



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 83 613 B4 2009.12.24**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **199 83 613.2**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/23492**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/021372**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **08.10.1999**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.04.2000**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **06.05.2004**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.12.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05K 7/20 (2006.01)**  
**F25B 29/00 (2006.01)**  
**H04B 1/036 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**09/169,362 09.10.1998 US**

(73) Patentinhaber:  
**Ericsson Inc., Research Triangle Park, N.C., US**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN & EITLE, 81925 München**

(72) Erfinder:  
**Jones, Clifford, Raleigh, N.C., US**

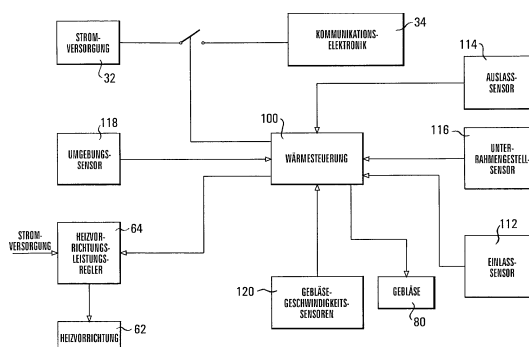
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>31 07 683</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>22 11 268</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>296 22 662</b>	<b>U1</b>
<b>EP</b>	<b>04 85 281</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>86/03 648</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>196 09 689</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Steuerverfahren, Anordnung, Geräteschrank und Betriebsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Steuern der Temperatur für in einem Baugruppenträger (40) angeordnete elektronische Baugruppen, insbesondere Telekommunikationsgeräte, mit folgenden Schritten:

- Aufrechterhalten einer nahezu konstanten Strömung von Luft durch den Baugruppenträger (40) bei Umgebungstemperaturen unterhalb einer ersten Temperatur;
- Erwärmen der Luft bei Umgebungstemperaturen unterhalb der ersten Temperatur, um die Temperatur an einem Einlass zum Baugruppenträger über einen ersten Umgebungstemperaturbereich bis zur ersten Temperatur konstant zu halten; und
- Variieren der Strömung durch den Baugruppenträger bei Umgebungstemperaturen oberhalb einer zweiten Temperatur, um die Temperatur der Luft an dem Auslass relativ konstant zu halten, über einen zweiten Umgebungstemperaturbereich oberhalb der zweiten Temperatur.



### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Temperatur für in einem Baugruppenträger (40) angeordnete elektronische Baugruppen, eine Anordnung zum Steuern der Temperatur, einen Geräteschrank mit der Anordnung und ein Betriebsverfahren.

**[0002]** Telekommunikationsgeräte sind typischerweise für Innenumgebungen mit Temperaturkontrolle ausgelegt, werden jedoch häufig im Außenbereich angeordnet. Wenn Telekommunikationsgeräte im Außenbereich angeordnet werden, wird typischerweise ein Schrank dazu verwendet, einen Schutz gegen Umgebungseinflüsse zur Verfügung zu stellen, und die Wärmebedingungen innerhalb der konstruktiven Vorgaben der Telekommunikationsgeräte zu steuern.

**[0003]** Es gibt im wesentlichen zwei Hauptvorgehensweisen zur Aufnahme von Telekommunikationsgeräten in Außenschränken – abgedichtete Schränke und belüftete Schränke. Belüftete Schränke verwenden natürliche oder erzwungene Konvektion zum Ziehen von Umgebungsluft durch den Schrank, um die Geräte im Inneren zu kühlen. Natürliche Konvektion ist nur für eine Wärmeabstrahlung mit niedriger Dichte geeignet. Bei mittleren und hohen Leistungsdichten ist Zwangsbelüftung erforderlich.

**[0004]** Herkömmliche Schrankbelüftungssysteme verwenden ein oder mehrere Gebläse, um ausreichend viel Luft in den Schrank zu ziehen, damit die Temperatur unter den maximal zulässigen Grenzen von Geräten bleibt, und um die erwärmte Luft an die Außenumgebung zurückzuschicken. Bei niedrigen Temperaturen werden die Gebläse durch einen Thermostaten abgeschaltet. Bei extrem kaltem Klima wird eine elektrische Heizvorrichtung dazu verwendet, die Schranktemperatur innerhalb der Minimaltemperaturen für die Geräte zu halten.

**[0005]** Ein Nachteil bei der Verwendung belüfteter Schränke besteht darin, daß die Steuerung der Gebläse und der Heizvorrichtung normalerweise auf den Ein/Ausbetrieb begrenzt ist. Dieses Betriebsverfahren kann zu abrupten Temperaturänderungen führen, und heiße Punkte in dem Schrank erzeugen. In einigen Fällen begrenzen die Gerätespezifikationen die zulässige Änderungsrate der Kühllufttemperatur auf zwischen 0,5 und 1,0°C pro Minute. Normalerweise kann diese Änderungsrate mit herkömmlichen, belüfteten Schränken nicht garantiert werden.

**[0006]** Abgedichtete Schränke stellen eine Alternative zu belüfteten Schränken zur Aufnahme von Telekommunikationsgeräten im Außenbereich dar. Abgedichtete Schränke sorgen für einen maximalen Schutz gegen in der Luft enthaltene Verschmutzungen, erfordern jedoch besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf die Ausgabe, von den Geräten abgegebene Wärme abzuführen. Verschiedene Verfahren werden zum Abführen der Wärme verwendet, die von den Telekommunikationsgeräten abgegeben wird. Bei mittleren Leistungsdichten können Umlaufgebläse, Luft-Luft-Wärmetauscher oder Wärmerohre verwendet werden. Bei hohen Leistungsdichten oder bei Orten, bei denen die Umgebungstemperatur die Gerätegrenze überschreiten kann, kann ein Luftklimagerät erforderlich sein. In extrem kalten Wetter sind häufig elektrische Heizvorrichtungen dazu erforderlich, um die minimale Gerätetemperatur aufrecht zu erhalten. Alle diese Verfahren der Klimatisierung weisen bestimmte Nachteile oder Einschränkungen auf.

**[0007]** Wärmetauscher und Wärmerohre benötigen einen relativ großen Unterschied zwischen der Umgebungstemperatur und der Geräte Kühllufttemperatur, um ausreichend Wärme zu übertragen, so daß der Einsatz einer derartigen Vorgehensweise auf Umgebungen mit niedrigerer Umgebungstemperatur beschränkt ist. Der Einsatz von Luftklimageräten zum Steuern der Temperatur innerhalb abgedichteter Schränke bringt ebenfalls Schwierigkeiten mit sich. Die Wärmebelastung von den Geräten in einigen abgedichteten Schränken ist so, daß das Luftklimagerät selbst bei niedrigen Umgebungstemperaturen laufen muß, manchmal so niedrig wie 0°F. Einige Einheiten verwenden Verflüssigergebläse mit variabler Geschwindigkeit und/oder eine Konstruktion mit einem gefluteten Verflüssiger, um die Wärmeverluste über den Verflüssiger zu verringern, und den Betrieb des Luftklimageräts bei sehr niedrigen Temperaturen zu gestatten. Andere Einheiten verwenden eine Belüftung für niedrige Umgebungstemperatur, damit der Schrank mit Außenluft gekühlt wird, wenn die Temperatur zu niedrig ist, um das Luftklimagerät laufen zu lassen. Diese Lösungen erhöhen die Kosten und die Abmessungen des Kühlsystems. Darüber hinaus stellt für kleine Schränke, die für Orte mit starken Einschränkungen an den Raum ausgelegt sind, die Verwendung eines Luftklimageräts einen wesentlichen Nachteil in Bezug auf die Größe dar. Luftklimageräte stellen auch eine Geräuschquelle dar, was ihren Einsatz in für Geräusche empfindlichen Umgebungen verhindern kann.

**[0008]** DE 31 07 683 A1 beschreibt einen Schrank zur Aufnahme von elektronischen Bauelementen. Der

Schrank ist ausgebildet zum Kühlen von elektronischen Bauelementen in verschiedenen Baugruppenträgern durch Belüftungsträger. Kühlende Luft tritt in die Lüftungsöffnungen auf der unteren Seite des Schranks ein und tritt aus dem Schrank durch die Öffnungen an dessen Oberseite aus. Die Baugruppenträger sind derart voneinander getrennt, dass jede Einheit mit Frischluft versorgt werden kann.

**[0009]** DE 2 211 268 A, beschreibt eine Lüftungsanordnung für Einsschübe. Der Schrank dient zum Unterbringen der Einschübe mit den Seitenwänden, Tragschienen, Führungsschienen und Federkontaktleisten. Die Führungsschienen sind zum Tragen von gedruckten Leiterplatten bereitgestellt, die mit elektrischen Bauelementen versehen sind. An den Seitenwänden sind Luftleitkanäle mit Öffnungen vorgesehen, und Luft wird zugeführt durch einen Lüfter, wie aus [Fig. 2](#) entnommen werden kann.

**[0010]** EP 0 485 281 A1 betrifft ein Gerät zum Belüften eines Elektronikschrankes. Hier werden Ventilationsöffnungen auf der Vorderseite des Elektronikschrankes unter den Baugruppenträgern bereitgestellt. Ablenkmetallplatten, die unter jeder Öffnung angeordnet sind, sind geneigt, um einen Luftfluss zu führen, der über eine Ventilationsöffnung eintritt in Richtung eines Verbindungskanals, der einen Abschnitt umfasst, mit einem drehbaren Element, das die Baugruppenträger trägt.

**[0011]** WO 86/03648 A1 betrifft eine Anordnung zum Kühlen von Leiterplatten. Diese Anordnung bereitet ein Kühlen von Magazinen in einem Schrank. Jedes Magazin wird einer Reglerplatte zugeordnet mit einer Vielzahl von Löchern und/oder Schlitzen.

**[0012]** DE 296 22 662 U1 betrifft eine Lüfteranordnung für einen Schrank mit Funktionseinheiten. Schränke mit den Lüftern sind gezeigt. Der Lüfter wird bereitgestellt für Lufteinziehen in axialer Richtung und gibt Luft radial aus. Luft wird bereitgestellt durch eine Öffnung **22** und die hitzerzeugenden elektrischen Komponenten, die elektrische Funktionseinheiten bilden, können gekühlt werden durch Luft, die an ihnen vorbei geht. Der Lüfter wird gesteuert durch eine Lüftersteuereinheit.

**[0013]** DE 196 09 689 beschreibt einen Schaltschrank mit einer Einrichtung zum Überwachen und Steuern von Einbau- und/oder Anbaueinheiten. Es wird eine Heizung beschrieben, die durch eine Schnittstelle gesteuert wird. Es wird auch ein Kühlgerät bereitgestellt. Der Schaltschrank ist im Wesentlichen ein abgeschlossener Schaltschrank mit einer Heizung und einem Kühlgerät, wie z. B. einem Klimagerät.

**[0014]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern der Temperatur für in einem Baugruppenträger (**40**) angeordnete elektronische Baugruppen, eine Anordnung zum Steuern der Temperatur, einen Geräteschrank mit der Anordnung und ein Betriebsverfahren bereitzustellen, um mit unterschiedlichen Außenbedingungen fertig zu werden, und um Telekommunikationsgeräten zu ermöglichen, unabhängig von Außenbedingungen bzw. Witterungsbedingungen richtig zu funktionieren.

**[0015]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Steuerverfahren nach Patentanspruch 1, eine Anordnung nach Patentanspruch 7, einen Geräteschrank nach Patentanspruch 13 oder 15 und ein Betriebsverfahren nach Patentanspruch 17.

**[0016]** Hier wird ein Geräteschrank bzw. Elektronikgeräteschrank, und insbesondere ein Telekommunikationsgeräteschrank, beschrieben, der besonders zum Einsatz im Außenbereich ausgebildet ist.

**[0017]** Der Elektronikgeräteschrank weist ein Gehäuse auf, das mit einem Unter-Elektronikrahmengestell bzw. Baugruppenträger zur Aufnahme von Telekommunikationsgeräten versehen ist.

**[0018]** Das Gehäuse weist eine Einlassöffnung in einem unteren Abschnitt des Elektronikgeräteschranks auf, um kühle Umgebungsluft in den Elektronikgeräteschrank einzusaugen. Ein Ausblasauslass zum Ausblasen erwärmter Luft ist in einem oberen Abschnitt des Elektronikgeräteschranks vorgesehen. Bei der bevorzugten Ausführungsform weist der Elektronikgeräteschrank ein getrenntes Luftführungssystem auf, um Luft von dem Einlass, durch den Baugruppenträger, und aus dem Elektronikgeräteschrank zu führen. Das getrennte Luftführungssystem weist eine Rohrleitung bzw. Luftführungskanal auf, die von dem Lufteinlass zu einem Baugruppenträger-Luftverteiler verläuft, der direkt unterhalb des Baugruppenträgers angeordnet ist. Ein Auslassluftsammler ist unmittelbar oberhalb des Baugruppenträgers angeordnet, und steht mit dem Ausblasauslass in Verbindung.

**[0019]** Ein oder mehrere Gebläse saugen kühle Umgebungsluft in den Elektronikgeräteschrank ein. Die kühle Umgebungsluft fließt durch den Einlass zu dem Baugruppenträger-Luftverteiler. Eine Heizvorrichtung in dem

Luftführungskanal erwärmt die Luft bei niedrigen Umgebungstemperaturen. Die Luft wird dann durch die Elektronik in dem Baugruppenträger gezogen, wo die Luft von den Geräten abgegebene Wärme aufnimmt. Aus dem Baugruppenträger tritt die erwärmte Luft in den Auslassluftsammler ein, und wird durch den Ausblasauslass ausgestoßen. Die Luftströmung bzw. der Luftfluss wird durch die Rohrleitungsanordnung in dem Elektronikgeräteschrank eingeschränkt, um eine wirksamere Steuerung der Kühlluftflussrate und der Temperatur zu erzielen.

**[0020]** Das Kühlsystem umfasst eine Wärmesteuerung zur Überwachung der Temperatur innerhalb des Elektronikgeräteschranks und zum Steuern des Betriebs des Gebläses bzw. der Gebläse und der Heizvorrichtung auf. Die Wärmesteuerung ist typischerweise eine Steuerung auf Mikroprozessorgrundlage, die als Eingangssignal die Einlasslufttemperatur des Baugruppenträgers empfängt, die Auslasslufttemperatur des Baugruppenträgers, die Baugruppenträger-Gerätetemperatur, und die Außenumgebungslufttemperatur. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen (Betriebsart für niedrige Temperatur) veranlasst die Steuerung gemäß der bevorzugten Ausführungsform die Gebläse dazu, mit verringerter Kapazität zu arbeiten, um einen nahezu konstanten Luftfluss durch den Baugruppenträger aufrecht zu erhalten. Die Leistung des Heizelements wird so variiert, dass die Einlasstemperatur des Baugruppenträgers über einen vorbestimmten Temperaturbereich bis zu einer ersten vorbestimmten Temperatur konstant gehalten wird. Bei mittleren Temperaturen wird die Leistung für das Heizelement ausgeschaltet, und der Luftfluss nicht linear erhöht, wenn die Temperatur zunimmt, um so die Temperatur am Ausgang des Baugruppenträgers konstant zu halten. Bei hohen Temperaturen arbeiten die Gebläse mit voller Kapazität.

**[0021]** Der Elektronikgeräteschrank gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Elektronik entsprechend den Anforderungen der Geräte an die Kühllufttemperatur und die Temperaturänderungsrate kühlen, ohne die Probleme in Bezug auf die Größe, die Komplexizität, den Energieverbrauch, und die Geräusche eines Elektronikgeräteschranks mit Luft-Klimaanlage aufzuweisen. Schutz gegen Verschmutzungen in der Luft wird durch Filter zur Verfügung gestellt, die in dem Luftführungskanal angeordnet sind.

**[0022]** [Fig. 1](#) ist eine Perspektivansicht des Telekommunikationsschranks gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Gehäuse mit verdeckten Linien dargestellt ist.

**[0023]** [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht des Telekommunikationsschranks.

**[0024]** [Fig. 3](#) ist eine Vorderansicht des Telekommunikationsschranks.

**[0025]** [Fig. 4](#) ist ein Blockschaltbild des Steuersystems für den Telekommunikationsschrank.

**[0026]** [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das die theoretische und praktische Wärmeeinhüllende für den Telekommunikationsschrank über einen Bereich von Umgebungstemperaturen erläutert.

**[0027]** [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, das den Betrieb des Wärmesteuersystems für den Telekommunikationsschrank über einen Bereich von Umgebungstemperaturen erläutert.

**[0028]** [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, das den Gebläsebetrieb bei einer Ausführungsform erläutert.

**[0029]** Ein Elektronikgeräteschrank **10** enthält verschiedene elektronische Geräte, die in einem geeigneten Gehäuse **20** aufgenommen sind, das eine Oberseite **22**, einen Boden **24** und Seiten **26** aufweist. Zum Zwecke der Erläuterung wird der Elektronikgeräteschrank **10** so beschrieben, dass er Telekommunikationselektronik **34** aufnimmt, etwa solche, wie sie für eine Mobiltelefonbasisstation erforderlich ist. Ein derartiger Elektronikgeräteschrank **10** weist typischerweise sowohl Leistungselektronik **32** als auch Kommunikationselektronik **34** auf. Die Leistungselektronik **32** ist typischerweise von der Kommunikationselektronik **34** durch einen geeigneten Stromverteilungskasten **30** getrennt, um die Gefahren zu verringern, die mit der Wartung der Kommunikationselektronik **34** auftreten. Die Kommunikationselektronik **34** umfasst typischerweise verschiedene Kommunikationsschaltungsmodule **42**. Die Schaltungsmodule **42** weisen typischerweise die Form abnehmbarer Schaltungskarten auf, die in vertikaler Ausrichtung angeordnet sind, und durch ein Elektronik-Unter-Rahmengestell **40** bzw. Baugruppenträger innerhalb des Schrankgehäuses **20** gehalten werden. Die speziellen Einzelheiten des Aufbaus und des Betriebs der Leistungselektronik **32** und der Kommunikationselektronik **34** sind Fachleuten auf diesem Gebiet wohlbekannt, und werden hier nicht weiter erläutert, falls dies nicht zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung erforderlich ist.

**[0030]** Im Betrieb sollte die Kommunikationselektronik **34** im Inneren des Elektronikgeräteschranks **10** ge-

kühlt werden, um Störungen oder Beschädigungen zu verhindern; dies gilt insbesondere für Elektronikgeräteschränke **10** an Orten, die keine Orte mit gesteuerter Temperatur darstellen, beispielsweise im Außenbereich. Der Elektronikgeräteschrank **10** gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Kühlsystem **50** zum Kühlen der Kommunikationselektronik **34** auf. Das Kühlsystem **50** stellt einen Fluss von Kühlluft über die Kommunikationselektronik **34** zur Verfügung. Im allgemeinen erfolgt der Luftfluss über ein oder mehrere Einlassluftlöcher **52**, durch einen Luftführungskanal bzw. Einlassrohrleitung **56** zu einem Einlassluftsammler **70** bzw. Einlassluftverteiler, über den Baugruppenträger **40** zu einem Auslassluftsammler **72**, und nach außen durch eines oder mehrere Auslassluftlöcher **74**. Zumindest ein Gebläse **80**, und bevorzugt mehrere Gebläse **80**, ist bzw. sind stromabwärts des Baugruppenträgers angeordnet, und ziehen Außenluft entlang diesem Luftflussweg.

**[0031]** Bei einer Ausführungsform ist das Einlassluftloch **52** entlang dem Boden des Gehäuses **20** angeordnet, und wird durch ein Lüftungsgitter abgeschirmt, der solche Abmessungen aufweist, dass größere, nesterbauende und stechende Insekten und dergleichen ferngehalten werden. Entsprechend kann das Einlassluftloch **52** entlang den Seiten **26** des Gehäuses **20** in der Nähe des Bodens **24** vorgesehen sein. Der Luftführungskanal **56** ist mit dem Einlassluftloch **52** verbunden, und weist einen unteren Abschnitt und einen oberen Abschnitt auf. Der untere Abschnitt enthält vorzugsweise ein Filter **58** und eine Heizkammer **60**. Der Filter **58** hilft beim Entfernen von in der Luft enthaltenen Fasern, und hilft darüber hinaus bei der Kontrolle des Zugangs von Insekten. Die Heizkammer **60** weist ein oder mehrere Heizelemente **62** auf. Das Heizelement **62** wird zum Vorheizen der Kühlluft verwendet, die von außen eintritt, wenn es so kalt ist, dass sich die Luft, die in dem Einlassluftverteiler **70** gelangt, sich oberhalb der minimalen Kühllufttemperatur befindet, die für die Geräte angegeben ist. Vorzugsweise ist die Leistungsdichte des Heizelements **62** begrenzt, beispielsweise auf den Bereich von 6 Watt pro Quadratfuß von Heizgeräteeoberfläche oder weniger, um Strahlungsheizung des Baugruppenträgers **40** und anderer Geräte innerhalb des Strahlungsfelds des Heizelements **62** zu minimieren, und zu vermeiden, dass die Entflammbarkeitsgrenze benachbarter Bauteile und/oder von Fremdkörpern erreicht wird, die mit dem Luftfluss mitgerissen werden. Das Heizelement **62** ist vorzugsweise eine elektrische Widerstandsheizung, und wird von der Wärmesteuerung **100** gesteuert, wie dies nachstehend genauer erläutert wird. Vorzugsweise wird die Leistung für das Heizelement **62** durch ein Triac **64** gesteuert, das mit Ein/Aus Nulldurchgangserfassung arbeitet, um so elektromagnetische Störungen auf allen zugeordneten Netzwechselspannungsleitungen zu minimieren. Der obere Abschnitt des Luftführungskanals **56** ist mit dem Einlassluftverteiler **70** verbunden. Der Einlassluftverteiler **70** ist ein im allgemeinen offener Bereich, der vorzugsweise unterhalb des Baugruppenträgers angeordnet ist, das so ausgebildet ist, dass es die Luft verteilt, die dem Baugruppenträger **40** zugeführt wird.

**[0032]** Luft von dem Einlassluftverteiler **70** fließt durch den Baugruppenträger **40**, um so die darin befindliche Kommunikationselektronik **34** zu kühlen. Typischerweise, jedoch nicht notwendigerweise, verläuft der Luftfluss in Vertikalrichtung durch den Baugruppenträger **40**, zwischen den voneinander beabstandeten Schaltungskarten. Da es bei dem Kühlsystem **50** gemäß der vorliegenden Erfindung sein kann, dass es nicht mit einer Feuchtigkeitssteuerung ausgerüstet ist, und weiterhin zum Schutz gegen andere Verschmutzungen, kann es empfehlenswert sein, winkeltreue Beschichtungen zu verwenden, schützende (jedoch wärmeleitfähige) Sperren, Dichtmittel und dergleichen, um zu verhindern, dass Verschmutzungen in der Luft und Feuchtigkeit in direkte Berührung mit den Kommunikationselektronikbauteilen gelangen.

**[0033]** Luft von dem Baugruppenträger **40** tritt von dem Baugruppenträger in den Auslassluftsammler **72** ein. Der Auslassluftsammler **72** ist ein im wesentlichen offener Bereich, der den Luftfluss von dem Baugruppenträger **40** sammelt, und ihn den Gebläsen **80** zuführt. Die Gebläse **80** saugen die Luft durch den Baugruppenträger **40** und blasen sie nach außen durch die Auslassluftlöcher **74** aus. Zwar ist nur ein Gebläse **80** erforderlich, jedoch wird vorgezogen, dass mehrere Gebläse **80** eingesetzt werden, um die Gesamtgröße zu verringern, und Redundanz im Fall eines Gebläseausfalls zur Verfügung zu stellen. Die Kapazität und Anzahl an Gebläsen **80** sollte sich in Abhängigkeit von der gewünschten Kapazität des Kühlsystems **50** ändern. Jedes Gebläse **80** sollte eine variable Geschwindigkeit in einem breiten Geschwindigkeitsbereich aufweisen. Jedes Gebläse **80** sollte mit einem Rückstaudämpfer ausgerüstet sein, um eine Umwälzung in Gegenrichtung von Kühlluft durch irgendwelche Gebläse **80** zu verhindern, die nicht im Gebrauch sind. Zur Bereitstellung einer redundanten Reserve ist vorzuziehen, dass ein Gebläse **80** als Reserve dient. Falls die wahlweise vorhandenen Gebläsegeschwindigkeitssensoren anzeigen, dass eines der Hauptgebläse **80** nicht ordnungsgemäß arbeitet, beispielsweise wenn die festgestellte Geschwindigkeit 75% oder weniger als die gewünschte Geschwindigkeit beträgt, kann das Reservegebläse **80** das ausgefallene Gebläse **80** ersetzen.

**[0034]** Eine Wärmesteuerung **100** steuert den Betrieb des Heizelements **62** und der Gebläse **80**. Die Wärmesteuerung **100** weist geeignete Steuerelektronik auf, mehrere Temperatursensoren **112**, **114**, **116** und **118**, und wahlweise vorgesehene Gebläsegeschwindigkeitssensoren **120** für jedes Gebläse **80**. Die Temperatursenso-

ren **112**, **114**, **116** und **118** umfassen typischerweise ein Paar von Baugruppenträger-Einlasstemperatursensoren **112**, einen primären und einen als Reserve, einen Baugruppenträger-Auslasstemperatursensor **114**, einen Baugruppenträger-Gerätetemperatursensor **116**, und einen Umgebungslufttemperatursensor **118**. Die Baugruppenträger-Einlasstemperatursensoren **112** sollten im Zentrum des Einlassluftverteiler **70** angeordnet sein, stromabwärts des Heizelements **62**, falls dies vorhanden ist. Der Baugruppenträger-Auslasstemperatursensor **114** sollte im Zentrum des Auslassluftsammlers **72** angeordnet sein. Der Baugruppenträger-Gerätetemperatursensor **116** sollte an einer Blind-Schaltungskarte (nicht gezeigt) angebracht sein, in dem Baugruppenträger **40**, welche dieselbe thermische Masse wie eine betriebsfähige Schaltungskarte aufweist. Der Umgebungslufttemperatursensor **118** sollte auf einer geeigneten Außenoberfläche des Gehäuses **20** angeordnet sein, beispielsweise in einem äußeren Hohlraum in der Nähe des Einlassluftloches **52**.

**[0035]** Die Wärmesteuerung **100** steuert den Luftfluss durch das Kühlsystem **50**, und die Leistung des Heizelements **62**, um die Temperatur der Kühlluft, die dem Baugruppenträger **40** zugeführt wird, innerhalb geeigneter Wärmegrenzen zu halten. Vorzugsweise sind zumindest drei Hauptbetriebsarten für die Wärmesteuerung **100** vorhanden, nämlich für niedrige Temperatur, mittlere Temperatur und hohe Temperatur. Die Betriebsart wird auf der Grundlage der Baugruppenträger-Einlasstemperatur ausgewählt, die von dem Baugruppenträger-Einlasslufttemperatursensor **112** angegeben wird. Beispielsweise kann die Niedertemperaturbetriebsart eingesetzt werden, wenn die Baugruppenträger-Einlasstemperatur niedriger als 15°C ist, die Betriebsart für mittlere Temperatur, wenn die Baugruppenträger-Einlasstemperatur zwischen 15°C und 35°C liegt, und die Betriebsart für hohe Temperatur, wenn die Baugruppenträger-Einlasstemperatur größer als 35°C ist.

**[0036]** In der Niedertemperaturbetriebsart erzeugen die Gebläse **80** einen konstanten Luftfluss, beispielsweise mit einer Kapazität von 33%, während das Heizelement **62** freigeschaltet ist. Vorzugsweise wird das Heizelement **62** mit gerade so viel Strom versorgt, dass die Temperatur der Luft, die dem Baugruppenträger **40** zugeführt wird, gerade oberhalb der minimalen Kühllufttemperaturgrenze bleibt. In dieser Betriebsart sorgt der Baugruppenträger-Einlasstemperatursensor **112** für die primäre Rückkopplung zur Wärmesteuerung **100**.

**[0037]** In der Betriebsart für mittlere Temperatur ist das Heizelement **62** ausgeschaltet, aber die Gebläse **80** sind freigeschaltet. Vorzugsweise wird die Anzahl und Geschwindigkeit der Gebläse **80** so variiert, dass die Temperatur der Luft, die den Baugruppenträger **40** verlässt, gerade unterhalb der maximalen Temperaturgrenze gehalten wird. Zur wirksamen Steuerung des Luftflusses wird es vorgezogen, dass die Wärmesteuerung **100** so ausgebildet ist, dass sie unabhängig die Geschwindigkeit jedes Gebläses **80** steuern kann. In dieser Betriebsart sorgt der Baugruppenträger-Einlasstemperatursensor **112** für die primäre Eingangsgröße für die Wärmesteuerung **100**. Der Baugruppenträger-Auslasstemperatursensor **114** wird dazu verwendet, zu hohe Temperaturen in dem Auslassluftsammler festzustellen, und einen Alarm zu erzeugen.

**[0038]** In der Betriebsart für hohe Temperatur ist das Heizelement **62** ausgeschaltet, und arbeiten die Gebläse **80** mit voller Kapazität.

**[0039]** Zusätzlich sollte die Wärmesteuerung **100** wahlweise dazu ausgebildet sein, in einer Kaltstartbetriebsart zu arbeiten. Die Kaltstartbetriebsart ist einsetzbar, wenn die Kommunikationselektronik **34** zuerst mit Energie versorgt wird, und die Temperatur der Kommunikationselektronik **34**, die von dem Baugruppenträger-Gerätetemperatursensor **116** angezeigt wird, unterhalb der zulässigen Minimaltemperatur liegt. In dieser Betriebsart wird die Kommunikationselektronik **34** ausgeschaltet, bis der Baugruppenträger **40** auf innerhalb der Spezifikationsgrenzen vorgeheizt wird. Während des Starts arbeiten die Gebläse **80** so, dass sie einen verringerten Luftfluss erzeugen, beispielsweise 20%, während das Heizelement **62** arbeitet. Vorzugsweise wird die erwärmte Luft innerhalb des Luftführungskanals **56** durch das Heizelement **62** auf eine Temperatur erwärmt, die der maximal zulässigen Temperatur, beispielsweise 45°C, entspricht, oder in deren Nähe. Erwärmte Luft von dem Luftführungskanal **56** wird hierdurch durch den Baugruppenträger **40** gesaugt, wobei die Bauteile innerhalb des Baugruppenträgers **40** erwärmt werden. Sobald der Baugruppenträger **40** die zulässige Minimaltemperatur erreicht, wird die Kommunikationselektronik **34** eingeschaltet.

**[0040]** Die Funktionsweise der vorliegenden Erfindung lässt sich am besten im Zusammenhang mit dem Köhlen der Kommunikationselektronik **34** verstehen, für die es maximale und minimale Einlasskühllufttemperaturen gibt, einen maximalen Kühllufttemperaturanstieg beim Durchgang durch die Kommunikationselektronik **34**, und eine maximale Kühlluftausblastemperatur von der Kommunikationselektronik **34**. Darüber hinaus kann bei der Kommunikationselektronik **34** eine Grenze in Bezug auf die maximale Temperaturänderungsrate für die ankommende Kühlluft vorhanden sein. Zur Erläuterung werden die folgenden Werte verwendet:

Temperatur der ankommenden Kühlluft	+5°C bis 45°C
Maximaler Kühlluftanstieg bei maximalem Luftfluss	10°C
Maximale Ausblastemperatur	55°C
Maximale Temperaturänderungsrate	0,5°C/min

**[0041]** [Fig. 5](#) zeigt die zulässige, theoretische thermische Einhüllende für ein derartiges System, das durch die maximale Ausblastemperatur ( $T_{ex}$ ) und die minimale Temperatur ( $T_{in}$ ) der ankommenden Kühlluft begrenzt wird. Diese theoretische thermische Einhüllende wird in der Praxis eingeengt, um Toleranzen in Bezug auf die Systemtemperatur und die Steuerung abzufangen. Die praktische thermische Einhüllende wird durch die maximale praktische Ausblastemperatur ( $T_{exp}$ ) und die minimale praktische Temperatur ( $T_{inp}$ ) der ankommenden Kühlluft begrenzt. Da angenommen wird, dass das Kühlsystem **50** gemäß der vorliegenden Erfindung Umgebungsluft zum Kühlen der Kommunikationselektronik **34** verwendet, werden die thermischen Einhüllenden zusätzlich auf ihrer unteren Seite durch die tatsächliche Umgebungslufttemperatur ( $T_{amb}$ ) begrenzt.

**[0042]** Der Zweck der Wärmesteuerung **100** besteht darin, die Temperatur und den Fluss der Luft in dem Einlassluftverteiler **70** und dem Auslassluftsammler **72** so zu steuern, dass sie innerhalb der praktischen thermischen Einhüllenden bleiben, um so die Temperatur des Baugruppenträgers **40** innerhalb der festgelegten Grenzen zu halten. Um dies zu erreichen kann die Wärmesteuerung **100** so arbeiten, wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Bei niedrigen Außentemperaturen, beispielsweise unterhalb von 15°C, arbeitet die Wärmesteuerung **100** in der Niedertemperaturbetriebsart, und veranlasst die Gebläse **80** zum Arbeiten bei einer verringerten Flussrate von etwa 33%, und wird das Heizelement **62** mit Energie entsprechend "Heizenergie" versorgt. Es wird darauf hingewiesen, dass das Heizelement **62** aus nachstehend erläuterten Gründen oberhalb von 10°C gesperrt werden kann. Oberhalb von 35°C arbeitet die Wärmesteuerung **100** in der Betriebsart für hohe Temperaturen, sperrt die Energiezufuhr zum Heizelement **62**, und lässt die Gebläse **80** mit voller Kapazität laufen. Zwischen 15°C und 35°C arbeitet die Wärmesteuerung **100** in der Betriebsart für mittlere Temperaturen, sperrt das Heizelement **62**, und variiert die Flussrate der Gebläse **80** entsprechend "Luftfluss". Wie dargestellt kann die Luftflussrate nicht linear in Bezug auf die Temperatur in der Betriebsart für mittlere Temperaturen variieren.

**[0043]** Bei einer Ausführungsform, bei welcher drei Hauptgebläse **80** eingesetzt werden, werden nur ausgewählte Gebläse **80** bei niedrigeren Flussraten eingesetzt, und werden andere Gebläse **80** für höhere Luftflussraten aktiviert. Dieses Betriebsverfahren ist in [Fig. 7](#) gezeigt. Beispielsweise werden in der Niedertemperaturbetriebsart zwei Gebläse **80** mit halber Geschwindigkeit betrieben, und ist das dritte ausgeschaltet. Der Grund für die Verwendung von zwei Gebläsen **80** besteht darin, dass die Steuerung der Gebläsegeschwindigkeit auf 50% bis 100% beschränkt ist, durch konstruktive Vorgaben von Gebläseherstellern. In der Betriebsart für mittlere Temperaturen werden zwei Gebläse **80** mit höheren Geschwindigkeiten bei den niedrigeren Luftflussraten verwendet, und wird das dritte Gebläse **80** bei den höheren Luftflussraten aktiviert. Um einen glatten Übergang des Luftflusses von zwei auf drei Gebläse **80** zu erleichtern, wird die Geschwindigkeit der ersten zwei Gebläse **80** verringert, wenn das dritte Gebläse **80** eingeschaltet wird. Nach Aktivierung des dritten Gebläses **80** wird die Geschwindigkeit bei allen drei Gebläsen **80** erhöht, wenn ein zusätzlicher Luftfluss nötig wird. Wenn die Umgebungstemperatur abzusinken beginnt, wird die entgegengesetzte Prozedur für den Übergang von drei Gebläsen **80** auf zwei verwendet. Daher ändert sich bei der vorliegenden Ausführungsform der Luftfluss durch den Baugruppenträger **40** nicht drastisch, wenn sich die Anzahl der arbeitenden Gebläse **80** ändert, um einen erhöhten oder verringerten Luftfluss durch das Kühlsystem **50** zur Verfügung zu stellen. Der Übergang von zwei Gebläsen auf drei Gebläse tritt bei einer ersten vorbestimmten Luftflussrate auf, wenn der Bedarf an Luftfluss zunimmt. Der Übergang von drei Gebläsen auf zwei Gebläse tritt bei einer zweiten Luftflussrate auf, wenn der Bedarf nach Luftfluss abnimmt. Die erste Luftflussrate und die zweite Luftflussrate sind verschieden (sh. [Fig. 7](#)), um Regelschwankungen bei den Gebläsen zu verhindern.

**[0044]** Durch Änderung des Betriebs des Heizelements **62** und der Gebläse **80**, wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist, kann der Betrieb innerhalb der thermischen Einhüllenden gehalten werden. Darüber hinaus ist der Energieverbrauch wesentlich verringert. Während die Umgebungstemperatur niedriger als  $T_{inp}$  ist, ist das Heizelement **62** in Betrieb, und wird ein geringer Luftfluss zugeführt. Allerdings muss das Heizelement **62** nicht im vollen Betrieb sein; es ist nur erforderlich, dass die Baugruppenträger-Einlasstemperatur gerade den Wert  $T_{inp}$  erreicht, oder geringfügig darüber liegt. Die Heizvorrichtungsleistung ändert sich daher entgegengesetzt zu  $T_{amb}$  und hört vollständig auf, wenn  $T_{amb}$  größer oder gleich  $T_{inp}$  ist. Weiterhin muss in der Betriebsart für mittlere Temperaturen die Baugruppenträger-Einlasstemperatur nur ausreichend hoch sein, um die Baugruppenträger-Auslasstemperatur auf einem Wert kleiner oder gleich  $T_{exp}$  zu halten. Um die Baugruppenträger-Auslasslufttemperatur unterhalb ihres Maximalwertes zu halten, nimmt der Luftfluss zu, wenn die Baugruppenträger-Einlasstemperatur ansteigt.

**[0045]** Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass die Änderung des Gebläseluftflusses möglicherweise höher sein muss, als dies durch den Luftfluss in [Fig. 6](#) angezeigt ist, wenn der Vergleich des Baugruppenträger-Ausblasttemperatursensors **114** und des Baugruppenträger-Einlasstemperatursensors **112** (oder der beiden Sensoren **112**) anzeigt, dass der Temperaturanstieg über den Baugruppenträger **40** stärker ist als der zulässige Temperaturanstieg. Darüber hinaus können sich die Leistung für das Heizelement **62** und der Luftfluss des Gebläses **80** von den in [Fig. 6](#) dargestellten Idealwerten unterscheiden, um die Einschränkung in Bezug auf die maximale Änderungsrate der Baugruppenträger-Einlasstemperatur zu kompensieren. Beispielsweise kann dem Heizelement **62** weniger Energie zugeführt werden, als dies angezeigt ist, wenn die Umgebungstemperatur schnell am Morgen nach einer kalten Nacht ansteigt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Temperatur für in einem Baugruppenträger (**40**) angeordnete elektronische Baugruppen, insbesondere Telekommunikationsgeräte, mit folgenden Schritten:

- a) Aufrechterhalten einer nahezu konstanten Strömung von Luft durch den Baugruppenträger (**40**) bei Umgebungstemperaturen unterhalb einer ersten Temperatur;
- b) Erwärmen der Luft bei Umgebungstemperaturen unterhalb der ersten Temperatur, um die Temperatur an einem Einlass zum Baugruppenträger über einen ersten Umgebungstemperaturbereich bis zur ersten Temperatur konstant zu halten; und
- c) Variieren der Strömung durch den Baugruppenträger bei Umgebungstemperaturen oberhalb einer zweiten Temperatur, um die Temperatur der Luft an dem Auslass relativ konstant zu halten, über einen zweiten Umgebungstemperaturbereich oberhalb der zweiten Temperatur.

2. Verfahren nach Anspruch 1, mit den weiteren Schritten:

- Aufrechterhalten einer nahezu konstanten Strömung durch den Baugruppenträger (**40**) bei Temperaturen oberhalb der ersten Temperatur und unterhalb der zweiten Temperatur; und  
Abschalten einer Heizeinrichtung (**62**) bei Umgebungstemperaturen oberhalb der ersten Temperatur.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem die Strömung und die Heizeinrichtung (**62**) so gesteuert werden, dass die Temperaturänderungsrate am Einlass zum Baugruppenträger innerhalb von annähernd 0,5°C pro Minute gehalten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Strömung und eine Heizeinrichtung (**62**) so gesteuert werden, dass die Temperaturänderungsrate am Einlass zum Baugruppenträger (**40**) auf innerhalb 0,5°C pro Minute gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Strömung oberhalb der ersten Temperatur und unterhalb der zweiten Temperatur so variiert wird, dass die Auslasstemperatur innerhalb der Betriebsgrenzen des Gebläses (**80**) konstant gehalten wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei oberhalb der zweiten Temperatur eine Energieversorgung einer Heizeinrichtung (**62**) zum Erwärmen der Luft abgeschaltet wird, und das Gebläse (**80**) mit maximaler Kapazität betrieben wird.

7. Anordnung zum Steuern der Temperatur von in einem Baugruppenträger (**40**) angeordneten elektronischen Baugruppen, insbesondere Telekommunikationsgeräten, mit:  
einem Gebläse (**80**),  
einer Heizeinrichtung (**62**), und  
einer Steuerung (**100**) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Anordnung nach Anspruch 7, ferner umfassend einen Luftführungskanal (**56**) mit einem Lufteinlass (**52**) und einem mit der Unterseite des Baugruppenträgers (**40**) verbundenen Einlassluftverteiler (**70**).

9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, ferner umfassend einen Auslassluftsammler (**72**), der mit der Oberseite des Baugruppenträgers (**40**) und einem Luftauslass (**74**) verbunden ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei das Gebläse (**80**) Umgebungsluft durch den Baugruppenträger (**40**) fördert, und die Umgebungsluft über den Lufteinlass (**52**), den Luftführungskanal (**56**) und den Baugruppenträger (**40**) mit dem daran angeordneten Einlassluftverteiler (**70**) und Auslassluftsammler (**72**) angesaugt und durch den Luftauslass (**74**) ausgeblasen wird.



11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Luftführungskanal (56) eine Heizkammer (60) mit der Heizeinrichtung (62) zwischen dem Lufteinlass (52) und dem Einlassluftverteiler (70) aufweist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Heizeinrichtung (62) eine elektrische Widerstandsheizvorrichtung ist.

13. Geräteschrank, insbesondere für den Außenbereich, mit einer Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 12.

14. Geräteschrank nach Anspruch 13, ferner umfassend ein Gehäuse (20).

15. Geräteschrank nach Anspruch 14, ferner umfassend einen Luftführungskanal (56) mit einem Lufteinlass (52) im Bodenbereich des Gehäuses (20) und einem mit der Unterseite des Baugruppenträgers (40) verbundenen Einlassluftverteiler (70).

16. Geräteschrank mit Kühlsystem (50) für einen Baugruppenträger (40), insbesondere für den Außenbereich, wobei der Geräteschrank aufweist:

a) ein Gehäuse (20) für den Baugruppenträger (40) zur Aufnahme von Telekommunikationsgeräten (42),

b) eine Einlassöffnung (52) im Bodenbereich des Gehäuses (20), die unterhalb des Baugruppenträgers angeordnet ist, damit Umgebungsluft in das Gehäuse (20) hineingelangen kann;

c) eine Auslassöffnung (74), die in einem oberen Abschnitt des Schrankes oberhalb des Baugruppenträgers vorgesehen ist, um Luft aus dem Schrank auszustoßen;

d) zumindest ein Gebläse (80), das Umgebungsluft durch den Baugruppenträger (40) fördert, wobei die Umgebungsluft über die Einlassöffnung (52) und den Baugruppenträger (40) angesaugt und durch die Auslassöffnung (74) ausgeblasen wird;

e) eine Heizeinrichtung (62), angeordnet zum Erwärmen von Umgebungsluft, die durch den Einlass eingesaugt wird, bevor die Luft den Baugruppenträger erreicht;

f) eine Wärmesteuerung (100) zum Steuern des Betriebs des Heizelements (62) und des Gebläses (80), damit die Temperatur innerhalb des Gehäuses (80) innerhalb einer vorbestimmten thermischen Bereichs gehalten wird;

g) wobei die Wärmesteuerung so ausgebildet ist zum

Aufrechterhalten einer nahezu konstanten Strömung von Luft durch den Baugruppenträger (40) bei Umgebungstemperaturen unterhalb einer ersten Temperatur;

Erwärmen der Luft bei Umgebungstemperaturen unterhalb der ersten Temperatur, um die Temperatur an einem Einlass zum Baugruppenträger über einen ersten Umgebungstemperaturbereich bis zur ersten Temperatur konstant zu halten; und

Variieren der Strömung durch den Baugruppenträger bei Umgebungstemperaturen oberhalb einer zweiten Temperatur, um die Temperatur der Luft an dem Auslass relativ konstant zu halten, über einen zweiten Umgebungstemperaturbereich oberhalb der zweiten Temperatur.

17. Betriebsverfahren zum Steuern eines Geräteschrank, insbesondere für den Außenbereich, mit einem Baugruppenträger (40), in dem elektronische Baugruppen, insbesondere Telekommunikationsgeräte, aufnehmbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gesteuert wird, wobei die Temperatur im Baugruppenträger überwacht wird und bei Erreichen einer vorgegebenen Temperatur mindestens eine elektrische Baugruppe eingeschaltet wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

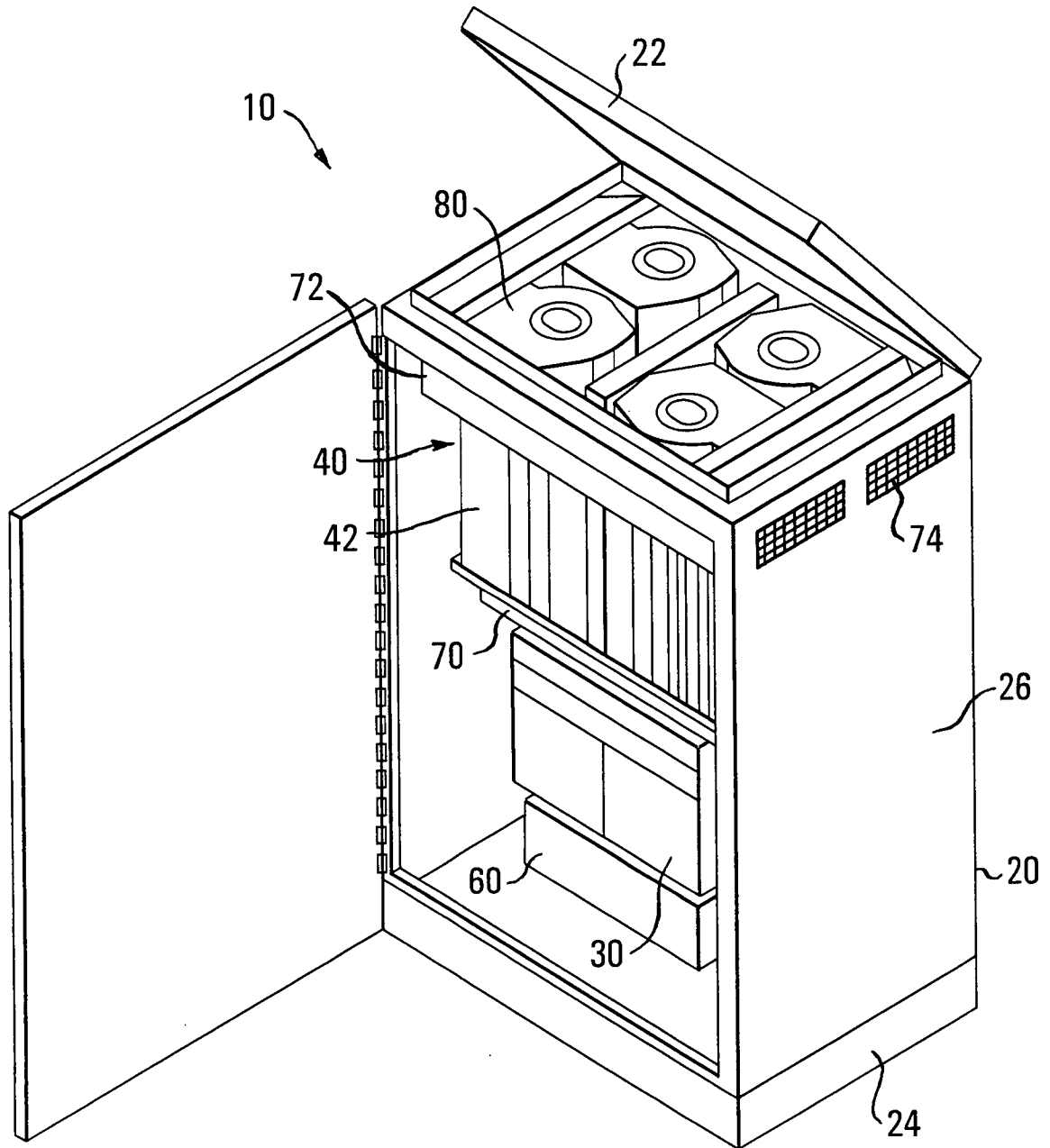


FIG. 2

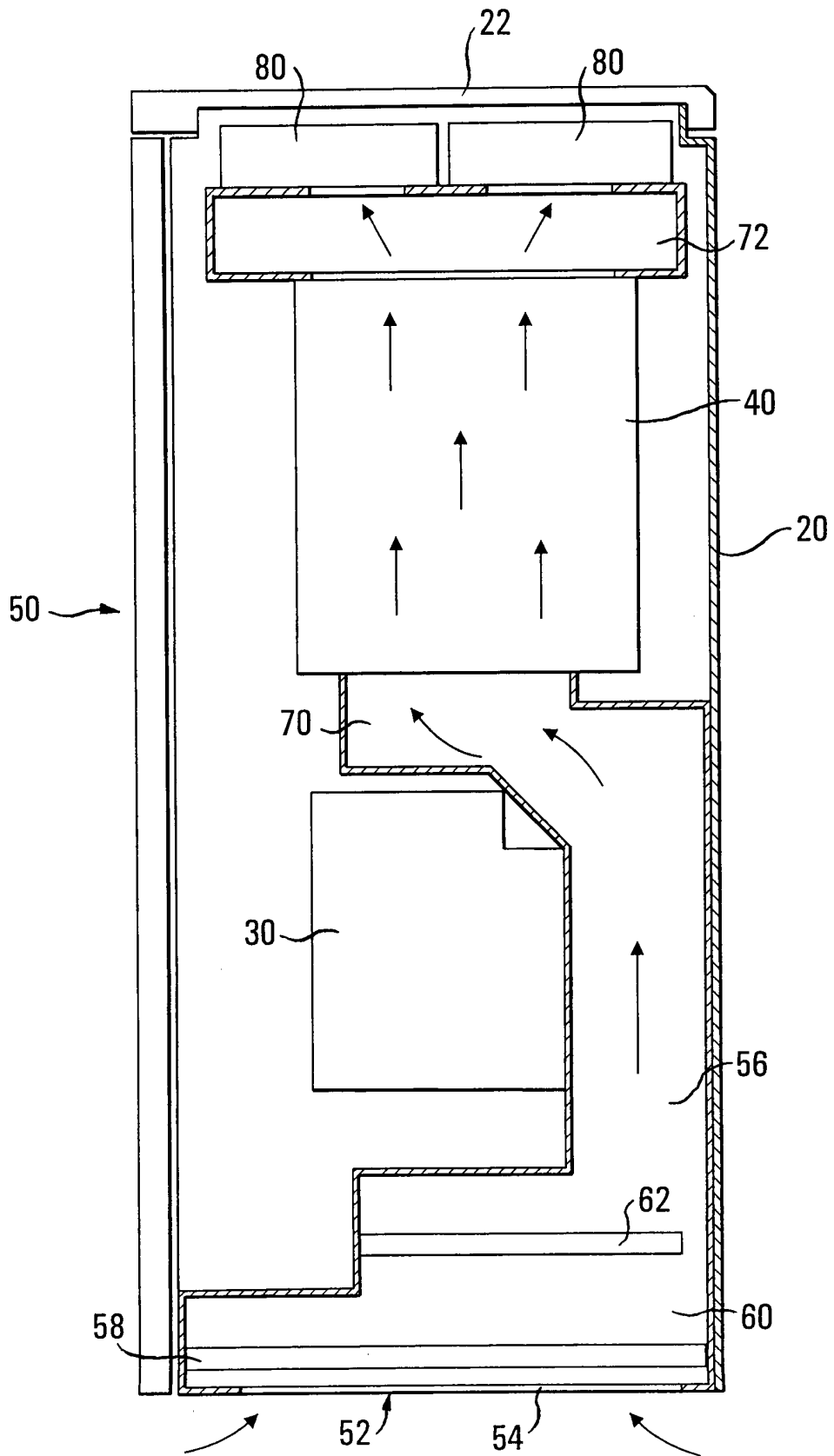
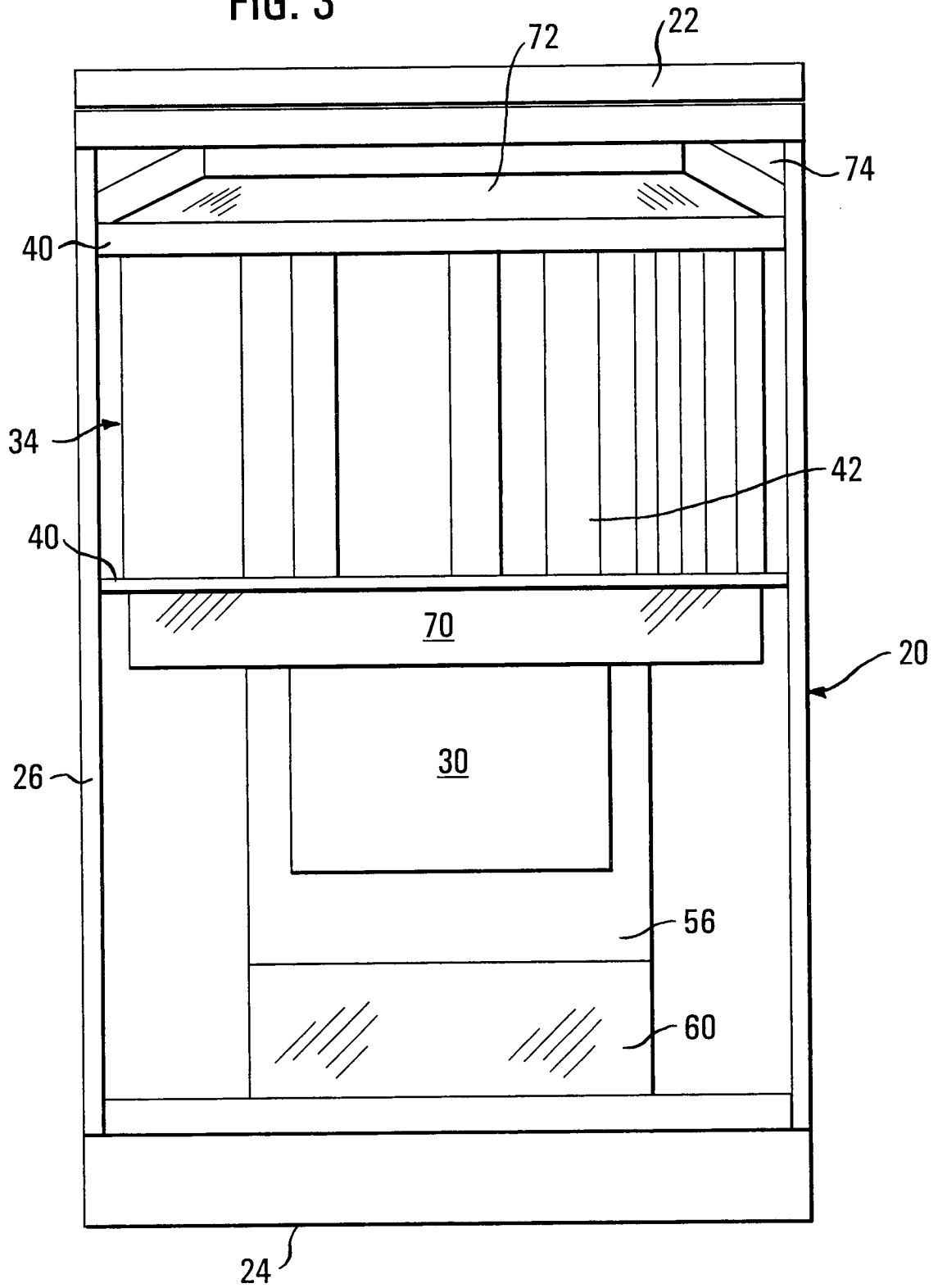


FIG. 3



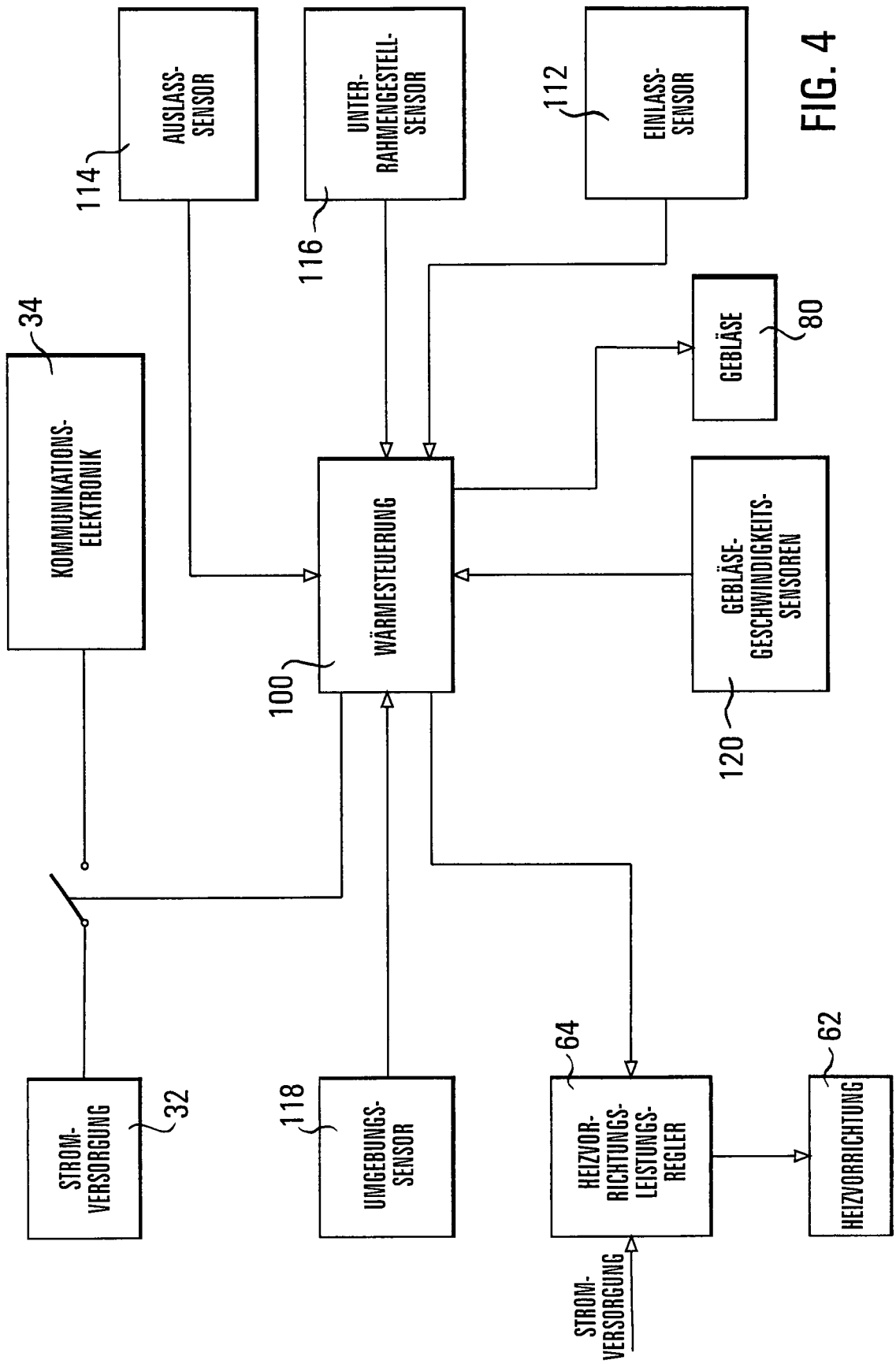


FIG. 4

FIG. 5

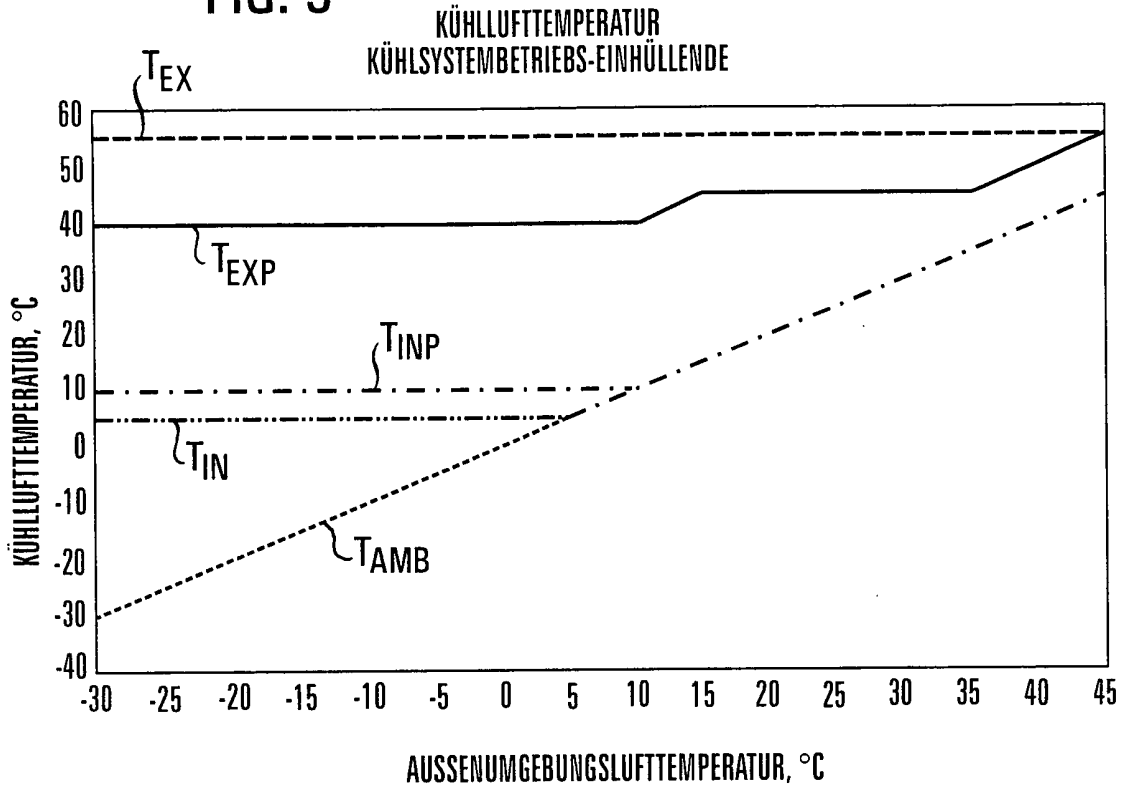


FIG. 6

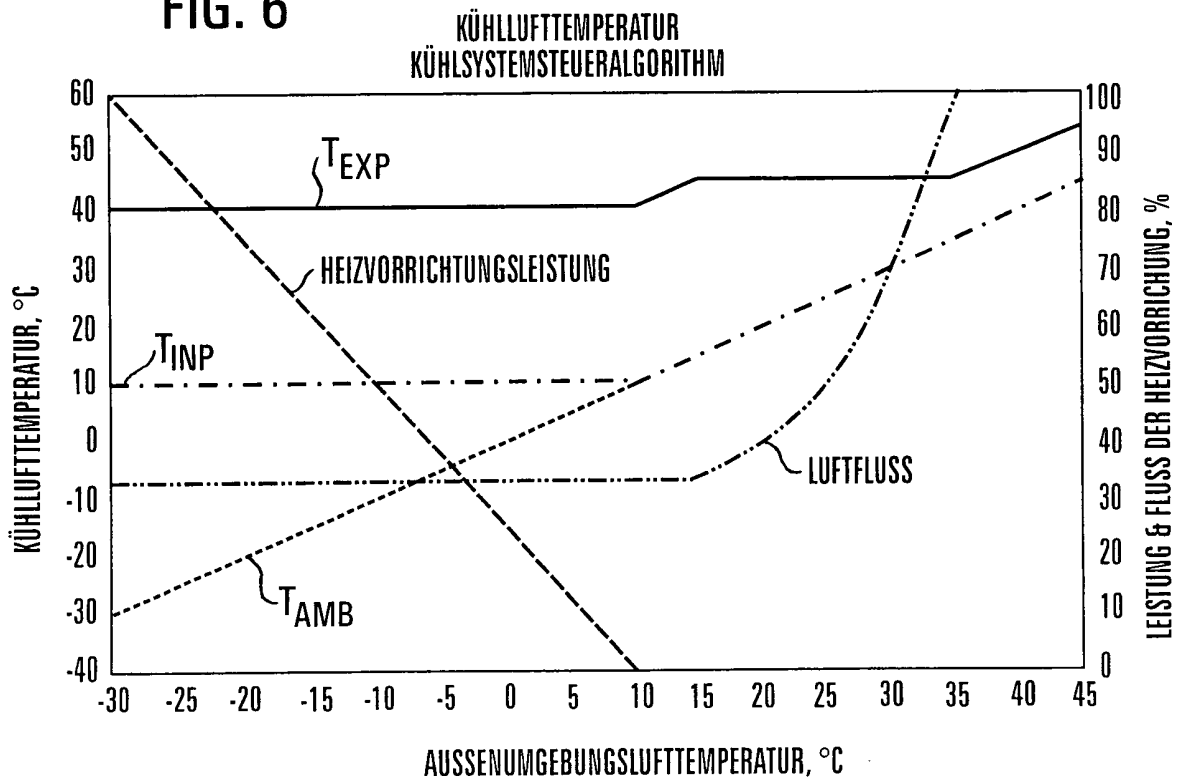


FIG. 7

