der zur Fortbewegung des Fahrzeugs gegen den Luftwiderstand benötigte Energieaufwand beeinflusst und eine hinsichtlich Gesamtenergieverbrauch optimierte Regulierung der Kühlmitteltemperatur erreicht werden. Der Energiebedarf einer Klimaanlage, der einen wesentlichen Anteil des gesamten Energiebedarfs des Kraftfahrzeugs darstellen kann, wird hierbei nicht berücksichtigt, so dass beim Betrieb einer Klimaanlage keine optimale Einstellung der Jalousie möglich ist.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs anzugeben, wobei die oben genannten Nachteile vermieden werden.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren sowie eine Vorrichtung wie in den unabhängigen Ansprüchen angegeben gelöst.

[0008] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Regulierung eines Kühlluftstroms in einem Kraftfahrzeug, insbesondere eines Kühlluftstroms für einen Außen-Wärmetauscher einer Klimaanlage des Kraftfahrzeugs, wird mindestens ein Lastparameter der Klimaanlage sowie eine Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs ermittelt. Unter Verwendung des mindestens einen Lastparameters der Klimaanlage und mindestens einer gemessenen Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs wird erfindungsgemäß eine optimierte Einstellung einer Luftleitvorrichtung zur Steuerung des Kühlluftstroms durch den Außen-Wärmetauscher ermittelt und die Luftleitvorrichtung zur Erreichung der optimierten Einstellung angesteuert.

[0009] Die optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung ist dabei derart gewählt, dass der Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs verringert wird. Hierbei wird insbesondere die Leistungsaufnahme der Klimaanlage minimiert, die in einem von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängigen Maße durch die Einstellung der Luftleitvorrichtung beeinflusst wird. Dabei bestimmt die Einstellung der Luftleitvorrichtung nicht nur den Durchsatz des Kühlluftstroms, sondern kann in erheblichem Maße auch die Temperatur des

Kühlluftstroms beeinflussen, indem sich ein größerer oder kleinerer Anteil erwärmter Luft aus dem Motorraum bzw. dem Frontbereich des Kraftfahrzeugs dem Kühlluftstrom beimischt. Beides beeinflusst die Effektivität der Klimaanlage erheblich. Die Einstellung der Luftleitvorrichtung kann daher in überraschend hohem Maße Einfluss nicht nur auf den Luftwiderstandsbeiwert des Kraftfahrzeugs, sondern auch auf die Leistungsaufnahme der Klimaanlage und damit auf den Gesamtenergieverbrauch des Kraftfahrzeugs nehmen.

[0010] Wird beispielsweise die Luftleitvorrichtung derart angesteuert, dass der Kühlluftstrom ungehindert den Außen-Wärmetauscher der Klimaanlage durchströmen kann, und wenn hierfür ausreichend Staudruck zur Verfügung steht, so erfolgt eine intensive Kühlung des Außen-Wärmetauschers und des darin enthaltenen Kühlmittels. Hierdurch erhöht sich die Effektivität der Klimaanlage, so dass bei gegebener Kühlungsanforderung an die Klimaanlage die Leistungsaufnahme beispielsweise eines Kompressors der Klimaanlage verringert wird. Andererseits wird durch Ausnutzung des Staudrucks bzw. die Öffnung einer Kühlerjalousie der Luftwiderstand des Kraftfahrzeugs erhöht, so dass eine erhöhte Antriebsleistung zur Überwindung des Luftwiderstands erforderlich ist. Bei genügend hoher Geschwindigkeit kann jedoch auch bei teilweisem Schließen der Luftleitvorrichtung noch ein ausreichender Kühlluftstrom zur Verfügung stehen, so dass die Effektivität der Klimaanlage nicht wesentlich verringert wird. Eine weitere Öffnung der Luftleitvorrichtung bringt dann keinen Gewinn an Effektivität der Klimaanlage, kann jedoch ggf. den Luftwiderstand des Kraftfahrzeugs erhöhen. Eine optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung kann daher in der Weise erfolgen, dass die Luftleitvorrichtung in Abhängigkeit von der ermittelten Geschwindigkeit soweit geschlossen wird, dass die Effektivität der Klimaanlage noch nicht wesentlich verringert wird.

[0011] Dadurch, dass unter Verwendung eines Lastparameters der Klimaanlage und einer Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs eine optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung unter Berücksichtigung der zum Betrieb der Klimaanlage erforderlichen Leistung gewählt wird, wird daher erfindungsgemäß ein Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs beim Betrieb einer Klimaanlage minimiert. Hierdurch wird die erfindungsgemäße Aufgabe vollständig gelöst.

[0012] Insbesondere kann auf diese Weise der Gesamtenergieverbrauch des Kraftfahrzeugs weitgehend minimiert werden, auch ohne dass die zur Überwindung des Luftwiderstands notwendige Antriebsleistung bei der Ermittlung der optimierten Einstellung der Luftleitvorrichtung berücksichtigt werden muss.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der zu minimierende Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs weiterhin die zur Überwindung des Luftwiderstands des Kraftfahrzeugs notwendige Antriebsleistung des Kraftfahrzeugs. Diese ist von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängig und stellt einen Teil der gesamten Antriebsleistung des Kraftfahrzeugs dar. Da der Luftwiderstandsbeiwert von der Einstellung der Luftleitvorrichtung abhängig ist, ist auch dieser Teil der Antriebsleistung des Kraftfahrzeugs von der Einstellung der Luftleitvorrichtung abhängig. Dadurch, dass die Einstellung der Luftleitvorrichtung derart gewählt wird, dass die Summe der Leistungsaufnahme der Klimaanlage und der Antriebsleistung zur Überwindung des Luftwiderstands minimiert wird, wird eine besonders wirksame Verringerung des gesamten Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs erreicht.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens ein Ventilator zur Verstärkung bzw. Erzeugung eines Kühlluftstroms durch den Außen-Wärmetauscher vorgesehen. Der mindestens eine Ventilator kann gleichzeitig zur Erzeugung eines Luftstroms durch den Motorkühler und/oder zur Kühlung weiterer Aggregate dienen. Insbesondere dient der Ventilator zur Erzeugung des Kühlluftstroms bei stehendem Fahrzeug, wenn kein Staudruck zur Verfügung steht.

[0015] In bevorzugter Weise umfasst der Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs weiterhin die Leistungsaufnahme des mindestens einen Ventilators für den Außen-Wärmetauscher. Wird der Ventilator in Betrieb genommen, so ermöglicht der verstärkte Kühlluftstrom in Abhängigkeit von der Einstellung der Luftleitvorrichtung eine Erhöhung der Effektivität der Klimaanlage. Andererseits trägt die Leistungsaufnahme des Ventilators zum gesamten Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs bei. Eine optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung unter Berücksichtigung der Leistungsaufnahme des mindestens einen Ventilators ermöglicht eine weitere Minimierung des gesamten Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs.

[0016] Wenn aufgrund der Fahrgeschwindigkeit ein ausreichender Staudruck zur Verfügung steht, kann es insbesondere vorteilhaft sein, die Luftleitvorrichtung derart anzusteuern, d. h., so weit zu öffnen, dass eine Zuschaltung des Ventilators möglichst vermieden wird. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es andererseits insbesondere bei höherer Geschwindigkeit vorteilhaft sein, den Ventilator zu betreiben und die Luftleitvorrichtung weitgehend zu schließen; dies gilt beispielsweise dann, wenn aufgrund der Benutzung rezirkulierter, erwärmter Luft aus dem Motorraum der Gewinn durch Verringerung der Luftreibung die zusätzliche Leistungsaufnahme des Ventilators überkompensiert.

[0017] Weiterhin ist es bevorzugt, dass eine Außenlufttemperatur ermittelt und bei der Ermittlung der optimierten Einstellung der Luftleitvorrichtung verwendet wird. Die Außenlufttemperatur spielt eine wesentliche Rolle für die Effektivität der Kühlung des Außen-Wärmetauschers der Klimaanlage und damit für die Leistungsaufnahme der Klimaanlage. Durch Erfassung und Berücksichtigung der Außenlufttemperatur kann eine genauere Regelung der Luftleitvorrichtung und damit eine weitere Minimierung des Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs unter einer Vielzahl von Betriebsbedingungen erreicht werden.

[0018] Diese erfindungsgemäß erfasste Geschwindigkeit kann insbesondere die Geschwindigkeit relativ zum Boden sein, die etwa durch Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Räder gemessen werden kann. Die Geschwindigkeit kann aber auch die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs relativ zur umgebenden Luft sein, die beispielsweise durch eine Staudruckmessung ermittelt werden kann. In einem erfindungsgemäßen Verfahren können aber auch beide Geschwindigkeiten verwendet werden.

[0019] Als Lastparameter kann beispielsweise direkt die Leistungsaufnahme der Klimaanlage verwendet werden. Bei einer Klimaanlage mit einem Kühlmittelkreislauf, bei der ein Kompressor das Kühlmittel fördert, kann dies insbesondere die mechanische oder elektrische Leistungsaufnahme des Kompressors sein oder auch eine hieraus abgeleitete Größe. Ebenso können Messgrößen, die die Kühlanforderungen an die Klimaanlage oder auch Druck und/oder Strömung im Kühlmittelkreislauf beschreiben, als Lastparameter verwendet werden. Ein Verfahren zum Schätzen des Leistungsverbrauchs eines Kältemittelkompressors in einem Kraftfahrzeug wird in der Druckschrift EP 1 647 428 B1 beschrieben, auf deren gesamten Offenbarungsgehalt hiermit Bezug genommen wird. Es können auch mehrere Lastparameter der Klimaanlage erfasst und bei der Ermittlung der optimierten Einstellung der Luftleitvorrichtung verwendet werden.

[0020] In besonders vorteilhafter Weise kann der vom Kühlmittelkompressor erzeugte Druck als Lastparameter der Klimaanlage verwendet werden. Der Druck am Ausgang des Kompressors ist auf einfache Weise messbar und ist geeignet, die Leistungsanforderungen an die Klimaanlage wiederzugeben.

[0021] Für die Ermittlung der optimierten Einstellung der Luftleitvorrichtung können insbesondere die aktuellen Werte des Lastparameters und der Geschwindigkeit und ggf. der Außentemperatur verwendet werden oder auch beispielsweise gemittelte Werte, wodurch kurzfristige Schwankungen der Messwerte eliminiert werden. Es können auch berechnete bzw. korrigierte Werte verwendet werden, womit systematische Messfehler vermieden werden können und wo-

mit beispielsweise durch Berücksichtigung des Einflusses der Geschwindigkeit auf die Kühlanforderung der Klimaanlage der Lastparameter vorausschauend korrigiert werden kann.

[0022] Die optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung erfolgt insbesondere in einer Weise, dass der Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs gegenüber einem Ausgangszustand verringert wird. In bevorzugter Weise erfolgt die optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung als eine optimale Einstellung, die aufgrund eines vorbestimmten Zusammenhangs mit der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lastparameter der Klimaanlage sowie ggf. der Außenlufttemperatur bestimmt werden kann. Hierzu kann vorab ein Kennfeld aufgenommen worden sein, das für jede Kombination von Geschwindigkeit, Lastparameter und ggf. Außenlufttemperatur und/oder weiteren Eingangsgrößen eine optimale Einstellung der Luftleitvorrichtung angibt. Dieses Kennfeld ist in der Regel von einer Vielzahl von konstruktionsbedingten Merkmalen des Kraftfahrzeugs abhängig und kann für den jeweiligen Fahrzeugtyp vorbestimmt sein, kann aber auch vom individuellen Fahrzeug abhängig sein. Die optimale Einstellung der Luftleitvorrichtung ist daher als eine Funktion von Geschwindigkeit, Lastparameter und gegebenenfalls weiteren Messgrößen gegeben.

[0023] Als Luftleitvorrichtung können eine Vielzahl von Mitteln zur Beeinflussung des Kühlluftstroms dienen, beispielsweise ein Schieber oder auch ein Luftleitblech zur Regulierung des Durchsatzes und/oder der Richtung des Kühlluftstroms. In bevorzugter Weise ist die Luftleitvorrichtung graduell vorstellbar, insbesondere motorisch verstellbar und entsprechend elektrisch steuerbar.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Luftleitvorrichtung eine Kühlerjalousie, die beispielsweise direkt vor oder direkt hinter dem Außen-Wärmetauscher der Klimaanlage oder einem Ventilator angeordnet und aktiv betätigbar ist. Die Kühlerjalousie kann aus einer Mehrzahl von gemeinsam oder individuell verstellbaren Lamellen bestehen, die motorisch betätigbar und von einer Steuereinrichtung ansteuerbar sind. Hierdurch ist auf einfache und sichere Weise eine Regulierung des Kühlluftstroms durch den Außen-Wärmetauscher möglich.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist mindestens ein Kühlerventilator vorgesehen, der zur Regelung der Temperatur eines Motorkühlkreislaufs und/oder eines Kühlkreislaufs der Klimaanlage angesteuert wird. Hierfür kann in üblicher Weise ein Regelkreis zur Regelung der Motor-temperatur vorgesehen sein. Ebenso kann ein Ventilator, der dem Außen-Wärmetauscher der Klimaanlage zugeordnet ist, in üblicher Weise in einen Regel-

kreis zur Regelung der Kompressorleistung der Klimaanlage eingebunden sein. Dies hat den Vorteil, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht in die Regelkreise zur Regelung der Motortemperatur bzw. der Klimaanlage eingreift, so dass die entsprechenden optimalen Kühlmitteltemperaturen nicht verändert werden.

[0026] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Außen-Wärmetauschers einer Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs kann eine Luftleitvorrichtung zur Steuerung des Luftstroms umfassen, die beispielsweise als aktiv betätigbare Kühlerjalousie ausgebildet sein kann. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Eingänge und/oder Sensormittel zur Erfassung eines Lastparameters der Klimaanlage und einer Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs sowie gegebenenfalls weiterer Eingangsgrößen, wie etwa einer Außentemperatur. Ferner umfasst die Vorrichtung Speichermittel zur Speicherung eines vorbestimmten Zusammenhangs einer optimalen Einstellung der Luftleitvorrichtung mit der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lastparameter der Klimaanlage, sowie Prozessormittel, beispielsweise einen Mikroprozessor oder Mikrocontroller. Die Prozessormittel sind zur Ermittlung einer optimalen Einstellung der Luftleitvorrichtung aus den gemessenen Eingangsgrößen zur Minimierung eines Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs und zur Ansteuerung der Luftleitvorrichtung ausgebildet.

[0027] Ein Verfahren zum Aufnehmen und/oder Kalibrieren einer optimalen Einstellung einer Luftleitvorrichtung umfasst die Schritte:

- Messung des Leistungsverbrauch durch den Luftwiderstand eines Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie bei verschiedenen Geschwindigkeiten,
- Messung der Leistungsaufnahme bzw. der Drehmomentaufnahme des Kompressors bei verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenen Umgebungsbedingungen,
- Berechnung des Gesamt-Energieverbrauchs durch Luftwiderstand und Kompressor in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie und der Geschwindigkeit und Bestimmung des dazugehörigen Werts eines Lastparameters der Klimaanlage,
- Ermittlung der optimalen Öffnung der Kühlerjalousie für jede Kombination von Fahrzeuggeschwindigkeit und Umgebungsbedingungen und Bestimmung des dazugehörigen Werts des Lastparameters und
- Erstellung eines Kennfelds, das die optimale Öffnung der Kühlerjalousie in Abhängigkeit vom Lastparameter der Klimaanlage, der Geschwindigkeit und den Umgebungsbedingungen darstellt.

[0028] Ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglichen eine Verringerung des Energieverbrauchs eines Kraftfahrzeugs, beispielsweise eines Personenkraftwagens, eines Nutzfahrzeugs oder auch eines Schienenfahrzeugs, beim Betrieb einer Klimaanlage. Eine solche Klimaanlage kann eine Einrichtung zur Klimatisierung, insbesondere zur Kühlung eines Innenraums des Kraftfahrzeugs sein, beispielsweise der Kabine des Kraftfahrzeugs, aber auch etwa eines Laderaums eines Nutzfahrzeugs.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0030] [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0031] [Fig. 2](#) ein Beispiel einer Messung der Effizienz einer Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit von der Öffnung einer Kühlerjalousie bei zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten;

[0032] [Fig. 3](#) ein Beispiel einer Messung der Effizienz der Klimaanlage in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie bei drei unterschiedlichen Außentemperaturen;

[0033] [Fig. 4](#) ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen der Leistungsaufnahme des Kompressors einer Klimaanlage mit dem vom Kompressor erzeugten Druck und dem Verhältnis zwischen Ausgangs- und Eingangsdruck des Kompressors;

[0034] [Fig. 5](#) ein Beispiel für die Leistungsaufnahme des Kompressors und die durch den Luftwiderstand bedingte Leistungsaufnahme des Antriebs des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie;

[0035] [Fig. 6](#) ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

[0036] [Fig. 7](#) ein schematisches Ablaufdiagramm eines beispielhaft beschriebenen Verfahrens zur Aufnahme eines Kennfelds für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0037] Gemäß [Fig. 1](#) umfasst eine in einem Kraftfahrzeug eingesetzte Klimaanlage beispielsweise einen als Verdampfer ausgebildeten Innen-Wärmetauscher **1**, der von einem Innenluftstrom **2** durchströmt wird. Die von der Innenluft an das im Innen-Wärmetauscher **1** enthaltene Kühlmittel abgegebene Wärme erwärmt das Kühlmittel bzw. lässt es verdampfen, wodurch die Innenluft abgekühlt wird. Das erwärmte bzw. verdampfte Kühlmittel gelangt in einen Kompressor **3**, der das Kühlmittel komprimiert. Der Ausgangsdruck des Kompressors ist durch einen Druck-

sensor **4** messbar. Das komprimierte Kühlmittel gelangt in einen Außen-Wärmetauscher **5**, wo es einen Teil der in ihm enthaltenen Wärme abgibt bzw. kondensiert. Der Außen-Wärmetauscher **5** wird auch als Verflüssiger oder Kondensator bezeichnet, da ein gasförmiges Kühlmittel in diesem durch Wärmeabgabe kondensieren kann. Im weiteren Verlauf des Kühlmittelkreislaufs **6** durchläuft das Kühlmittel eine Expansions- bzw. Druckminderungseinrichtung **7**, beispielsweise ein Drosselventil, und gelangt danach wieder in den Innen-Wärmetauscher **1**. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels im Kühlkreislauf **6** ist durch einen Pfeil **6'** angegeben.

[0038] Der Kompressor **3** wird, beispielsweise über einen Riemen, vom Motor **8** des Kraftfahrzeugs angetrieben. Der Kühlkreislauf **9** des Motors **8** mit einem Motorkühler **10** ist in [Fig. 1](#) gestrichelt dargestellt. Der Außen-Wärmetauscher **5** der Klimaanlage und der Motorkühler **10** sowie ein Kühlerventilator **11** können eine Kühlereinheit **12** bilden.

[0039] Ein Kühlluftstrom **13** durchsetzt den Außen-Wärmetauscher **5** der Klimaanlage und den Motorkühler **10**. Der Kühlerventilator **11** dient zur Erzeugung bzw.

[0040] Verstärkung des Kühlluftstroms **13**. Insbesondere im Stillstand des Fahrzeugs, wenn kein Staudruck zur Verfügung steht, wird der Kühlluftstrom **13** nur durch den Kühlerventilator **11** angetrieben. In Richtung des Kühlluftstroms **13** vor dem Außen-Wärmetauscher **5** der Klimaanlage ist eine Kühlerjalousie **14** angeordnet, die den Weg des Kühlluftstroms **13** ganz oder teilweise verschließt. Die Kühlerjalousie **14** kann auch nach dem Außen-Wärmetauscher **5** oder auch beispielsweise bündig mit der Außenseite der Frontpartie des Kraftfahrzeugs angeordnet sein. Über den Außen-Wärmetauscher **5** wird die dem Innenluftstrom **2** entzogene Wärme an den Kühlluftstrom **13** abgegeben, sowie über den Motorkühler **10** die vom Motor **8** erzeugte und nicht anderweitig genutzte Wärme. Der Kühlluftstrom **13** kann auch zur Kühlung weiterer Aggregate des Kraftfahrzeugs dienen.

[0041] Eine Steuerungseinrichtung **15** ist zur Erfassung der Messwerte des Drucksensors **4** und eines Außentempersensoren **16** ausgebildet. Ferner erfasst die Steuerungseinrichtung **15** die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (nicht dargestellt). Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, kann die Steuerungseinrichtung die Motorsteuerung sein bzw. mit dieser eine Einheit bilden. Die Steuerungseinrichtung enthält insbesondere einen Speicher (nicht dargestellt) zur Speicherung eines Kennfelds, aufgrund dessen unter Verwendung der erfassten Messwerte eine optimale Einstellung der Kühlerjalousie **14** ermittelt wird. Die ermittelte optimale Einstellung wird an einen Aktuator, beispielsweise einen Motor oder ein Stellelement (nicht dar-

gestellt), zur Betätigung der Kühlerjalousie **14** übermittelt. Der Aktuator schwenkt die Lamellen **14'** in der durch den Pfeil **17** dargestellten Richtung, um die Kühlerjalousie **14** entsprechend der ermittelten optimalen Einstellung weiter zu öffnen oder zu schließen. Hierdurch wird der Kühlluftstrom **13** in der gewünschten optimalen Weise reguliert.

[0042] In [Fig. 2](#) ist ein Beispiel einer Messung der Effizienz einer Klimaanlage in Abhängigkeit von der Öffnung x der Kühlerjalousie bei zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten gezeigt. Dabei wird die Effizienz der Klimaanlage durch das Verhältnis zwischen der Kühlleistung, d. h., aus dem Innenluftstrom nach außen transportierter Wärme, und der Leistungsaufnahme des Kompressors beschrieben (Coefficient of Performance, COP). In [Fig. 2](#) ist exemplarisch die Effizienz (COP) der Klimaanlage bei einer Außentemperatur von 25°C in Abhängigkeit von der Öffnung x der Kühlerjalousie bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h (Kurve **18**) und 50 km/h (Kurve **18'**) dargestellt. Die Effizienz der Klimaanlage ist umso höher, je weiter die Kühlerjalousie geöffnet ist, ab einer bestimmten, geschwindigkeitsabhängigen Öffnung **19**, **19'** bleibt die Effizienz jedoch konstant. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs kann daher gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Kühlerjalousie soweit geschlossen werden, dass die maximale Effizienz der Klimaanlage gewährleistet bleibt. Hierdurch wird eine Verringerung des Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs erreicht.

[0043] [Fig. 3](#) zeigt ein Beispiel einer Messung der Effizienz (COP) der Klimaanlage in Abhängigkeit von der Öffnung x der Kühlerjalousie bei jeweils gleicher Geschwindigkeit (**100** km/h), aber drei unterschiedlichen Außentemperaturen, nämlich bei 15°C (Kurve **20**), 25°C (Kurve **20'**) und 35°C (Kurve **20''**). Bei höherer Temperatur wird der jeweilige Maximalwert der Effizienz der Klimaanlage erst bei einer weiteren Öffnung (**21**, **21'**, **21''**) der Kühlerjalousie erreicht. Die Erfassung der Außentemperatur ermöglicht daher eine verbesserte Ansteuerung der Kühlerjalousie zur Minimierung des Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs.

[0044] Wie [Fig. 4](#) zeigt, ist die Leistungsaufnahme P_c des Kompressors der Klimaanlage (Kurve **22**) bei gegebener Temperatur (25°C) und gegebener Geschwindigkeit (**100** km/h) abhängig von der Öffnung x der Kühlerjalousie. Ebenso sind der Ausgangsdruck p_a des Kompressors der Klimaanlage (Kurve **23**) und das Druckverhältnis p_a/p_e zwischen Ausgangs- und Eingangsdruck des Kompressors (Kurve **24**) abhängig von der Öffnung der Kühlerjalousie. Dies zeigt, dass bei weiter geöffneter Kühlerjalousie eine verbesserte Kühlung des Außen-Wärmetauschers erfolgt und dadurch eine Erhöhung der Effizienz der Klimaanlage. Da sowohl der Ausgangsdruck p_a des Kompressors als auch das Verhältnis p_a/p_e zwischen

Ausgangs- und Eingangsdruck des Kompressors mit der Leistungsaufnahme P_c des Kompressors korreliert sind, sind diese beiden Größen ebenso zur Erfassung der Leistungsaufnahme des Kompressors geeignet.

[0045] Wie [Fig. 5](#) an einem Beispiel einer Messung zeigt, ergibt sich für die Summe (Kurve **25**) aus Leistungsaufnahme des Kompressors (Kurve **26**) und durch den Luftwiderstand verbrauchter Antriebsleistung des Fahrzeugs (Kurve **27**) in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie ein Minimum **28**, das einer optimalen Einstellung der Kühlerjalousie entspricht. Durch eine entsprechende Einstellung der Kühlerjalousie ist eine wirkungsvolle Minimierung des Gesamt-Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs möglich.

[0046] [Fig. 6](#) zeigt in schematischer Darstellung den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ausgehend von dem vorab für das jeweilige Kraftfahrzeug bzw. den jeweiligen Kraftfahrzeugtyp aufgenommenen Kennfeld, das die optimale Öffnung der Kühlerjalousie in Abhängigkeit von Kompressordruck, Geschwindigkeit, Außentemperatur und ggf. weiteren Eingangsgrößen angibt, berechnet ein Prozessor der Steuereinrichtung die optimale Öffnung unter Verwendung der aktuellen Messwerte. In einem weiteren Schritt werden weitere Bedingungen einbezogen, die sich etwa aus Notwendigkeiten der Motor- oder Ladeluftkühlung ergeben können. Die unter allen Öffnungsanforderungen ermittelte größte Öffnung wird an den Aktuator zur Betätigung der Kühlerjalousie übermittelt. Dadurch, dass die jeweils größte Öffnungsanforderung Vorrang hat, kann eine Überhitzung des Motors oder eines anderen Aggregats auf jeden Fall vermieden werden.

[0047] In [Fig. 7](#) ist ein schematisches Ablaufdiagramm der Aufnahme eines Kennfelds für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Hierbei wird zunächst der Leistungsverbrauch durch den Luftwiderstand eines Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie bei verschiedenen Geschwindigkeiten aufgenommen, beispielsweise durch Messungen in einem Windkanal. Weiterhin wird die Leistungsaufnahme des Kompressors bei verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenen Umgebungsbedingungen aufgenommen. Insbesondere kann die Messung beispielsweise bei Außentemperaturen von 15°, 25° und 35°C und bei zugehörigen repräsentativen Einstellungen der Klimaanlage erfolgen. Hierbei können beispielsweise auch unterschiedliche Sonneneinstrahlungen oder Anforderungen zur Luftentfeuchtung berücksichtigt werden. Im nächsten Schritt wird der Gesamt-Energieverbrauch durch Luftwiderstand und Kompressor in Abhängigkeit von der Öffnung der Kühlerjalousie und der Geschwindigkeit berechnet und der dazugehörige Kompressordruck oder ein

anderer Lastparameter der Klimaanlage, beispielsweise die Leistungsaufnahme des Kompressors und/oder das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsdruck des Kompressors, bestimmt. Anstelle des Energieverbrauchs kann auch der zusätzliche Energieverbrauch, der durch die jeweilige Öffnung der Kühlerjalousie bzw. den Kompressor gegenüber einer Grundeinstellung verursacht wird, bestimmt werden. Ferner wird die optimale Öffnung der Kühlerjalousie für jede Kombination von Fahrzeuggeschwindigkeit und Umgebungsbedingungen ermittelt und der dazugehörige Kompressordruck bzw. Lastparameter bestimmt. Hieraus wird das Kennfeld erstellt, das die optimale Öffnung der Kühlerjalousie in Abhängigkeit vom Lastparameter der Klimaanlage, der Geschwindigkeit und den Umgebungsbedingungen, insbesondere der Umgebungstemperatur, angibt.

[0048] In einem weiteren Schritt können weitere Bedingungen für die Steuerung der Kühlerjalousie berücksichtigt werden, beispielsweise, dass die Kühlerjalousie bei stehendem Fahrzeug immer maximal geöffnet ist, wenn die Außentemperatur einen Grenzwert überschreitet. Hierdurch wird die Effizienz der Klimaanlage erhöht. Ebenso kann als Bedingung implementiert werden, dass die Kühlerjalousie unterhalb einer vorgegebenen Außentemperatur geschlossen ist, um die Erwärmung des Motors und/oder der Kabine zu verbessern sowie beim Stillstand des Motors eine Erhaltung der im Kühlsystem vorhandenen Wärme zu ermöglichen. Ferner bewirkt die erhöhte Leistungsaufnahme des Kompressors der Klimaanlage bei Schließen der Jalousie und/oder Reduzierung der Leistung des Kühlerlüfters auch eine erhöhte Motorlast und damit eine schneller Aufwärmung des Motors. Dieser Effekt kann zur Verbesserung der Kabinenaufheizung verwendet werden, wenn die Außentemperatur es zulässt und erfordert. Schließlich kann auch festgelegt werden, dass die Kühlerjalousie immer maximal geöffnet sein soll, wenn die Außentemperatur beispielsweise höher als 40°C ist.

[0049] Das derart um Zusatz- und Randbedingungen ergänzte Kennfeld wird in der Steuerungseinrichtung beispielsweise in Form einer Tabelle (Lookup Table) gespeichert zur Ausführung des zu [Fig. 6](#) beschriebenen Verfahrens. Bei der Ermittlung, Speicherung und Verwendung des Kennfelds können beispielsweise bekannte Interpolationsverfahren eingesetzt werden.

ZITATE ENTHALTEN 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 0117775 A1 [0003]
- DE 102005034775 A1 [0004]
- DE 19719792 A1 [0005]
- EP 1647428 B1 [0019]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Kraftfahrzeugs, insbesondere des Luftstroms eines Außen-Wärmetauschers (5) einer Klimaanlage des Kraftfahrzeugs, wobei ein Lastparameter der Klimaanlage und eine Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs ermittelt werden, unter Verwendung des Lastparameters und der Geschwindigkeit eine optimierte Einstellung einer Luftleitvorrichtung (14) zur Regulierung des Kühlluftstroms zur Minimierung eines Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs, der die Leistungsaufnahme der Klimaanlage umfasst, ermittelt wird und die Luftleitvorrichtung (14) gemäß der ermittelten optimierten Einstellung angesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs weiterhin die zur Überwindung des Luftwiderstands des Kraftfahrzeugs bei der ermittelten Geschwindigkeit notwendige Antriebsleistung des Kraftfahrzeugs umfasst.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs weiterhin die Leistungsaufnahme eines Ventilators (11) für den Außen-Wärmetauscher (5) umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außenlufttemperatur ermittelt wird und die optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung (14) unter Verwendung der Außenlufttemperatur ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelte Geschwindigkeit die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs relativ zum Boden und/oder relativ zur Luft ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klimaanlage einen Kühlmittelkompressor (3) aufweist und der vom Kühlmittelkompressor erzeugte Druck als Lastparameter verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optimierte Einstellung der Luftleitvorrichtung (14) aufgrund eines vorbestimmten Zusammenhangs einer optimalen Einstellung der Luftleitvorrichtung (14) mit der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lastparameter der Klimaanlage ermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftleitvorrichtung (14) eine Kühlerjalousie ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kühlerventilator (11) vorhanden ist, der zur Regelung der Temperatur eines Motorkühlkreislaufs und/oder eines Kühlkreislaufs der Klimaanlage angesteuert wird.

10. Vorrichtung zur Regulierung eines Kühlluftstroms eines Außen-Wärmetauschers (5) einer Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs umfassend eine Luftleitvorrichtung (14) zur Regulierung des Kühlluftstroms, Sensormittel zur Erfassung eines Lastparameters der Klimaanlage und einer Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, Speichermittel zur Speicherung eines vorbestimmten Zusammenhangs einer optimalen Einstellung der Luftleitvorrichtung mit der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lastparameter der Klimaanlage sowie Steuerungsmittel zur Ermittlung einer optimalen Einstellung der Luftleitvorrichtung zur Minimierung eines Energieverbrauchs des Kraftfahrzeugs und zur Ansteuerung der Luftleitvorrichtung (14).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

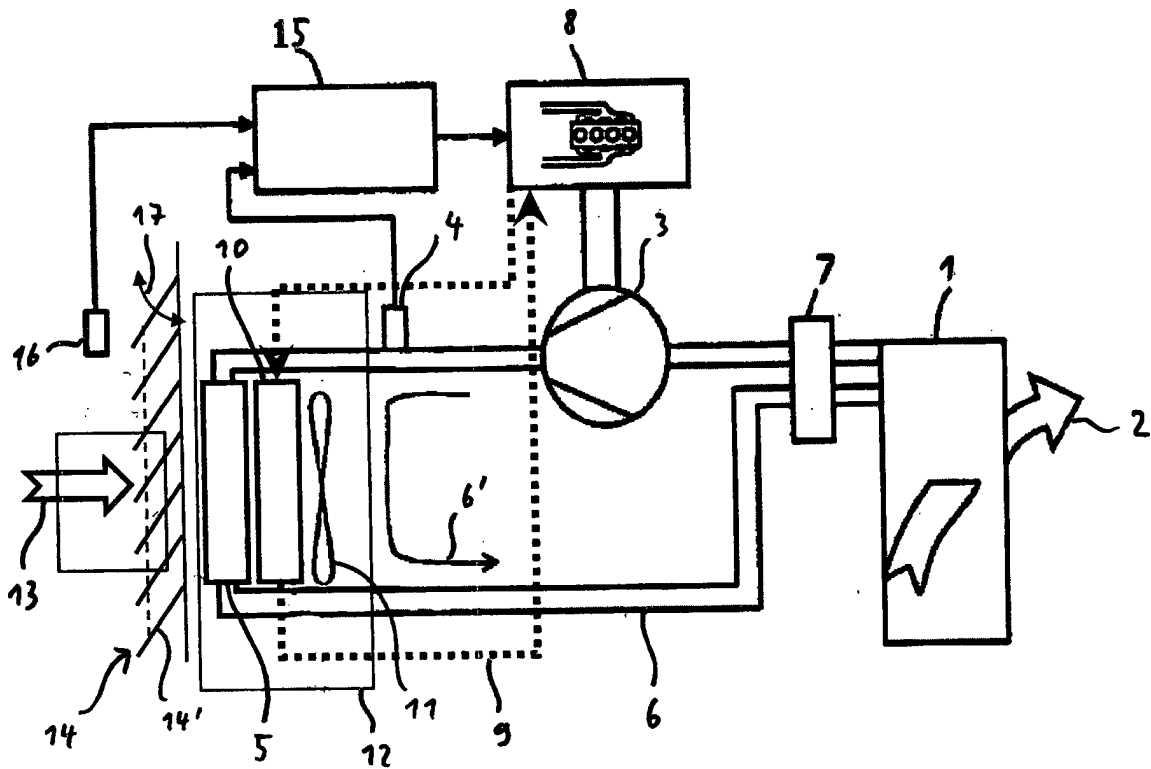


Fig. 1

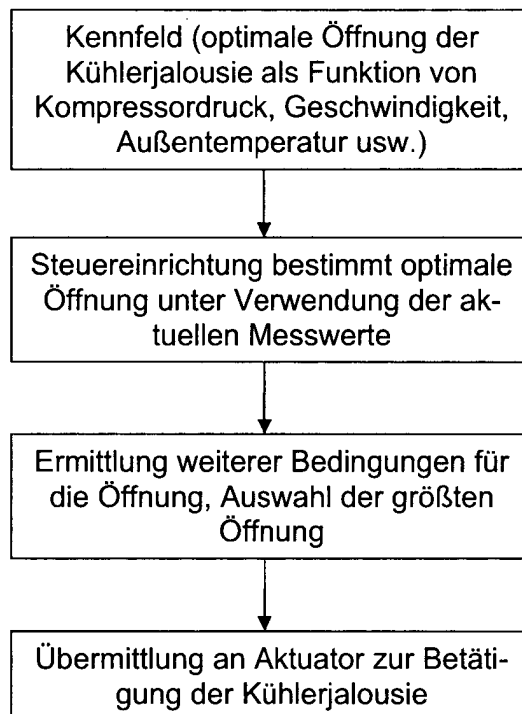


Fig. 6

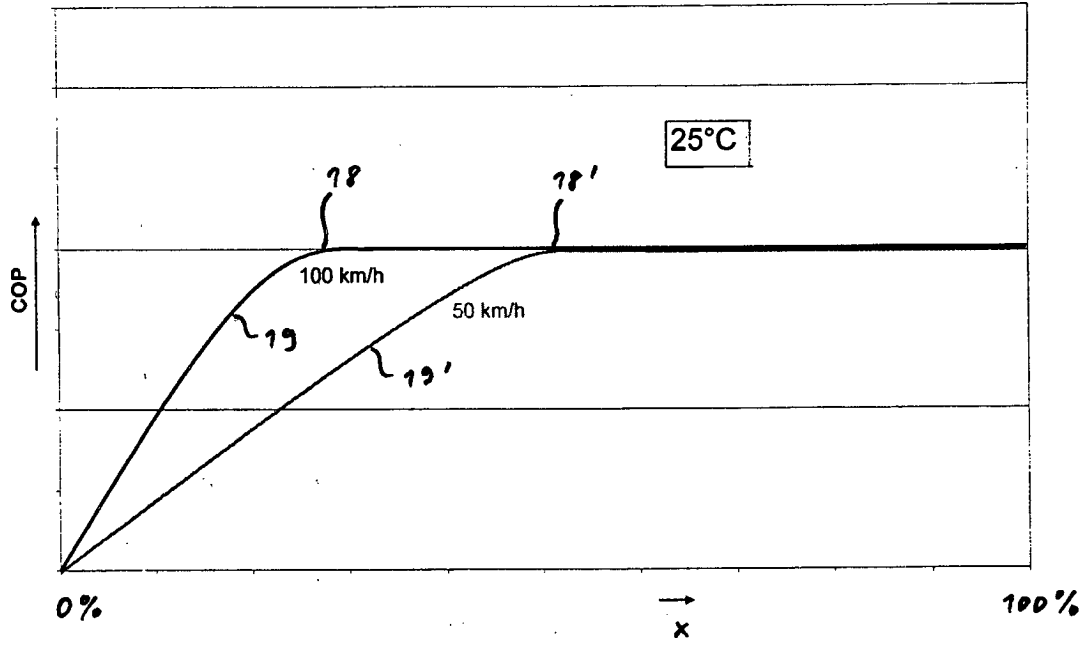


Fig. 2

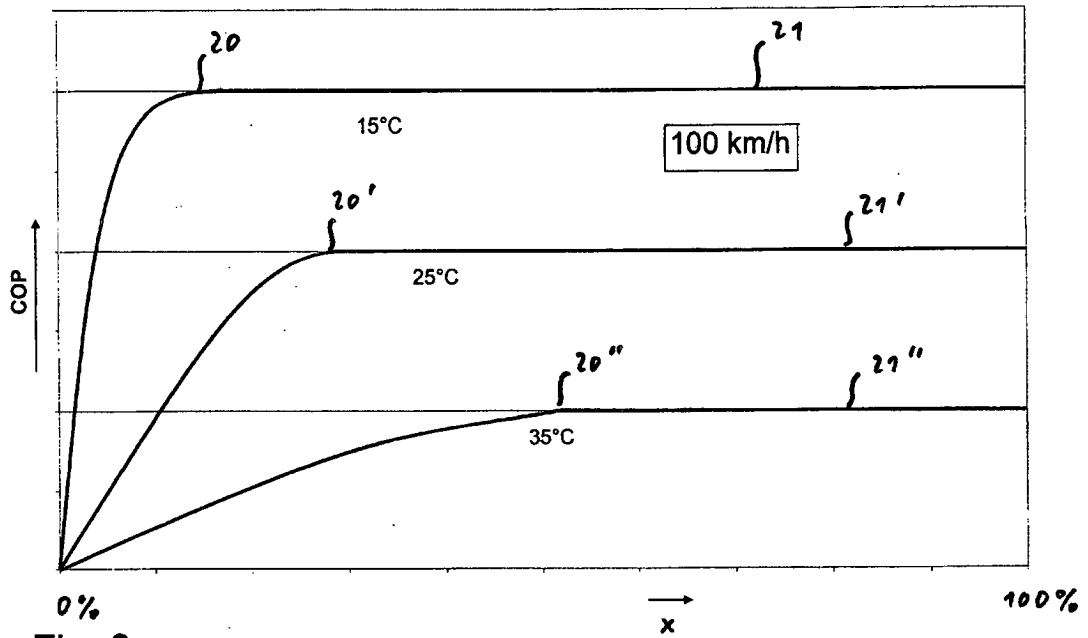


Fig. 3

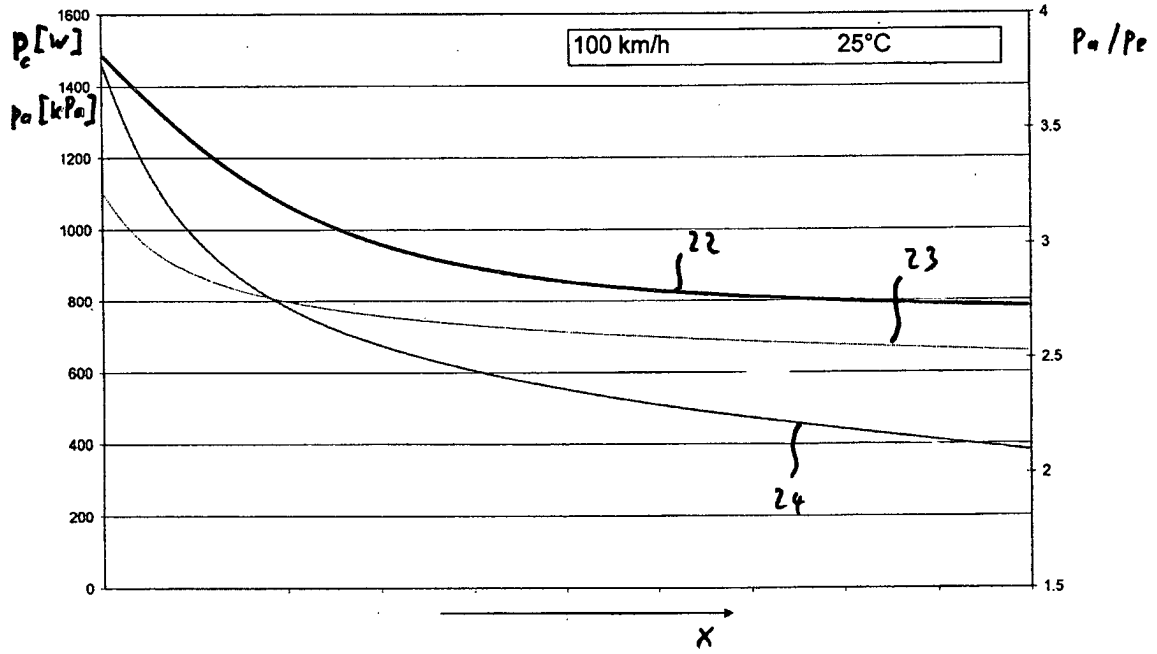


Fig. 4

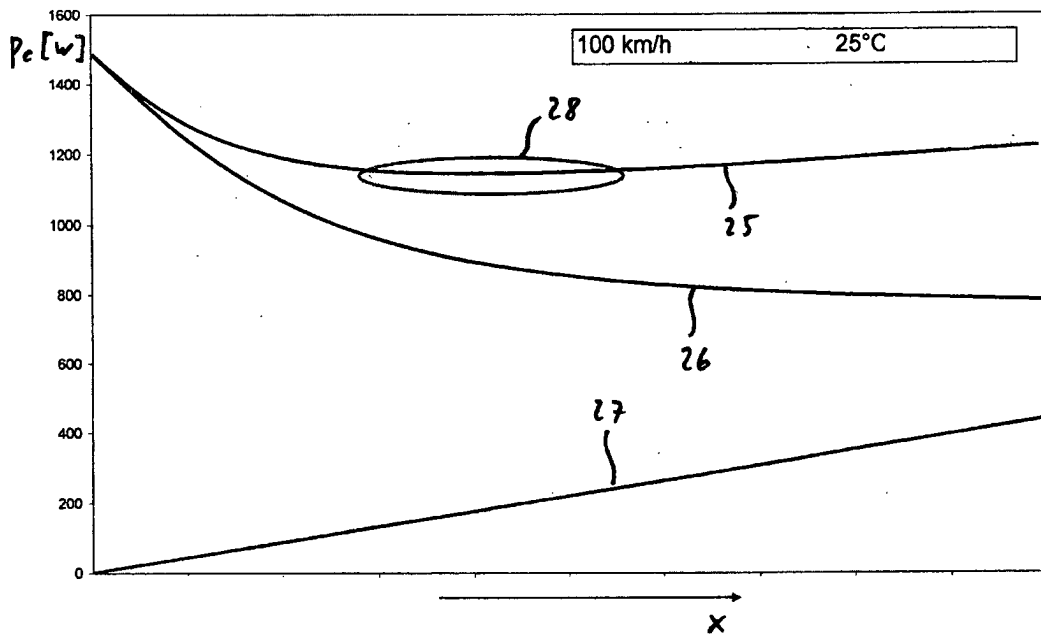


Fig. 5

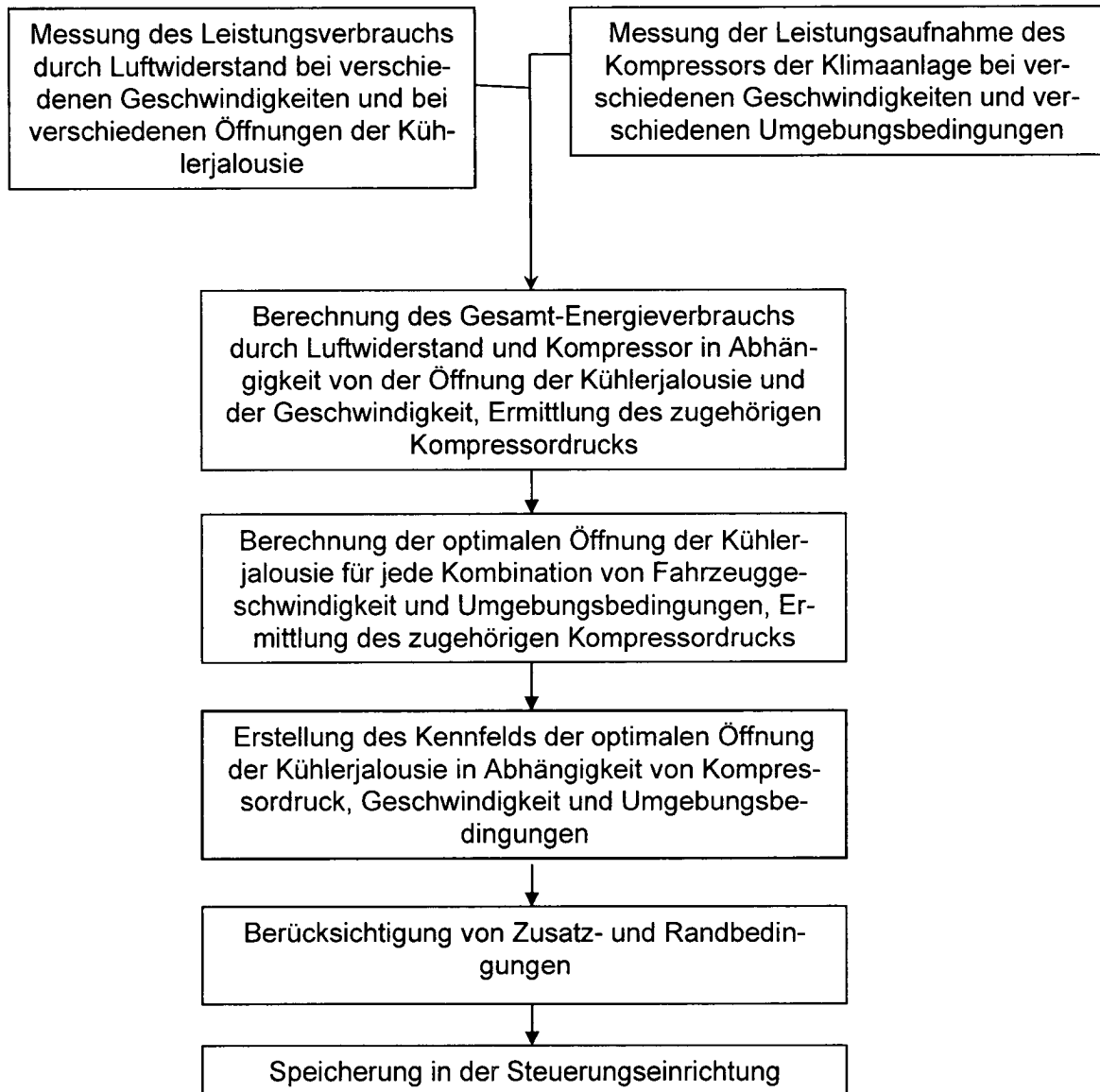


Fig. 7