

5

10

- 1 -

15

**Verfahren und Vorrichtung zum Regeln eines an einem Schaltschrank angebrachten Kühlgerätes**

20

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln eines in oder an einem Schaltschrank angebrachten Kühlgerätes mittels einer Regelungseinrichtung, bei dem die Temperatur der Schaltschrankinnenluft erfasst wird und ein dieser zugeordneter Innenlüfter zum Erzeugen eines Innenluftstroms durch einen Verdampfer und Bereitstellen von Kühlluft eingeschaltet wird, wenn die erfasste Temperatur der Schaltschrankinnenluft eine obere Vorgabetemperatur überschreitet, und ausgeschaltet wird, wenn die erfasste Temperatur eine untere Vorgabetemperatur unterschreitet, und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

30

Ein derartiges Verfahren zum Regeln eines an einem Schaltschrank angebrachten Kühlgerätes und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind in der DE 44 13 128 C2 angegeben. Mit dem Kühlgerät wird die Schaltschrankinnenluft, die

35

sich beim Betrieb von Verlustwärme abgebenden Einbaukomponenten erhöht, unter einer für die Einbaukomponenten nachteiligen Temperatur gehalten und die im Schaltschrank erzeugte Verlustwärme aus dem Schaltschrank abgeführt. Das Kühlgerät hat mehrere Kreisläufe, die im Zusammenspiel die Schaltschrankinnenluft ab-

5 kühlen. Ein Innenluftkreislauf wird über einen Innenlüfter des Kühlgeräts angetrieben. Im Inneren des Kühlgerätes sitzt ein Temperatursensor, der die angesaugte warme Schaltschrankinnenluft misst. In Abhängigkeit von einer eingestellten Solltemperatur werden ein Kältekreislauf mit einem fluiden Kältemittel und ein Außenluftkreislauf zu-

10 oder abgeschaltet. Dabei wird die Wärmeenergie der Schaltschrankinnenluft in einem Verdampfer von dem Kältemittel des Kältekreislaufes aufgenommen. Das Kältemittel wird dann von einem Kompressor stark komprimiert, wodurch es in einem Verflüssiger ein höheres Temperaturniveau erreicht als die Umgebungsluft. Dadurch kann die in dem Kältemittel transportierte Wärmeenergie an den Außenluftkreislauf, der durch einen Außenlüfter angetrieben wird, abgegeben werden. Um die Innen-

15 temperatur des Schaltschranks bzw. die Schaltschrankinnenluft zu regeln, wird das Kühlgerät nur intervallweise in Betrieb genommen, wobei der Kompressor und der Außenlüfter temperaturabhängig über eine geräteinterne Regelungseinrichtung intervallweise zu- und abgeschaltet werden. Für die Temperaturmessung im Kühlgerät wird die Schaltschrankinnenluft mittels des Innenlüfters über einen Temperatursen-

20 sor geführt, wobei der Betrieb des Innenlüfters nicht unerheblich zum Energieverbrauch beiträgt.

Weitere Kühlgeräte für Schaltschränke zeigen die DE 10 2006 051 904 A1, die DE 199 12 029 C2 und die DE 199 51 921 C2, wobei unterschiedliche Anordnungen an

25 einem Schaltschrank gezeigt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit dem ein sparsamerer Betrieb bei zuverlässiger Kühlung erreicht wird, und eine entsprechende Vorrichtung zu schaffen.

- 5 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 3 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass nach Abschalten des Innenlüfters infolge Unterschreitens der unteren Vorgabetemperatur eine Zeitnahme gestartet wird und der Innenlüfter nach einer vorgegebenen ersten Zeitdauer für eine vorgegebene zweite  
10 Zeitdauer eingeschaltet und danach wieder abgeschaltet wird, wenn die obere Vorgabetemperatur von der erfassten Temperatur unterschritten bleibt, solange die zweite Zeitdauer läuft, dass die intermittierende zeitgesteuerte Betriebsweise des Innenlüfters zyklisch wiederholt wird, bis die obere Vorgabetemperatur überschritten wird, wonach der Innenlüfter im Dauerbetrieb betrieben wird, und dass die Zeitnahme und die intermittierende zeitgesteuerte Betriebsweise des Innenlüfters erneut gestar-  
15 tet werden, wenn die untere Vorgabetemperatur wieder unterschritten wird.

- Bei der Vorrichtung ist vorgesehen, dass eine Zeitsteuereinheit vorhanden ist, mittels der eine Zeitnahme auslösbar ist, wenn die erfasste Temperatur die untere Vorgabetemperatur unterschreitet oder der Innenlüfter ausgeschaltet wird, und eine zeitge-  
20 steuerte Betriebsweise unter Einschaltung des Innenlüfters nach einer ersten Zeitdauer für eine zweite Zeitdauer erfolgt, solange die obere Vorgabetemperatur nicht überschritten ist.

- Mit diesen Maßnahmen wird zuverlässig eine genügende Umwälzung der  
25 Schaltschrankinnenluft sichergestellt und ein für die Kühlung von Einbaukomponenten und deren sicheren Betrieb zuträgliches Temperaturniveau gewährleistet.

Zu einem zuverlässigen Betrieb des Kühlgerätes tragen die Maßnahmen bei, dass ein Kompressor und ein Außenlüfter des Kühlgerätes während der intermittierenden zeitgesteuerten Betriebsweise eingeschaltet bleiben, solange deren Einschaltung über die Regelungseinrichtung vorgegeben wird.

5

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung besteht darin, dass die zeitgesteuerte Betriebsweise in der Zeitsteuereinheit durch ein Programm vorgegeben ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schaltschranks mit daran angebrachtem Kühlgerät und dabei vorliegenden Luftströmungsverhältnissen,

15

Fig. 2 ein Beispiel für eine Betriebsweise eines Innenlüfters und

Fig. 3 ein bei vorliegender Erfindung bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine Betriebsweise des Innenlüfters.

20

Fig. 1 zeigt in schematischer Ansicht einen Schaltschrank 1 mit einem an dessen Rückwand angebauten Kühlgerät 2. In dem Schaltschrank 1 sind auf einer Montageplatte 4 Einbaukomponenten 3 angebracht, die Verlustwärme erzeugen und mittels des Kühlgerätes 2 über einen Innenluftkreislauf I gekühlt werden.

25

In dem Kühlgerät 2 sind in einem mit dem Schaltschrankinnenraum über Strömungsöffnungen in Strömungsverbindung gebrachten ersten Teilraum ein Innenlüfter 23 im

oberen Bereich des Teilraums und stromab desselben ein Verdampfer 21 angeordnet. Ferner umfasst das Kühlgerät 2 eine Regelungseinrichtung 22, eine Zeitsteuer-  
einheit 22.1 und einen in dem ersten Teilraum in der Nähe des Innenlüfters 23 ange-  
ordneten Temperatursensor 24 zum Erfassen der Temperatur T<sub>I</sub> der aus dem  
5 Schaltschrankinnenraum in den ersten Teilraum einströmenden Schaltschrankinnen-  
luft.

In dem Kühlgerät 2 ist auch ein Kältekreislauf für ein fluides Kältemittel gebildet so-  
wie ein Außenluftkreislauf A, bei dem über einen in einem zweiten Teilraum des  
10 Kühlgerätes 2 in dessen unterem Bereich angeordneten Außenlüfter 25 Außenluft  
über Außenluftöffnungen angesaugt und nach Durchströmen eines Verflüssigers 26  
nach außen wieder abgegeben wird. Der Kältekreislauf für das Kältemittel umfasst  
den Verdampfer 21, in dem die Wärmeenergie der Schaltschrankinnenluft von dem  
durch diesen fließenden Kältemittel aufgenommen wird, sowie einen Kompressor 27,  
15 vorliegend im unteren Bereich des zweiten Teilraums, durch den das Kältemittel  
stark komprimiert wird, wodurch es in dem weiterhin im Kältekreislauf liegenden  
Verflüssiger 26 ein höheres Temperaturniveau erreicht als die Umgebungsluft. Da-  
durch wird die in dem Kältemittel von dem Schaltschrankinnenraum her transportierte  
Wärmeenergie an den Außenluftkreislauf A abgegeben, der durch den Außenlüfter  
20 25 angetrieben wird.

In Abhängigkeit einer eingestellten Solltemperatur bzw. Vorgabetemperatur werden  
der Kältekreislauf und der Außenluftkreislauf A zu- oder abgeschaltet, um Tempera-  
turgrenzwerte im Schaltschrank einzuhalten. Hierzu dient die Regelungseinrichtung  
25 22 des Kühlgerätes 2, über die die temperaturabhängige Zu- und Abschaltung des  
Kompressors 27 und des Außenlüfters 25 erfolgen. Für einen zuverlässigen Kühlbe-  
trieb ist dabei eine genaue Temperaturmessung der Schaltschrankinnenluft erforder-  
lich. Diese wird über den Temperatursensor 24 vorgenommen.

Der in Fig. 1 gezeigte Innenluftkreislauf I durch den ersten Teilraum des Kühlgerätes 2 ergibt sich bei Betrieb des Innenlüfters 23, während bei abgeschaltetem Innenlüfter 23 innerhalb des Schaltschranks ein anderer Innenluftkreislauf I' vorliegt, bei dem allenfalls ein geringfügiger Strom der Schaltschrankinnenluft durch das Kühlgerät 2 auftritt. Die Luftströmung in dem Schaltschrankinnenraum kann noch durch Geräte-  
5   lüfter 31 der Einbaukomponenten 3 unterstützt sein. Im betriebslosen Zustand des Innenlüfters 23 kann sich im Bereich des Temperatursensors 24 infolge schlechter Luftdurchmischung eine ungenaue Temperaturmessung der im Bereich der zu kühlenden Einbaukomponenten 3 vorliegenden Lufttemperatur ergeben.

10

Demnach erscheint es aus Sicht einer genauen Temperaturmessung geboten, den Innenlüfter 23 ständig in Betrieb zu halten. Mit einem andauernden Betrieb ist allerdings ein entsprechend hoher Verschleiß und Energieverbrauch verbunden.

15   Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Innenlüfter 23 temperaturgesteuert ein- und ausgeschaltet wird. In dem oberen Teilbild ist der Innenlüfterbetriebszustand A1 über der Zeit t dargestellt sowie auch der Verlauf der Innenlufttemperatur TI über der Zeit t. Liegt die Innenlufttemperatur TI über einer oberen Vorgabetemperatur T2 (z. B.  $-5^{\circ}\text{C}$ ), so befindet sich der Innenlüfter im eingeschalteten Zustand und wird  
20   erst abgeschaltet, wenn die Innenlufttemperatur TI unter eine (unter der oberen Vorgabetemperatur liegende) untere Vorgabetemperatur T1 (z. B.  $-10^{\circ}\text{C}$ ) fällt. Steigt die Innenlufttemperatur TI bei betriebslosem Zustand des Kühlgerätes 2 wieder an und überschreitet die obere Vorgabetemperatur T2, so wird der Innenlüfter 23 wieder eingeschaltet und auch der Kühlbetrieb aktiviert.

25

Die mittlere Darstellung in Fig. 2 zeigt den Betrieb des Innenlüfters 23 in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur. Demnach wird der Innenlüfter 23 aus dem ausge-

schalteten in den eingeschalteten Zustand gebracht, wenn die erfasste Temperatur T1 der oberen Vorgabetemperatur T2 entspricht und von dem eingeschalteten in den ausgeschalteten Zustand gebracht, wenn die erfasste Temperatur T1 die untere Vorgabetemperatur T1 unterschreitet.

5

In der unteren Darstellung der Fig. 2 ist der Betrieb des Kompressors 27 und des Außenlüfters 25 in Abhängigkeit der Innentemperatur des Schaltschranks dargestellt. Auch hierbei ist eine Hysterese vorgesehen, wobei der Kompressor 27 und der Außenlüfter 25 aus dem ausgeschalteten Zustand in den eingeschalteten Zustand gebracht werden, wenn eine höhere Temperatur (oberhalb der oberen Vorgabetemperatur T2) erreicht wird, und von dem eingeschalteten Zustand in den ausgeschalteten Zustand, wenn eine niedrigere Temperatur, vorliegend z. B. unterhalb der oberen Vorgabetemperatur T2 und oberhalb der unteren Vorgabetemperatur T1, erreicht wird.

15

Bei dieser temperaturgesteuerten Betriebsweise ist demnach die Temperaturregelung der Innenlufttemperatur des Schaltschranks insbesondere im Bereich der Einbaukomponenten mit Unsicherheiten behaftet. Es könnte daran gedacht werden, den Innenlüfter 23 mittels Temperatursignalen zu steuern, die von einem weiteren Temperatursensor z. B. in der Nähe der Einbaukomponente 3 angeordnet ist.

20

Vorliegend wird jedoch dem temperaturgesteuerten Regelungsbetrieb eine zeitgesteuerte Betriebsweise des Innenlüfters überlagert, wie in Fig. 3 dargestellt. Unterschreitet die gemessene Temperatur T1 der Innenluft von einer über der oberen Vorgabetemperatur T2 liegenden Temperatur kommend die untere Vorgabetemperatur T1, so wird der Innenlüfter 23 von dem eingeschalteten Zustand in den ausgeschalteten Zustand versetzt. Gleichzeitig wird eine Zeitnahme in Gang gesetzt und ein

25

Zeitsignal von der Zeitsteuereinheit 22.1 bereitgestellt. Nach einer ersten Zeitdauer  $t_1$  (von z. B. 15 Minuten) wird der Innenlüfter 23 für eine zweite Zeitdauer  $t_2$  (von z. B. 1 Minute) eingeschaltet. Hierbei erhöht sich die erfasste Temperatur  $T_I$  im Bereich des Temperatursensors 24 zwar von einem Wert unterhalb der unteren Vorgabetemperatur  $T_1$  auf einen Wert oberhalb derselben, bleibt (bei dem gezeigten Beispiel) jedoch noch unterhalb der oberen Vorgabetemperatur  $T_2$ . Demnach wird der Innenlüfter 23 noch nicht temperaturgesteuert eingeschaltet, sondern zeitgesteuert für eine dritte Zeitdauer  $t_3$ , die der ersten Zeitdauer  $t_1$  entspricht, wieder ausgeschaltet. Nach Ablauf der dritten Zeitdauer  $t_3$  (von z. B. 15 Minuten) wird der Innenlüfter 23 wieder eingeschaltet, wodurch die nun erfasste Innenlufttemperatur  $T_I$  die obere Vorgabetemperatur  $T_2$  überschreitet und dadurch der Innenlüfter 23 temperaturgesteuert eingeschaltet bleibt. Den Einschaltzustand behält der Innenlüfter 23 dann solange bei, bis wiederum die untere Vorgabetemperatur  $T_1$  unterschritten wird. Dann beginnt die zeitgesteuerte Betriebsweise unter Start der Zeitnahme von Neuem, wie vorstehend beschrieben, bis wiederum die obere Vorgabetemperatur  $T_2$  überschritten wird.

Durch die zyklische intermittierende Betriebsweise des Innenlüfters 23 wird ein zuverlässiger Kühlbetrieb gewährleistet, da im Bereich des Temperatursensors 24 die Innentemperatur des Schaltschranks infolge der zeitgesteuerten Betriebsweise des Innenlüfters 23 relativ zuverlässig erfasst wird. Dabei kann die Zuverlässigkeit mehr oder weniger hoch gewählt werden, indem die erste Zeitdauer  $t_1$  und die zweite Zeitdauer  $t_2$  des zyklischen Betriebs jeweils vorliegenden Anforderungen angepasst werden.

Die zeitgesteuerte Betriebsweise ist vorteilhaft durch ein Programm vorgegeben, wobei die Zeitsteuereinheit 22.1 Teil einer Mikroprozessorsteuerung oder Mikrocompu-

terschaltung sein kann. Der zeitgesteuerte Betrieb des Innenlüfters 23 kann unmittelbar durch das Zeitsteuersignal der Zeitsteuereinheit 22.1 erfolgen oder mittelbar durch dieses über andere Schaltungskomponenten.

5

10

15

20

25

30

## Ansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines in oder an einem Schaltschrank (1) angebrachten  
5 Kühlgerätes (2) mittels einer Regelungseinrichtung (22), bei dem die Temperatur (TI) der Schaltschrankinnenluft (I, I') erfasst wird und ein dieser zugeordneter Innenlüfter (23) zum Erzeugen eines Innenluftstroms durch einen Verdampfer (21) und Bereitstellen von Kühlluft eingeschaltet wird, wenn die erfasste Temperatur (TI) der Schaltschrankinnenluft eine obere Vorgabetemperatur (T2) überschreitet, und ausgeschaltet wird, wenn die erfasste Temperatur (TI) eine untere Vorgabetemperatur (T1) unterschreitet,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass nach Abschalten des Innenlüfters (23) infolge Unterschreitens der unteren Vorgabetemperatur (T1) eine Zeitnahme gestartet wird und der Innenlüfter (23) nach einer vorgegebenen ersten Zeitdauer (t1) für eine vorgegebene zweite Zeitdauer (t2) eingeschaltet und danach wieder abgeschaltet wird, wenn die obere Vorgabetemperatur (T2) von der erfassten Temperatur (TI) unterschritten bleibt, solange die zweite Zeitdauer (t2) läuft,  
15 dass die intermittierende zeitgesteuerte Betriebsweise des Innenlüfters (23) zyklisch wiederholt wird, bis die obere Vorgabetemperatur (T2) überschritten wird, wonach der Innenlüfter (23) im Dauerbetrieb betrieben wird, und  
20 dass die Zeitnahme und die intermittierende zeitgesteuerte Betriebsweise des Innenlüfters (23) erneut gestartet werden, wenn die untere Vorgabetemperatur (T1) unterschritten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Kompressor (27) und ein Außenlüfter (25) des Kühlgerätes (2) wäh-  
rend der intermittierenden zeitgesteuerten Betriebsweise eingeschaltet blei-  
5 ben, solange die Einschaltung über die Regelungseinrichtung (22) vorgegeben  
wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit  
einem in oder an einem Schaltschrank (1) angeordneten Kühlgerät (2), das ei-  
10 nen Innenlüfter (23) zum Erzeugen eines Innenluftstroms (I) aufweist, welcher  
den Schaltschrankinnenraum mit darin angeordneten, Verlustwärme erzeu-  
genden Einbaukomponenten (3) und einen mit dem Schaltschrankinnenraum  
in Strömungsverbindung gebrachten Teilraum des Kühlgerätes (2) mit einem  
15 darin angeordneten Verdampfer (21) in einem Kreislauf durchströmt, mit ei-  
nem Kühlmittelkreislauf, wobei das Kühlmittel einen Kompressor (27) durch-  
strömt und in einen in einem Außenluftkreislauf (A) angeordneten Verflüssiger  
(26) gekühlt wird, und mit einer Regelungseinrichtung (22), mit der der Innen-  
lüfter (23) eingeschaltet wird, wenn eine in dem Innenluftstrom (I) erfasste  
20 Temperatur (TI) eine obere Vorgabetemperatur (T2) überschreitet, und ausge-  
schaltet wird, wenn die erfasste Temperatur (TI) eine untere Vorgabetempera-  
tur (T1) unterschreitet,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Zeitsteuereinheit (22.1) vorhanden ist, mittels der eine Zeitnahme  
auslösbar ist, wenn die erfasste Temperatur (TI) die untere Vorgabetempera-  
25 tur (T1) unterschreitet oder der Innenlüfter (23) ausgeschaltet wird, und eine  
zeitgesteuerte Betriebsweise unter Einschaltung des Innenlüfters (23) nach ei-

ner ersten Zeitdauer (t1) für eine zweite Zeitdauer (t2) erfolgt, solange die obere Vorgabetemperatur (T2) nicht überschritten ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zeitgesteuerte Betriebsweise in der Zeitsteuereinheit (22.1) durch ein Programm vorgegeben ist.

10

15

20

25

30

35