



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 204 988.9**

(22) Anmeldetag: **21.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **09.10.2014**

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

(30) Unionspriorität:
13/430,776 **27.03.2013** **US**

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

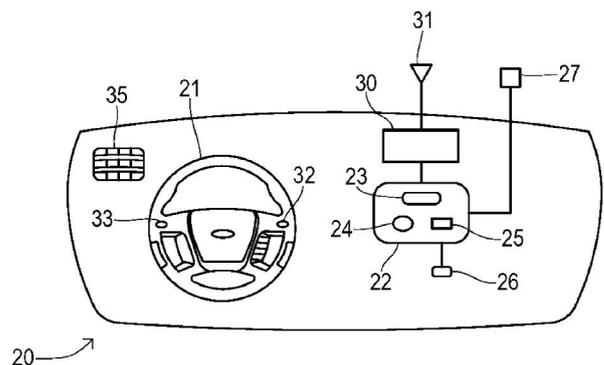
(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

(72) Erfinder:
**Prakah-Asante, Kwaku, O., Commerce Township,
US; Le, Jialiang, Canton, Mich., US; Rao,
Manoharprasad K., Novi, Mich., US; Strumolo,
Gary S., Beverly Hills, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Personalisierte Einstellung der Klimaanlage**

(57) Zusammenfassung: Ein HVAC-System für ein Fahrzeug weist einen Hauttemperatursensor zur Messung einer tatsächlichen Hauttemperatur des Fahrers und einen Fahrgastraumtemperatursensor zur Messung einer tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur der Umgebungsluft im Fahrgastraum auf. Ein Reglermodul speichert eine Zieltemperatur des Fahrgastraums, worin das Reglermodul das HVAC-System gemäß einem ersten Fehler zwischen der Zielfahrgastraumtemperatur und der tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur steuert. Die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur wird gemäß einer ersten Zeitkonstante gefiltert. Ein Personalisierungsmodul speichert eine Zielhauttemperatur, worin das Personalisierungsmodul einen an die Zielfahrgastraumtemperatur anzulegenden Ausgleich gemäß einem zweiten Fehler zwischen der Zielhauttemperatur und der tatsächlichen Hauttemperatur ermittelt. Die tatsächliche Hauttemperatur wird nach einer zweiten Zeitkonstante, die länger als die erste Zeitkonstante ist, gefiltert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Heizungs-, Lüftungs- und Klimasysteme (HVAC) für Transportfahrzeuge und insbesondere die personalisierte Kontrolle eines HVAC-Systems auf Grundlage der Hauttemperatur eines Fahrzeuginsassen oder Fahrers des Fahrzeugs.

[0002] HVAC-Systeme kontrollieren das Klima in Transportfahrzeugen, wie etwa in Automobilen, zur Aufrechterhaltung des Komforts der Fahrzeuginsassen. Typischerweise bläst ein Gebläse Luft durch Wärmetauscher und gibt konditionierte Luft an verschiedenen Punkten innerhalb des Fahrgastraums ab. Warme Luft kann von einem Heizkern bereitgestellt werden, der beispielsweise einem in einem Verbrennungsmotor fließenden Kühlmittel Wärme entzieht. Kühle Luft kann einer konventionellen Klimaanlage mit einem motorisch angetriebenen Kompressor und einem Verdampfer entnommen werden.

[0003] Die einfachsten Klimaregelungssysteme in Fahrzeugen ermöglichen dem Fahrzeuginsassen die direkte Kontrolle der Heiz- oder Kühlungsintensität, der Betriebsgeschwindigkeit des Gebläses und der relativen Menge der zu unterschiedlichen Registern strömenden Luft. Dazu muss der Anwender die Klimaregelungseinstellungen kontinuierlich überwachen und anpassen, um den Komfort zu erhalten.

[0004] Es wurden auch automatische Temperaturkontrollsysteme eingeführt, bei denen ein Feedback-Kontrollsystem die Temperatur der Umgebungsluft im Fahrgastraum überwacht und die Gebläsegeschwindigkeit und den Betrieb des Heizkerns oder der Klimaanlage automatisch anpasst, um eine gewünschte Temperatureinstellung beizubehalten. In einigen Fahrzeugen gibt es mehrere Zonen mit separater automatischer Temperaturkontrolle und individuellen Einstellungen der Zieltemperatur für jede Zone.

[0005] Die obigen Arten von HVAC-Systemen kontrollierten die tatsächliche Hauttemperatur eines Fahrzeuginsassen nur indirekt. Da die Hauttemperatur ein besserer Hinweisfaktor für den tatsächlichen Komfort des Fahrzeuginsassen ist, wurden Systeme zur Regulierung des Betriebs des HVAC-Systems auf Grundlage der Hauttemperatur der Fahrzeuginsassen untersucht. Die thermodynamische Umgebung in einem Fahrzeuginnenraum und die Beziehungen zwischen verschiedenen Einstellungen des HVAC-Systems und der resultierenden Wirkung auf die Hauttemperatur der verschiedenen Fahrzeuginsassen sind aber komplex. Deshalb waren die früheren Systeme relativ kompliziert und nicht kosteneffizient.

[0006] Die vorliegende Erfindung ermöglicht die personalisierte, auf einen Fahrzeuginsassen, beispielsweise den Fahrer, abgestimmte Klimaregelung. Statt direkt zu versuchen, die Hauttemperatur des Fahrzeuginsassen zu regulieren, werden bestimmten Anpassungen an der Zieltemperatur des Fahrgastraums zur Steuerung des HVAC-Systems vorgenommen, damit der Betrieb nur teilweise als Reaktion auf die Haut-(d.h. Körper-)temperatur gesteuert wird. Die Anpassungen zur Gewährleistung eines stabilen Systembetriebs unterliegen bestimmten Einschränkungen.

[0007] In einem Aspekt der Erfindung wird ein Gerät in einem Transportfahrzeug bereitgestellt, das von einem Fahrer in einem Fahrgastraum bedient wird und einen Hauttemperatursensor zur Messung einer tatsächlichen Hauttemperatur des Fahrers und einen Fahrgastraumsensor zur Messung einer tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur der Umgebungsluft im Fahrgastraum umfasst. Ein HVAC-System stellt eine erwärmte und gekühlte Luftströmung in den Fahrgastraum bereit. Ein Reglermodul speichert eine Zieltemperatur des Fahrgastraums, worin das Reglermodul das HVAC-System gemäß einem ersten Fehler zwischen der Zielfahrgastraumtemperatur und der tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur steuert. Die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur wird gemäß einer ersten Zeitkonstante gefiltert. Ein Personalisierungsmodul speichert eine Zielhauttemperatur, worin das Personalisierungsmodul einen an die Zielfahrgastraumtemperatur anzulegenden Ausgleich gemäß einem zweiten Fehler zwischen der Zielhauttemperatur und der tatsächlichen Hauttemperatur ermittelt. Die tatsächliche Hauttemperatur wird gemäß einer zweiten Zeitkonstante, die länger als die erste Zeitkonstante ist, gefiltert.

[0008] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines HVAC-Systems mit automatischer Temperaturkontrolle.

[0009] Fig. 2 ist ein schematisches und Blockdiagramm von Teilen eines erfindungsgemäßen HVAC-Systems und Reglers.

[0010] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das die vorliegende Erfindung ausführlicher zeigt.

[0011] Fig. 4 ist ein Fließdiagramm eines bevorzugten Verfahrens der Erfindung.

[0012] Fig. 5 ist eine grafische Darstellung einer Abbildung zur Bestimmung eines Verstärkungsfaktors.

[0013] Fig. 6 zeigt eine erste Ausführungsform von relativen Orientierungen von Infrarottemperatursensoren an einem Lenkrad, die auf einen Fahrer gerichtet sind.

[0014] Fig. 7 ist eine grafische Darstellung von beispielhaften Temperaturdaten.

[0015] Fig. 8 ist ein Fließdiagramm, das ein bevorzugtes Verfahren zur Ermittlung einer Hauttemperatur einer Person in einem Fahrzeug zeigt.

[0016] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist ein elektronisches automatisches Temperaturregelsystem (EATC) 10 des Standes der Technik zur Klimaregelung in einem Fahrgastraum 11 eines Transportfahrzeugs gezeigt. Ein EATC-Regler 12 empfängt Umgebungsluft-Temperaturmessungen von einem Sensor 13, der im Fahrgastraum 11 angeordnet ist. Unter Verwendung von Feedback-Kontrolle ermittelt das EATC 12 den Betrieb eines Gebläses 14, einer Heizquelle 15 und einer Kühlquelle 16. Die Temperaturmess-, Heiz- und Kühlfunktionen können zur Implementierung eines Mehrzonen-Klimakontrollsystems wie es im Stand der Technik bekannt ist, je nach den Zonen im Fahrgastraum 11 dupliziert werden.

[0017] Die vorliegende Erfindung baut auf dem EATC-System aus Fig. 10 auf, indem sie eine Personalisierungsfunktion zur Einstellung des EATC-Temperatursollwerts zur Verbesserung des Komforts eines einzelnen Insassen in einer bestimmten klimaregelten Zone hinzufügt. Die Personalisierungsfunktion wird "bei Bedarf" bereitgestellt. Sie kann typischerweise immer dann gewählt werden, wenn sich der Insasse allein im Fahrzeug oder in einer bestimmten Zone befindet. In einem Transportfahrzeug ist bei vielen Fahrten nur ein Fahrer anwesend. Während solcher Zeiten kann die Veränderung des Betriebs des EATC-Systems zur Optimierung des Fahrerkomforts äußerst wünschenswert sein, weil sie auch zu Energieeinsparungen führen kann.

[0018] Ein erfindungsgemäßes System ist in Fig. 2 ausführlicher gezeigt. In einem Fahrgastraum 20 befindet sich ein Lenkrad 21 vor einem Fahrer. Eine Anwenderschnittstelle 22, die typischerweise auf einem Armaturenbrett angebracht ist, kann ein Informationsdisplay 23, einen Einstellknopf 24 und Funktionstasten 25 aufweisen. Ein Umgebungslufttemperatursensor 26 misst die Fahrgastraumtemperatur auf herkömmliche Weise. Ein externer Temperatursensor 27 kann zur Ermittlung einer Temperatur außerhalb des Fahrzeugs außerhalb des Fahrgastraums befestigt sein. Zum Erhalten einer Temperaturvorschau und/oder als alternatives Mittel zum Erhalten einer Außentemperatur werden wie unten weiter beschrieben ein drahtloses Kommunikationssystem 30 und eine Antenne 31 bereitgestellt.

[0019] Zur Messung der Hauttemperatur des Fahrers ist ein Paar von Infrarottemperatursensoren 32 und 33 am Lenkrad 21 befestigt. Aus verschiedenen Registern, einschließlich Register 35, wird dem Fahrer erwärmte oder gekühlte Luftströmung zugeführt.

[0020] Ein Kontrollgerät zur Durchführung der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 3 ausführlicher gezeigt. Eine Fahrer-Personalisierungsfunktion 40 ist als Modul implementiert, das mit dem Reglermodul 22 der automatischen Temperaturregelung zusammenarbeitet. Das Modul 40 kann ein Softwaremodul sein, das auf demselben elektronischen programmierbaren Mikrocontroller im EATC-System 22 oder von einer Einrichtung in einer separaten Box ausgeführt werden kann. Ein Hauttemperatur-Zielbefehl wird von der Fahrer-Personalisierungsfunktion 40 über einen Wählschalter 41 (d.h. ein vom Fahrer bedienter Umschalter zur Wahl zwischen einer konventionell bereitgestellten Zonen-Sollpunkttemperatur und einem Personalisierungsmodus unter Verwendung des Hauttemperatur-Zielbefehls) an das EATC-System 22 geliefert. Wie unten weiter beschrieben stellt die Fahrer-Personalisierungsfunktion 40 einen empfohlenen Zielwert für die Hauttemperatur des Fahrers bereit. Die Personalisierungsfunktion wird vom Fahrer 42 geregelt, der die Anwenderschnittstelle zum Ein- oder Ausschalten der Funktion 40 einstellt. Wenn eine personalisierte Einstellung gewünscht wird, bewertet der Fahrer 42 den empfohlenen Zielwert und übernimmt diese Temperatur dann oder gibt eine andere Temperatur über die Anwenderschnittstelle ein.

[0021] Die Fahrer-Personalisierungsfunktion 40 empfängt verschiedene Temperaturmessungen, einschließlich Hauttemperatur 43, innere (d.h. Fahrgastraum) Umgebungstemperatur 44, äußere Umgebungslufttemperatur 45 und Temperaturvorschau 46. Die Temperaturvorschau 46 kann bevorstehenden Außentemperaturbedingungen entsprechen, auf Grundlage von 1) derzeitigen oder künftigen Temperaturmessungen an einem Zielort, zu dem das Fahrzeug gefahren wird, oder 2) einer kurzfristigen Temperaturprognose für die nähere Umgebung des Fahrzeugs. Diese Temperaturvorschau kann von einem entfernten Serviceprovider über ein drahtloses Kommunikationssystem empfangen werden. Auf Grundlage von bekannten Modellen, die verschie-

dene Temperaturbedingungen gemäß der Hauttemperatur einer Person mit dem persönlichen Komfortgefühl in Beziehung setzen, leitet die Personalisierungsfunktion **40** eine empfohlene Hautzieltemperatur auf Grundlage von bekannten physikalischen/Wahrnehmungsmodellen ab.

[0022] Unter Verwendung einer aus **Fig. 3** abgeleiteten Zielhauttemperatur wird der Betrieb des HVAC-Kontrollsystems in einer bevorzugten Ausführungsform nach dem in **Fig. 4** gezeigten Verfahren modifiziert. Im Personalisierungsmodus zur Optimierung der Klimaregelung gemäß der Hauttemperatur eines Fahrzeuginsassen erfolgt eine verbesserte Feedback-Kontrolle auf Grundlage einer Körpertemperatur (d.h. Haut) und einer Fahrgastraumtemperatur. Zur Gewährleistung der Stabilität des Feedbackkontrollsystems reagiert der Regler empfindlicher auf Veränderungen der Fahrgastraumtemperatur als auf Veränderungen der Körpertemperatur. Messungen der Fahrgastraumtemperatur werden somit in Schritt **50** gemäß einer ersten Zeitkonstante gefiltert. Die Messungen der Hauttemperatur werden in Schritt **51** gemäß einer zweiten Zeitkonstante, die länger als die erste Zeitkonstante ist, gefiltert. In Schritt **52** werden die Fehler zwischen den gefilterten (z.B. gemittelten) Temperaturmessungen und ihren jeweiligen Zieltemperaturen ermittelt. Auf Basis der Größe der Fehler wird in Schritt **53** ein abstimmbarer Verstärkungsfaktor zur Berechnung eines an die Zieltemperatur im Fahrgastraum anzulegenden Ausgleichs ermittelt. Die Fahrgastraum-Zieltemperatur wird in Schritt **54** aktualisiert und dann setzt das HVAC-System den konventionellen Betrieb unter Verwendung des modifizierten Zielwerts für die Feedback-Kontrolle der Fahrgastraumtemperatur fort.

[0023] Die Signalverarbeitung und Entscheidungsfällung in **Fig. 4** können wie folgt erfolgen. Die Filterung der Körpertemperatur und der Fahrgastraumtemperatur erfolgt nach den folgenden Gleichungen:

$$\overline{CT}_k = \alpha_{CT} \overline{CT}_{k-1} + (1 - \alpha_{CT}) CT_k$$

$$\overline{BT}_k = \alpha_{BT} \overline{BT}_{k-1} + (1 - \alpha_{BT}) BT_k$$

wo CT die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur, α_{CT} die Filterverstärkung zwischen 0 und 1, die die erste Zeitkonstante definiert, BT die tatsächliche Hauttemperatur, α_{BT} die Filterverstärker, die die zweite Zeitkonstante definiert, und k ein Index sind. Die Ermittlung des ersten Fehlers erfolgt gemäß einer Formel:

$$CT_{err}(k) = CT_{tar}(k) - \overline{CT}_k$$

wo CT_{err} der erste Fehler und CT_{tar} die Zielfahrgastraumtemperatur ist (d.h. die vom EATC-System als Feedback-Zielwert verwendet wird). Die Ermittlung des zweiten Fehlers erfolgt gemäß einer Formel:

$$BT_{err}(k) = BT_{tar}(k) - \overline{BT}_k$$

wo BT_{err} der zweite Fehler und BT_{tar} die Zielhauttemperatur ist. Die Ermittlung einer aktualisierten Zielfahrgastraumtemperatur (d.h. nach Inkrementierung des Index k um Eins) erfolgt gemäß einer Formel:

$$CT_{tar}(k) = CT_{tar}(k-1) + K_1 BT_{err}(k)$$

wo K_1 der abstimmbare Verstärkungsfaktor für einen normalisierten Verstärkungsfaktor zwischen 0 und 1 ist. Die Größe von BT_{err} wird angelegt, wenn der abstimmbare normalisierte K_1 Bereich zwischen -1 und 1 liegt, um entsprechende direktionale Ausgleiche für die Fahrgastraumtemperatur bereitzustellen.

[0024] Eine Regelbasis wird für den Wert des Verstärkungsfaktors K_1 bereitgestellt, der die Menge der Veränderung bei jeder Iteration begrenzen und Veränderungen während Zeiten, in denen der Fahrgastraumtemperaturfehler größer ist als ein Schwellwertunterschied (z.B. 5°F) verhindern soll. Eine Ausführungsform für die Regelbasis für die Erfindung ist als normalisiertes Oberflächendiagramm in **Fig. 5** zur Abbildung der Fehler auf einen Wert von K_1 gezeigt. Somit ist ein Wert für den Verstärkungsfaktor K_1 als dreidimensionale Oberflächenkarte **60** dargestellt, die den Wert für K_1 für verschiedene Werte des Fahrgastraumtemperaturfehlers entlang Achse **61**, des Körpertemperaturfehlers entlang Achse **62** und des K_1 -Werts entlang Achse **63** definiert. In dieser Ausführungsform wird die Ausgabe der Fahrgastraumtemperaturveränderung für den normalisierten Verstärkungsfaktor zwischen -1 und 1 nach folgender Formel ermittelt:

$$CT_{tar}(k) = CT_{tar}(k-1) + K_1 |BT_{err}(k)|$$

[0025] Die Größen für den Fahrgastraumtemperaturfehler und den Körpertemperaturfehler sind bezüglich einer normalisierten Skala zwischen 1 und -1 gezeigt, die Schwellwerte darstellt, innerhalb derer die Personalisierungsfunktion arbeiten darf. In der Nähe der Schwellwerte ist der Wert von K_1 Null, um einen Betrieb der Personalisierungsfunktion zu verhindern. Beispielsweise nähert sich der Wert von K_1 bei hohen Werten des Fahrgastraumtemperaturfehlers entlang Regionen **64** und **65** der Oberfläche **60** Null an. Wenn der Körpertemperaturfehler in der Nähe von Null liegt, ist die Oberfläche **60** analog auf einem Nullwert wie in Region **66** gezeigt. Wenn der Wert des Fahrgastraumtemperaturfehlers nahe bei Null liegt, aber sich der Körpertemperaturfehler zwischen den oberen und unteren Schwellwerten befindet, sind zunehmend höhere Werte des Verstärkungsfaktors K_1 dargestellt, wie in Regionen **67** und **68** gezeigt.

[0026] Statt der Abbildung kann der Regler alternativ ein numerisches Verhältnis zur Ermittlung des Verstärkungsfaktors verwenden. Ein solches Verhältnis kann allgemein angegeben werden als $K_1 = f(CT_{err}, BT_{err})$. Geeignete Gleichungen, die diese Funktion definieren, werden nach den gewünschten Eigenschaften für ein bestimmtes Fahrzeug konstruiert, würden aber einen Verstärkungsfaktor ähnlich der in **Fig. 5** gezeigten Abbildung ergeben. Unter Verwendung des resultierenden Werts K_1 aus solchen Gleichungen wird dann ein Ausgleich- $\delta_{CT_{tar}}$ berechnet, wie folgt:

$$\delta_{CT_{tar}}(k) = K_1 BT_{err}(k)$$

für normalisierte Verstärkungsfaktoren zwischen 0 und 1, und

$$\delta_{CT_{tar}}(k) = K_1 |BT_{err}(k)|$$

mit einem normalisierten K_1 -Bereich zwischen -1 und 1. Damit die Personalisierungsfunktion nicht die Gesamtleistung des Temperaturkontrollsystems beeinträchtigt und zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs wird der Ausgleich weiter nach den folgenden Grenzen modifiziert:

$$\delta_{CT_{tar}} = \begin{cases} 0 & \text{wenn } \left\{ |CT_{err}| > \delta_{thres} \right. \\ 0 & \left. \text{wenn } \left\{ |BT_{err}| > \alpha_{thres} \right. \right. \\ \delta_{CT_{tar}} & \text{wenn } \left\{ (\beta_{thres} < |CT_{err}| \leq \delta_{thres}) \right. \\ & \left. \text{und } \left\{ (\lambda_{thres} < |BT_{err}| \leq \alpha_{thres}) \right. \right. \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

wo δ_{thres} eine Obergrenze für CT_{err} , β_{thres} eine Untergrenze für CT_{err} , α_{thres} eine Obergrenze für BT_{err} , und λ_{thres} eine Untergrenze für BT_{err} ist. Die Schwellwerte verhindern die Einführung von Modifikationen durch die Personalisierungsfunktion, wenn einer der Fehler zu klein oder zu groß ist, wodurch Stabilität gewährleistet wird und unerwünschte Interaktionen vermieden werden.

[0027] Für robuste Hauttemperaturmessungen können wie in **Fig. 6** gezeigt Nachweisregionen der auf dem Lenkrad befestigten Infrarottemperatursensoren bereitgestellt werden. Das Gesicht einer Person **70** in einem bestimmten Sitz (beispielsweise im Fahrersitz) befindet sich je nach Körpergröße oder Körperhaltung in einer Position bezüglich der Temperatursensoren **72** und **74** auf dem Lenkrad **71**. Für eine andere Position als den Fahrersitz können die Sensoren **72** und **74** auf anderen zweckmäßigen Flächen, wie beispielsweise einer Armaturentafel oder einer Dachverkleidung angebracht werden, wo sie auf den Bereich gerichtet werden, in dem das Gesicht des Insassen erwartet wird. Der Infrarotsensor **72** weist eine Nachweisregion **73** auf und der Infrarotsensor **74** weist eine Nachweisregion **75** auf, die auf etwas unterschiedliche Höhen gerichtet sind und seitlich zur rechten bzw. linken Seite des Gesichts der Person **70** beabstandet sind. Die Verwendung von Nachweisregionen mit leicht unterschiedlichen Höhen und leicht unterschiedlichen seitlichen Regionen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass zumindest eine Temperaturmessung mit dem Gesicht eines Fahrers unbekannter Körpergröße übereinstimmt.

[0028] Die Temperaturmessungen werden ausgewertet, um sicherzustellen, dass der Sensor, der die bessere Hauttemperaturmessung erhält, wie in **Fig. 7** gezeigt verwendet wird. Die Linie **77** stellt eine Umgebungsluft-

temperaturmessung dar, wie sie in dem Fahrgastraum erhalten wird. Die Linie **78** stellt Temperaturmessungen eines Infrarotsensors dar und die Linie **79** stellt Temperaturmessungen des anderen Infrarotsensors dar. Im Wesentlichen während aller relevanten thermischen Bedingungen, die in dem Fahrzeug vorherrschen können, wird der Infrarotsensor, der keine genaue Hauttemperatur misst, die Umgebungslufttemperatur genau verfolgen, wie es durch die enge Übereinstimmung der Linien **77** und **78** gezeigt ist. Ein Sensor, der die Hauttemperatur des Fahrers genau charakterisiert, erzeugt eine Messung, die sich von der Umgebungslufttemperaturmessung deutlich unterscheidet. Dies liegt daran, dass die normale Hauttemperatur des Gesichts der Person höher ist als eine typische Zieltemperatur der Fahrgastraumlufte und sich in der Regel von der Umgebungslufttemperatur unterscheidet, selbst bevor das HVAC-System ein thermisches Gleichgewicht erreicht. Durch den Vergleich der ersten und zweiten Temperaturmessungen der Infrarotsensoren mit der tatsächlichen Temperatur im Fahrgastraum kann die Temperatur somit als tatsächliche Körpertemperatur gewählt werden, die am meisten von der tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur abweicht.

[0029] Wie in **Fig. 8** gezeigt werden in Schritt **80** Infrarotmessungen erhalten. Die Umgebungslufttemperatur wird in Schritt **81** gemessen. In Schritt **82** werden die Infrarotmessungen mit den Umgebungsluftmessungen verglichen und die Temperatur mit der größten Abweichung wird als Körpertemperatur gewählt. In Schritt **83** wird das HVAC-System auf geeignete Weise zur Anpassung der Körpertemperatur unter Verwendung einer angemessenen Art von Feedback-Kontrolle gesteuert.

Patentansprüche

1. Gerät in einem von einer Person besetzten Transportfahrzeug in einem Fahrgastraum, umfassend:
 einen Hauttemperatursensor zur Messung einer tatsächlichen Hauttemperatur der Person;
 einen Fahrgastraumtemperatursensor zur Messung einer tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur der Umgebungsluft in dem Fahrgastraum;
 ein HVAC-System zur Bereitstellung einer erwärmten und gekühlten Luftströmung in den Fahrgastraum;
 ein Reglermodul, das eine Zieltemperatur des Fahrgastraums speichert, worin das Reglermodul das HVAC-System gemäß einem ersten Fehler zwischen der Zielfahrgastraumtemperatur und der tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur steuert, worin die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur gemäß einer ersten Zeitkonstante gefiltert wird; und
 ein Personalisierungsmodul, das eine Zielhauttemperatur speichert, worin das Personalisierungsmodul einen an die Zielfahrgastraumtemperatur anzulegenden Ausgleich gemäß einem zweiten Fehler zwischen der Zielhauttemperatur und der tatsächlichen Hauttemperatur ermittelt, worin die tatsächliche Hauttemperatur gemäß einer zweiten Zeitkonstante, die länger als die erste Zeitkonstante ist, gefiltert wird.

2. Gerät nach Anspruch 1, worin der Ausgleich Null beträgt, wenn der erste Fehler zwischen der Zielfahrgastraumtemperatur und der gefilterten tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur größer als ein erster Schwellwert ist.

3. Gerät nach Anspruch 1, worin der Ausgleich als Reaktion auf den zweiten Fehler, multipliziert mit einem Verstärkungsfaktor ermittelt wird.

4. Gerät nach Anspruch 3, worin der Verstärkungsfaktor als Reaktion auf entsprechende Größen des ersten Fehlers und des zweiten Fehlers ermittelt wird.

5. Gerät nach Anspruch 3, das ferner eine Karte zur Korrelation von entsprechenden Größen des ersten Fehlers und des zweiten Fehlers mit einem Wert für den Verstärkungsfaktor umfasst.

6. Gerät nach Anspruch 1, worin die Ermittlung der gefilterten tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur nach einer Formel erfolgt

$$\overline{CT}_k = \alpha_{CT} \overline{CT}_{k-1} + (1 - \alpha_{CT}) CT_k$$

wo CT die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur, α_{CT} die Filterverstärkung zwischen 0 und 1, die die erste Zeitkonstante definiert, und k ein Index ist.

7. Gerät nach Anspruch 1, worin die Ermittlung der gefilterten tatsächlichen Hauttemperatur nach einer Formel erfolgt

$$\overline{BT}_k = \alpha_{BT} \overline{BT}_{k-1} + (1 - \alpha_{BT}) BT_k$$

wo BT die tatsächliche Hauttemperatur, α_{BT} die Filterverstärkung zwischen 0 und 1, die die zweite Zeitkonstante definiert, und k ein Index ist.

8. Gerät nach Anspruch 1, worin die Ermittlung der gefilterten tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur nach einer Formel erfolgt

$$\overline{CT}_k = \alpha_{CT} \overline{CT}_{k-1} + (1 - \alpha_{CT}) CT_k$$

worin CT die tatsächliche Fahrgastraumtemperatur, α_{CT} die erste Zeitkonstante und k ein Index ist; worin die Ermittlung der gefilterten tatsächlichen Hauttemperatur nach einer Formel erfolgt

$$\overline{BT}_k = \alpha_{BT} \overline{BT}_{k-1} + (1 - \alpha_{BT}) BT_k$$

wo BT die tatsächliche Hauttemperatur und α_{BT} die zweite Zeitkonstante ist; worin die Ermittlung des ersten Fehlers gemäß einer Formel erfolgt

$$CT_{err}(k) = CT_{tar}(k) - \overline{CT}_k$$

wo CT_{err} der erste Fehler und CT_{tar} die Zielfahrgastraumtemperatur ist; worin die Ermittlung des zweiten Fehlers gemäß einer Formel erfolgt

$$BT_{err}(k) = BT_{tar}(k) - \overline{BT}_k$$

wo BT_{err} der zweite Fehler und BT_{tar} die Zielhauttemperatur ist; und worin die Ermittlung einer aktualisierten Zielfahrgastraumtemperatur nach einer Formel erfolgt

$$CT_{tar}(k) = CT_{tar}(k-1) + K_1 BT_{err}(k)$$

wo K_1 der Verstärkungsfaktor ist.

9. Gerät nach Anspruch 1, worin der Hauttemperatursensor einen Infrarotsensor umfasst, der in einem Lenkrad des Fahrzeugs befestigt ist und auf ein Gesicht der Person gerichtet ist.

10. Gerät nach Anspruch 1, worin der Hauttemperatursensor erste und zweite Infrarotsensoren umfasst, der in einem Lenkrad des Fahrzeugs befestigt sind und zu einer linken Seite oder einer rechten Seite eines Gesichts der Person gerichtet sind, und worin das Personalisierungsmodul die Temperaturmessungen der Infrarotsensoren mit der gemessenen tatsächlichen Fahrgastraumtemperatur vergleicht, um die tatsächliche Hauttemperatur zu ermitteln.

11. Gerät nach Anspruch 1, das ferner eine Anwenderschnittstelle umfasst, worin die Zielfahrgastraumtemperatur eine manuelle Einstellung durch den Anwender beinhaltet, die über die Anwenderschnittstelle gewählt wird.

12. Gerät nach Anspruch 1, das ferner eine Anwenderschnittstelle umfasst, worin die Zielhauttemperatur eine manuelle Einstellung durch den Anwender beinhaltet, die über die Anwenderschnittstelle gewählt wird.

13. Gerät nach Anspruch 12, worin das Personalisierungsmodul eine empfohlene Hauttemperatur berechnet und die empfohlene Hauttemperatur über die Anwenderschnittstelle anzeigt.

14. Gerät nach Anspruch 13, das ferner eine drahtlose Kommunikationseinrichtung zum Erhalten einer Vorschau der Außenlufttemperatur umfasst, worin die empfohlene Hauttemperatur als Reaktion auf die Vorschau der Außenlufttemperatur berechnet wird.

15. Gerät nach Anspruch 1, worin das Reglermodul und das Personalisierungsmodul in einen programmierbaren Mikrocontroller integriert sind.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

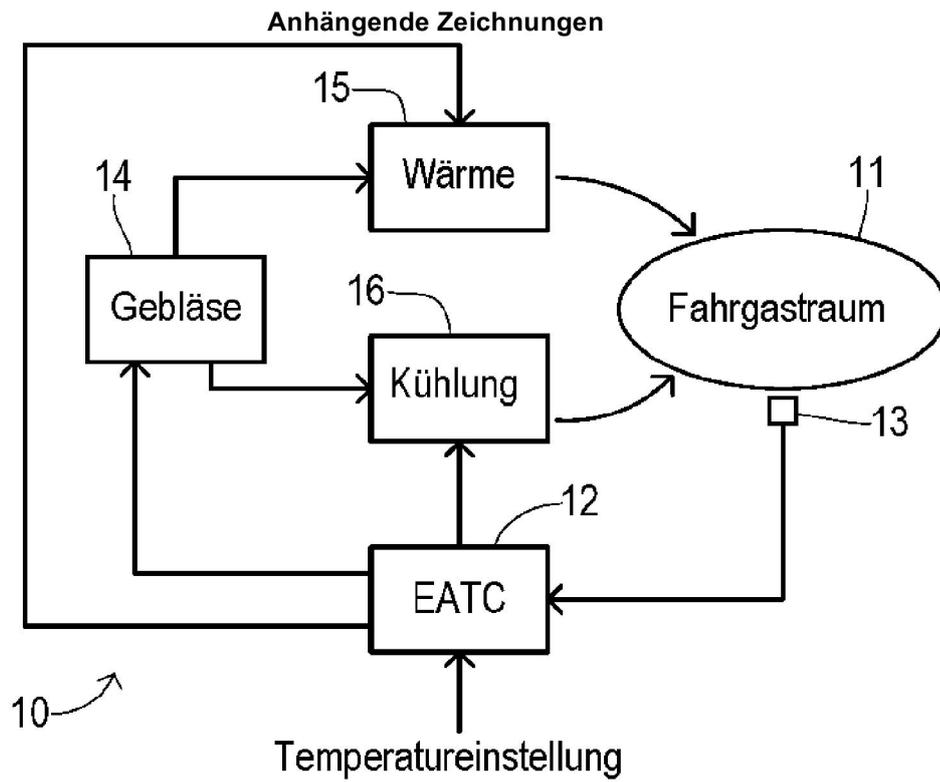


Fig. 1 (Stand der Technik)

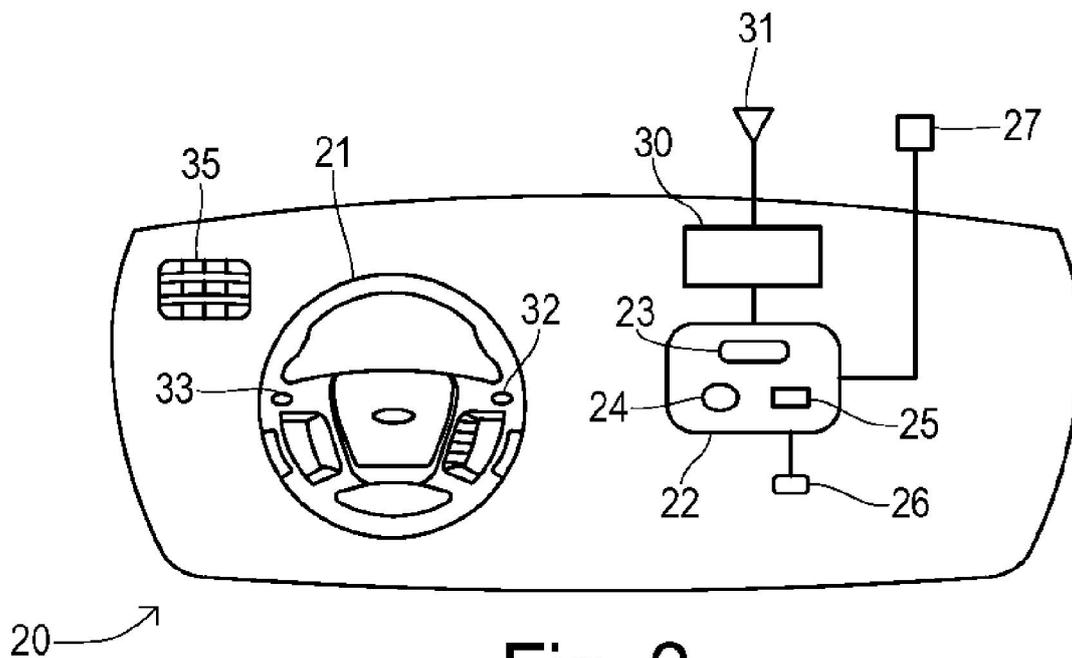


Fig. 2

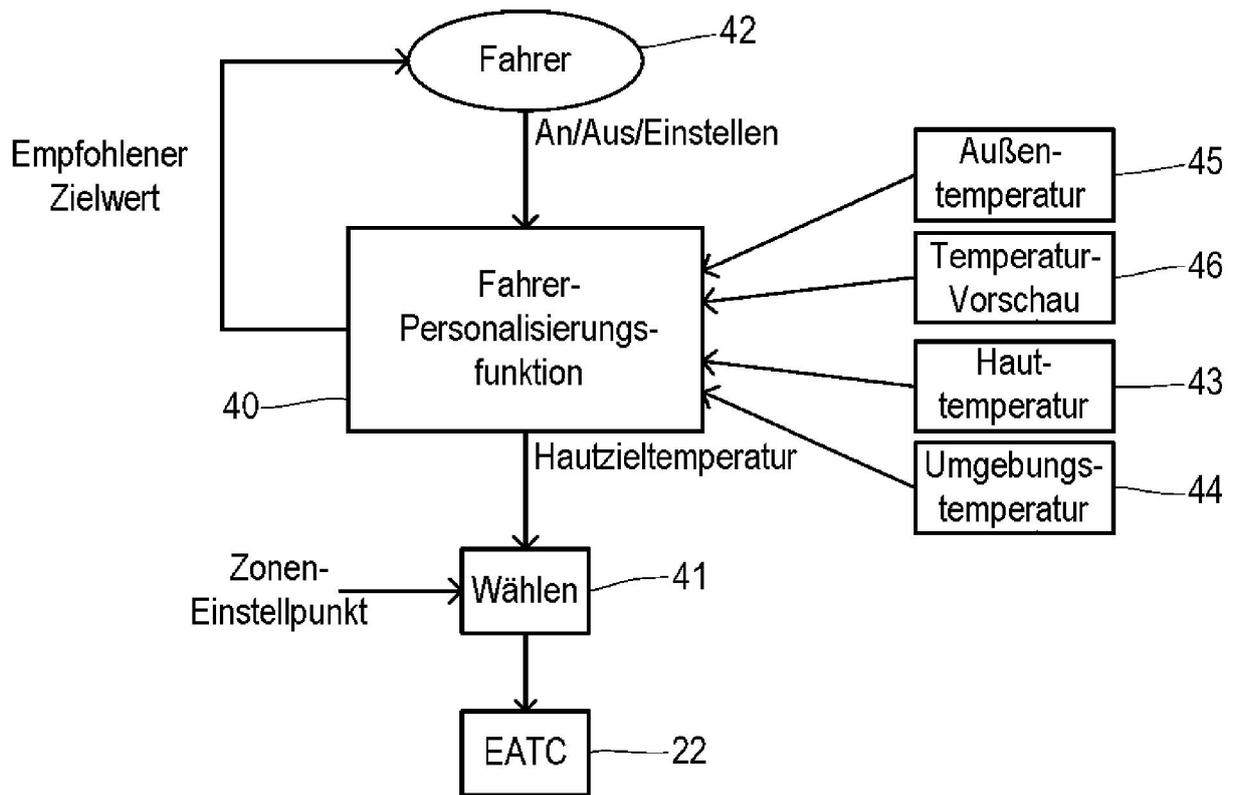


Fig. 3

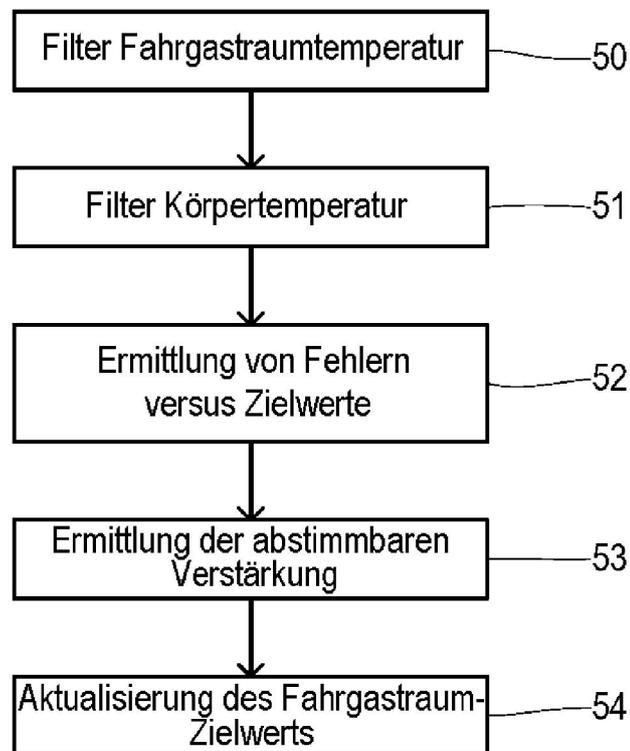


Fig. 4

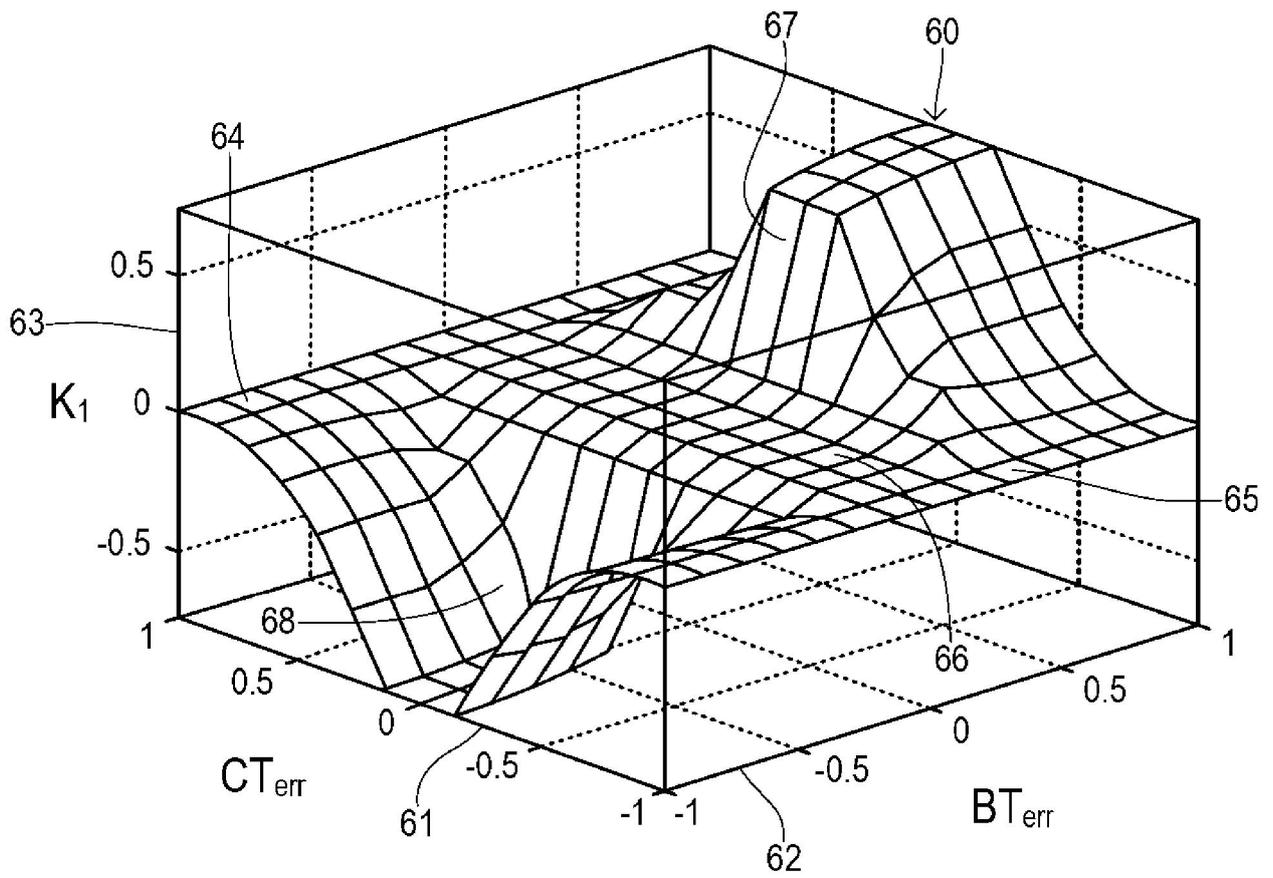


Fig. 5

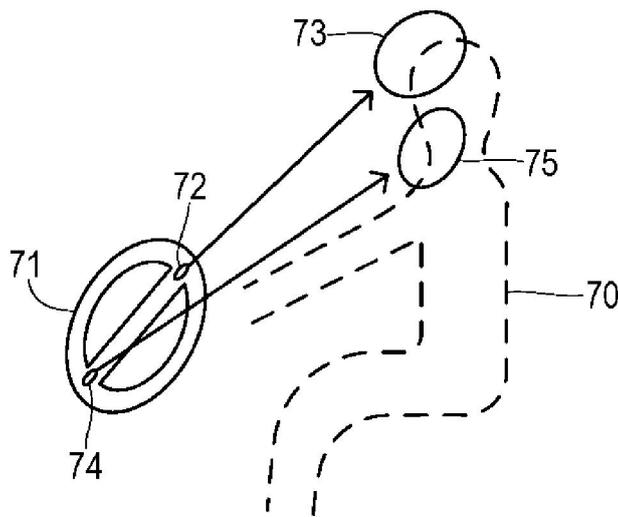


Fig. 6

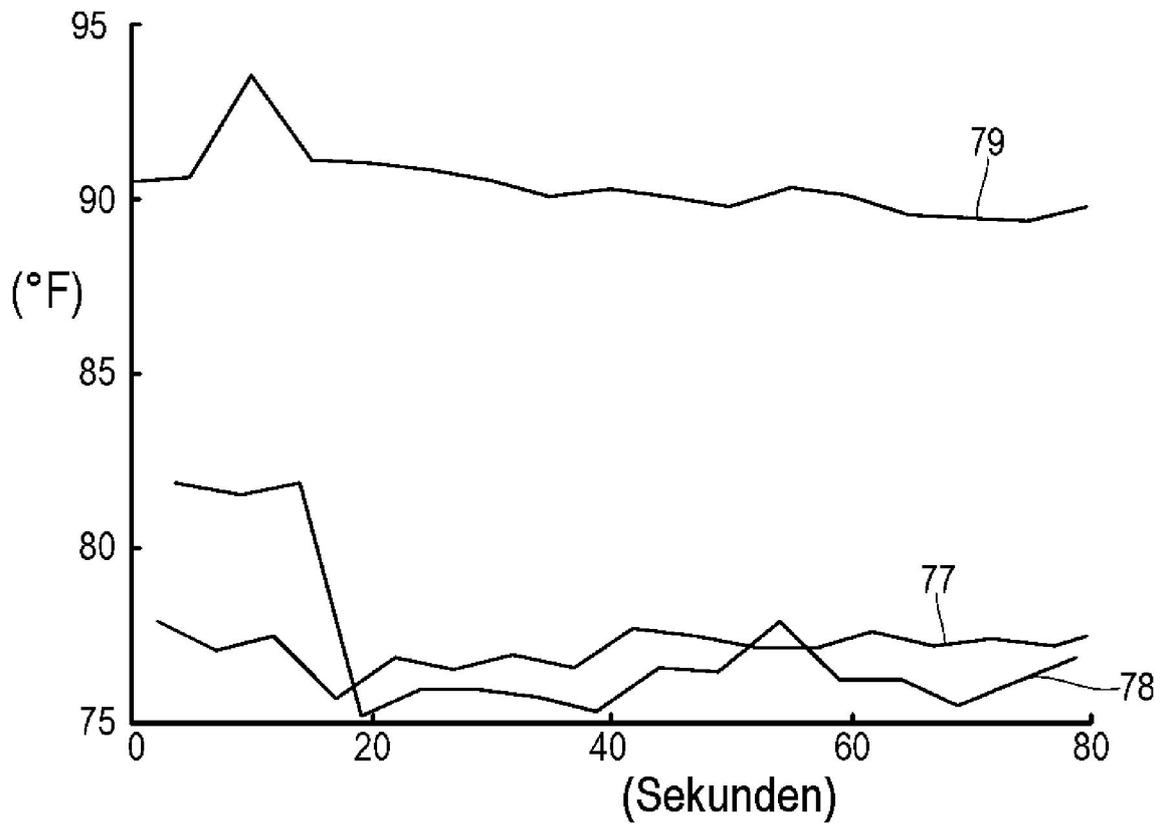


Fig. 7

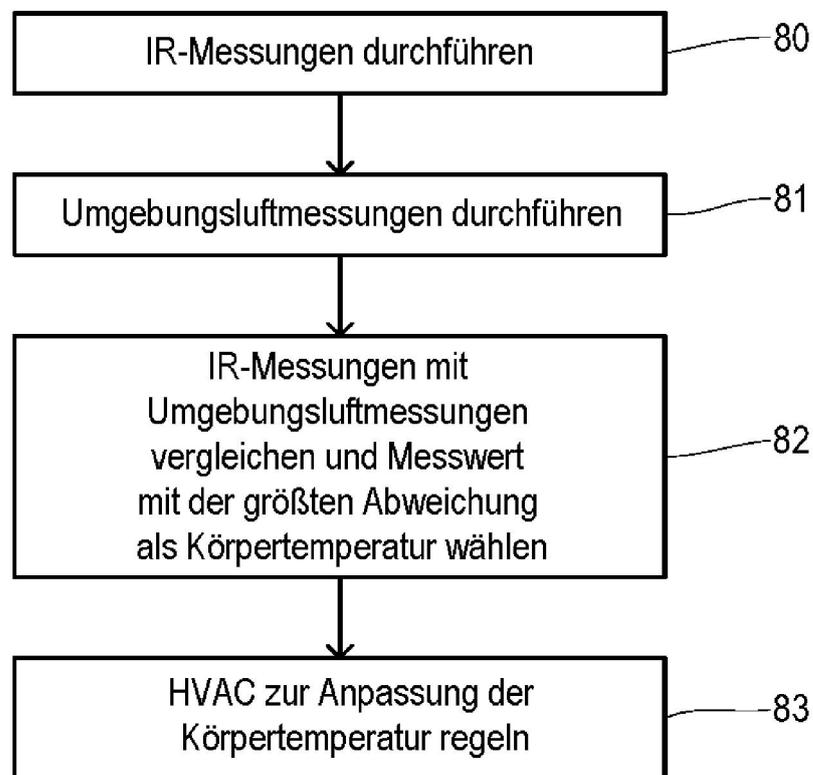


Fig. 8