

(19)



(11)

EP 2 085 585 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(51) Int Cl.:
F01P 7/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09001135.4**

(22) Anmeldetag: **28.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **04.02.2008 DE 102008007628**

(71) Anmelder: **Friedrich Graepel AG
49624 Lönigen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Peter Henn
49624 Lönigen (DE)**
• **Klaus Mecking
49624 Lönigen (DE)**
• **Andreas Porsche
01169 Dresden (DE)**

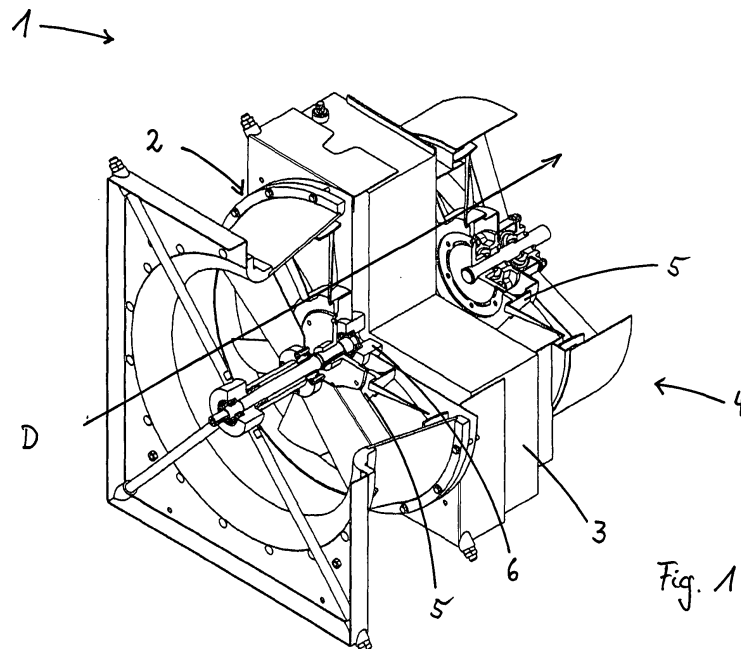
(74) Vertreter: **Busse & Busse
Patentanwälte
Grosshandelsring 6
49084 Osnabrück (DE)**

(54) Kühleinrichtung

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kühleinrichtung (1) mit einem mit einem Kühlmittel beaufschlagbaren Kühler und einem ersten Gebläse (2, 4), das mittels einer Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist.

Um eine Kühleinrichtung zu schaffen, die eine wahlweise erhöhte Kühlleistung ermöglicht, wird vorgeschlagen, dass die Kühleinrichtung ein zweites Gebläse (2, 4) aufweist und auch das zweite Gebläse (2, 4) mittels der Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung be-

treibbar ist, von der Steuerung in einem Normalbetriebsmodus mittels einer geeigneten Sensorik zumindest eine oder mehrere Kenngrößen überwachbar, die ermittelten Sensorwerte von der Steuerung mit Vergleichswerten vergleichbar sind, und bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes oder dem Vorliegen eines Stellsignals von der Steuerung ein erster Sonderbetriebsmodus aktivierbar ist, in dem die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse (2, 4) von der Steuerung veränderbar ist.

*Fig. 1***EP 2 085 585 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kühleinrichtung mit einem mit einem Kühlmittel beaufschlagbaren Kühler und einem ersten Gebläse, das mittels einer Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist.

[0002] Entsprechende Kühleinrichtungen sind aus dem Stand der Technik vielfach bekannt, insbesondere aus dem Fahrzeug-, Land- und Baumaschinenbau, um darin installierte Verbrennungsmotoren kühlen zu können. Dort werden Kühleinrichtungen mit Gebläsen verwendet, die in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels ein- und ausgeschaltet werden, oder deren Luftförderleistung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels verändert wird, sei es, indem die Drehzahl des Lüfterrades oder der Anstellwinkel der Lüfterflügel verändert wird.

[0003] Im Normalfall kann mit den bekannten Kühleinrichtungen ein zufrieden stellendes Kühlergebnis erzielt werden. Neuerdings müssen Kühleinrichtungen jedoch je nach Einsatzbedingungen erhöhte Kühlleistungen erbringen. Insbesondere bei modernen Verbrennungsmotoren, die mit Verdichtersystemen ausgestattet sind, wie beispielsweise Turboladern oder Kompressoren, ist es erforderlich, zusätzlich zum Motor selbst auch die verdichtete Ansaugluft zu kühlen, um gute Wirkungsgrade des Motors erzielen zu können. Werden solche Motoren in Einsatzbedingungen eingesetzt, in denen mit einem erhöhten Staub- und Schmutzanfall gerechnet werden muss, oder werden die Motoren in heißen Gegenden betrieben, erreichen die bekannten Kühleinrichtungen ihre Leistungsgrenzen. Um Schäden an den Motoren zu verhindern, die mit der Kühleinrichtung betrieben werden, muss dann die genutzte Antriebsleistung des Motors verringert werden. Es ist auch möglich, dass sich der Wirkungsgrad des Motors verschlechtert, weil er nicht mehr unter optimalen Betriebsbedingungen betrieben werden kann.

[0004] Um ausreichende Kühlleistungen verfügbar zu machen, werden die eingesetzten Kühleinrichtungen immer größer. Dadurch wird jedoch ein immer größerer Bauraum, immer größere Kühlluftöffnungen, immer größere Antriebsleistungen und dergleichen benötigt, obwohl die Leistungsspitzen der Kühleinrichtungen häufig nur zeitweise unter besonderen Betriebsbedingungen benötigt werden.

[0005] Demgemäß ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kühleinrichtung zu schaffen, die eine wahlweise erhöhte Kühlleistung ermöglicht.

[0006] Die Aufgabe wird für eine gattungsgemäße Kühleinrichtung gelöst, indem die Kühleinrichtung ein zweites Gebläse aufweist und auch das zweite Gebläse mittels der Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist, von der Steuerung in einem Normalbetriebsmodus mittels einer geeigneten Sensorik zumindest eine oder mehrere Kenngrößen überwachbar, die ermittelten Sensorwerte von der Steuerung mit Ver-

gleichswerten vergleichbar sind, und bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes oder dem Vorliegen eines Stellsignals von der Steuerung ein erster Sonderbetriebsmodus aktivierbar ist, in dem die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse von der Steuerung veränderbar ist.

[0007] Mit der erfindungsgemäßen Kühleinrichtung ist es möglich, bedarfsweise mittels zweier Gebläse erhöhte Kühlleistungen zu bewirken, ohne zwangsläufig im Normalbetrieb auch insbesondere erhöhte Antriebsleistungen für die erhöhte Kühlleistung in Kauf nehmen zu müssen. Die erhöhte Kühlleistung wird nicht durch vergrößerte Kühler, größere Kühlluftöffnungen, dauerhaft erhöhte Antriebsleistungen und ähnliche Nachteile ermöglicht, sondern die Kühlleistung ist durch ein zweites Gebläse erhöht, das wahlweise von der Steuerung zuschaltbar und in seiner Wirkung mit dem ersten Gebläse auf eine geeignete Weise kombinierbar ist. Der für das zweite Gebläse erforderliche Bauraum ist im Verhältnis zu der damit erzielbaren Leistungssteigerung eher gering.

[0008] Der Normalbetrieb zeichnet sich aus, indem eines oder beide Gebläse mit einer dem normalen Kühlungsbedarf entsprechenden Luftförderleistung betrieben werden. Im Normalbetriebsmodus werden von der Steuerung nur Kenngrößen einer geeigneten Sensorik überwacht, aus denen erkennbar ist, ob eine zusätzliche Kühlleistung benötigt wird, die über die im Normalbetriebsmodus verfügbare Menge hinausgeht. Nur dann, wenn vorgegebene Schwellwerte überschritten werden oder ein besonderes Stellsignal vorliegt, verändert die Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse. So ist es zur Erhöhung der Kühlleistung insbesondere möglich, das zweite Gebläse überhaupt einzuschalten, die Luftförderleistung des ersten und/oder zweiten Gebläses zu erhöhen, aber auch bei einem Einschalten oder einer Erhöhung der Luftförderleistung des zweiten Gebläses die Luftförderleistung des ersten Gebläses abzusenken, da dieses unter Umständen nicht mehr mit der im Normalbetriebsmodus vorgesehenen Luftförderleistung betrieben werden muss.

[0009] Das Stellsignal kann manuell von einer Bedienerperson vorgegeben werden, oder es wird automatisch beispielsweise von der Motorelektronik generiert. Bei der Nutzung des Stellsignals kann auf eine eigene Sensorik und Auswertung für die Kühleinrichtung verzichtet werden, für die Aktivierung des Sonderbetriebsmodus wird auf eine externe Sensorik oder eine manuelle Schaltung zurückgegriffen.

[0010] Als erster Sonderbetriebsmodus kommen jedoch auch Einsatzbedingungen in Betracht, in denen eine im Verhältnis zum Normalbetriebsmodus verringerte Kühlleistung gefordert wird, oder in denen ein besonderes Kühlersieb und/oder der Kühler selbst gereinigt werden soll, die Kühleinrichtung besonders leise betrieben werden soll, oder ähnliche besondere Einsatzbedingun-

gen herrschen.

[0011] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist das erste Gebläse der Hauptlüfter, der im Normalbetriebsmodus mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die unter dem mit diesem ersten Gebläse möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt, und das zweite Gebläse von der Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes zuschaltbar und mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar, die unter dem mit diesem zweiten Gebläse möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt. Durch die klare Definition des ersten Gebläses als Hauptlüfter und des zweiten Gebläses als Zusatzlüfter können in der Steuerung klare Funktionsbeziehungen zueinander für bestimmte Betriebszustände definiert werden.

[0012] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind die ersten und zweiten Gebläse von der Steuerung in einem zweiten Sonderbetriebsmodus betreibbar, in dem mindestens eines der beiden Gebläse mit einer Luftförderleistung betreibbar ist, die größer ist als die Luftförderleistung dieses Gebläses im Normalbetriebs- oder ersten Sonderbetriebsmodus. Durch die Stufung in einen ersten und zweiten Sonderbetriebsmodus ist es möglich, die Funktion der beiden Gebläse genauer auf den jeweiligen Betriebszustand anzupassen. Es können auch mehr als zwei Sonderbetriebsmodi vorgesehen sein.

[0013] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei den von der Steuerung überwachbaren Kenngrößen insbesondere um eine oder mehrere der Größen

- der Temperatur des Kühlmittels,
- des Drehmoments,
- der Drehzahl an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse,
- der Luftgeschwindigkeit,
- des Luftdrucks, und/oder
- der elektrischen Antriebsleistung für eines oder beide Gebläse.

[0014] Diese Kenngrößen sind besonders dazu geeignet, im Rahmen einer Steuerung ausgewertet zu werden, da diese besonders leicht durch entsprechende Sensoren ermittelbar und auswertbar sind.

[0015] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist in einem ersten Sonderbetriebsmodus das zweite Gebläse dem ersten Gebläse von der Steuerung zuschaltbar. Durch die Zuschaltung des zweiten Gebläses steigt die Kühlleistung der Kühleinrichtung nur dann, wenn dieses tatsächlich erforderlich ist, und nur dann wird für den Antrieb des zusätzlichen Gebläses auch zusätzliche Antriebsenergie verbraucht. Durch die Zuschaltung des zweiten Gebläses entstehen vielfältige Möglichkeiten, die Funktion der Kühleinrichtung im Hinblick auf verschiedene Betriebsparameter hin zu optimieren, wie beispielsweise Kühlleistung, Energieverbrauch, Schalle-

mission, Fremdkörperreinigung, und dergleichen.

[0016] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind in der Steuerung mehrere Regelungsstrategien gespeichert und eine bestimmte Regelungsstrategie ist auswählbar oder in Abhängigkeit eines oder mehrerer Betriebsparameter automatisch aktivierbar. So kann es beispielsweise vorteilhaft sein, nicht erst abzuwarten, bis die Temperatur des Kühlmittels ansteigt, sondern schon vor dem Temperaturanstieg die Kühlleistung der Kühleinrichtung zu erhöhen, beispielsweise, wenn der von der Kühleinrichtung gekühlte Verbrennungsmotor unter Vollast betrieben wird, eine Boost-Funktion aktiviert worden ist oder ein Fahrzeug in besonders staubigen oder heißen Umgebungsbedingungen betrieben wird. Die jeweiligen Bedingungen können von einer Bedienerperson erkannt und von ihr die dazu passende Regelungsstrategie ausgewählt und durch einen Bedienvorgang aktiviert werden, oder die Erkennung erfolgt über entsprechende Sensoren, und die Regelungsstrategie wird automatisiert in Abhängigkeit von den vorliegenden Sensorsignalen aktiviert.

[0017] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorstehend erläuterten bevorzugten Ausgestaltungen jeweils für sich mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 kombinierbar sind, aber auch in beliebigen Kombinationen untereinander, wobei auch Teilmerkmale der in den bevorzugten Ausgestaltungen beschriebenen Lösungen jeweils für sich mit anderen Merkmalen der Erfindung kombinierbar sind.

[0018] Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht auf eine Kühleinrichtung,

Fig. 2 ein Schema einer Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels als Führungsgröße,

Fig. 3 die Regelstrecke gem. Fig. 2, jedoch mit hoher Schmutzbelastung,

Fig. 4 eine Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels und dem momentanen Drehmoment an der Lüfterwelle des Hauptlüfters als Führungsgröße, und

Fig. 5 eine Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels und der momentanen Luftgeschwindigkeit hinter dem Kühler als Führungsgröße.

[0019] In Fig. 1 ist ein Beispiel für eine Kühleinrichtung 1 mit Gebläsen 2, 4 gezeigt. Die Gebläse 2, 4 können unterschiedlich ausgestaltet sein, also unterschiedliche Antriebe, Lüfterräder, Drehzahlen, Einbaumaße, Förderleistungen und dergleichen haben, sie können aber auch baugleich sein. Das Gebläse 2 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in Strömungsrichtung D der Kühlluft gesehen vor dem Kühler 3 angeordnet und ist somit ein

Druckgebläse, das Gebläse 4 dahinter und ist somit ein Sauggebläse. Abweichend vom Ausführungsbeispiel können aber auch beide Gebläse 2, 4 vor oder hinter dem Kühler 3 angeordnet sein, oder bei mehreren Kühlern 3 können diese auch davor, dazwischen oder dahinter angeordnet sein. Die Gebläse 2, 4 verfügen im Ausführungsbeispiel über jeweils ein Lüfterrad 5 mit einer Anzahl daran angebrachter Lüfterflügel. Das Gebläse 2 verfügt außerdem über einen Lüftermotor 6, für das Gebläse 4 ist die Antriebsart nicht näher dargestellt. Der Antrieb des Gebläses 4 kann ebenfalls über einen Lüftermotor erfolgen, es kann aber auch antriebsmäßig mit dem zu kühlenden Verbrennungsmotor verbunden sein. In Fig. 1 ist dem Gebläse 2 noch eine Reinigungsvorrichtung vorgeordnet, die hier nicht näher beschrieben wird.

[0020] In der nachfolgenden beispielhaften Beschreibung sind das Gebläse 4 der Hauptlüfter und das Gebläse 2 der Frontlüfter. Die Rollen können jedoch auch miteinander vertauscht werden, wenn dies je nach Anwendungsfall sinnvoll erscheint, oder beide Gebläse 2, 4 arbeiten gleichberechtigt nebeneinander. Die Erfindung wird nachfolgend auch anhand einer Verstellung der Drehzahl der Gebläse 2, 4 beschrieben, die Luftförderleistung kann alternativ oder kumulativ aber auch durch eine Verstellung des Anstellwinkels der Lüfterflügel und/oder auch durch eine Verstellung der Größe der Luftzufuhröffnungen zu den Gebläsen verändert werden.

[0021] Die Leistungskennlinien von Gebläsen folgen in Abhängigkeit der Drehzahl einer Potenzfunktion. Das bedeutet, dass eine Erhöhung des Luftdurchsatzes, der linear mit der Lüfterdrehzahl steigt, einen überproportional erhöhten Leistungsbedarf erfordert. Um im Normalbetriebsmodus bei einem hohen Luftdurchsatz einen energieeffizienten Betrieb der Luftkühlung zu realisieren, ist es möglich, die Drehzahl NH des Hauptlüfters zu begrenzen und diesen somit in einem günstigen unteren Drehzahlbereich $NH \leq NH1$ der Leistungskennlinie zu betreiben. Zur Realisierung eines höheren Luftdurchsatzes kann der Frontlüfter in einem ersten Sonderbetriebsmodus zugeschaltet werden und ebenfalls in einem günstigen unteren Drehzahlbereich $NF \leq NF1$ der Leistungskennlinie betrieben werden. Dadurch erhöht sich der Druck vor dem Sieb und der Luftdurchsatz durch den Kühler steigt. In der Summe bleibt der Leistungsbedarf beider Lüfter geringer als beim Einzelbetrieb des Hauptlüfters im oberen Drehzahlbereich. Der ungünstige obere Drehzahlbereich der Leistungskennlinien kann auf diese Weise ausgeschlossen werden.

[0022] Im Extrembetrieb, beispielsweise zur Reinigung des Kühlluftsiebes und/oder für eine kurzzeitige weitere Erhöhung des Luftdurchsatzes über den bisher konzipierten Bereich hinaus, können beide Lüfter im zweiten Sonderbetriebsmodus bis zu ihrer technisch zulässigen Drehzahlgrenze NH3 und NF3 betrieben werden.

[0023] Die Luftförderleistung der Gebläse 2, 4 kann durch eine Steuerung geregelt werden. Als Führungsgrößen zur Regelung der beiden Lüfter können folgende

Messgrößen einzeln oder kombiniert miteinander eingesetzt werden:

- die Temperatur (T) des Kühlmittels,
- das Drehmoment (MH),
- die Drehzahl (NH, NF) an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse (2, 4),
- die Luftgeschwindigkeit (VH),
- der Luftdruck (DG, DS), und/oder
- die elektrische Antriebsleistung (PH) für eines oder beide Gebläse (2, 4).

[0024] Regelgrößen können beispielsweise die Drehzahl NH des Hauptlüfters und/oder die Drehzahl NF des Frontlüfters oder der Anstellwinkel der Lüfterflügel eines oder beider Lüfterräder sein.

[0025] Bei direkter Verbindung von Hauptlüfter und Motorabtriebswelle eröffnet der unabhängig, beispielsweise elektrisch oder hydraulisch oder durch eine betätigbare Kupplung zum Ein- und Ausschalten, angetriebene zusätzliche Frontlüfter überhaupt erst die Möglichkeit zur individuellen Regelung der Temperatur des Kühlmittels. Bei unabhängig von der Motordrehzahl individuell regelbarem Hauptlüfter eröffnet der unabhängig angetriebene zusätzliche Frontlüfter eine große Breite an möglichen Betriebseinstellungen. Fig. 2 zeigt eine mögliche Regelstrecke. Im Normalbetriebsmodus läuft in dieser Regelstrecke eines oder beide Gebläse 2, 4 mit einer Normaldrehzahl als Ausgangsdrehzahl, zunächst wird nur die Temperatur T des Kühlmittels als eine beispielhafte Kenngröße als Hauptführungsgröße permanent überwacht und mit einem Sollwert ST verglichen. Hierbei kann mit den Werten $\Delta T1$ und $\Delta T2$ ein entsprechender zulässiger Temperaturbereich definiert werden.

[0026] Steigt die Temperatur T des Kühlmittels, verändert sich also die Kenngröße, und wird dabei ein Schwellwert über- oder unterschritten, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters erhöht. Fällt die Temperatur T des Kühlmittels, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters vermindert. Die hierbei maximal zulässige Drehzahl NH1 im günstigen unteren Drehzahlbereich des Hauptlüfters wird entweder fest vorgegeben oder ist individuell einstellbar. Diese Art der Regelung der Luftdurchsatzleistung des Hauptlüfters fällt schon in den Bereich des ersten Sonderbetriebsmodus, in dem versucht wird, die gewünschten Parameter der Kühlung noch mit der Änderung der Luftförderleistung nur eines einzigen Gebläses 2, 4 aufrecht zu erhalten. Bei dieser Regelung wird das zweite Gebläse 2, 4 insoweit berücksichtigt, als es noch nicht in die Steuerungsvorgänge einbezogen wird, weil die Regelung des ersten Gebläses 2, 4 noch für sich ausreichen könnte.

[0027] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin oberhalb des Sollbereiches, können die gewünschten Parameter nicht mehr mit der Regelung nur eines Gebläses 2, 4 eingehalten werden. Dies ist ein Fall, in dem die Steuerung im ersten Sonderbetriebsmodus auch das zweite Gebläse 2, 4 einschaltet und aktiv in die

Regelung einbezieht. Der Frontlüfter wird zugeschaltet und die Drehzahl NF entsprechend erhöht, wobei eine maximal zulässige Drehzahl des Frontlüfters NF1 im günstigen unteren Drehzahlbereich nicht überschritten wird. Wahrscheinlich wird dann die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Normalwert ST erreichen. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin oberhalb des Sollbereiches, so befindet sich die Maschine im Extrembetrieb. Dieser ist charakterisiert durch Verschmutzung des Kühlluftsiebes oder durch eine Überlastung der Maschine. Ein Signal S1 kann gegeben werden.

[0028] Zur Beseitigung von Verschmutzungen am Kühlluftsieb wird in einem zweiten Sonderbetriebsmodus die Drehzahl NF des Frontlüfters kurzzeitig oder auch längerfristig auf eine Mindestdrehzahl NF2 im oberen Drehzahlbereich erhöht, bei der anhaftende Schmutzpartikel mit hoher Wahrscheinlichkeit beseitigt werden. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels weiter bis unterhalb des Sollbereiches, ist die Verschmutzung beseitigt und die Drehzahl NF des Frontlüfters kann wieder herabgesetzt werden, oder ein Abschalten des Frontlüfters ist möglich. Ein mögliches Signal S1 kann zurückgenommen werden.

[0029] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiterhin oberhalb des Sollbereiches, so liegt eine permanente Überlastung der Maschine vor. Die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter können im zweiten Sonderbetriebsmodus auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden, um die Kühlleistung zu maximieren und so die Überlastung kurzzeitig zu überbrücken. Bei permanenter Überlastung ist ein Signal S2 zu aktivieren, um eine manuelle oder automatisierte Entlastung der Maschine anzumahnen oder die Maschine automatisch abzuschalten. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert hoch.

[0030] Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels anschließend unterhalb des Sollbereiches, werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter wieder herabgesetzt, wobei die Drehzahl NF des Frontlüfters zunächst auf NF2 gehalten wird, um eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Erreicht die Drehzahl NH des Hauptlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich $NH \leq NH1$ so ist eine permanente Überlastung der Maschine auszuschließen. Ein Signal S2 kann deaktiviert werden. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin unterhalb des Sollbereiches, wird die Drehzahl NF des Frontlüfters herabgesetzt. Erreicht die Drehzahl FH des Frontlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich $NF \leq NF1$, so ist eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Ein mögliches Signal S1 kann zurückgenommen werden und ein Abschalten des Frontlüfters ist möglich. In diesem Fall schaltet die Steuerung vom Sonderbetriebsmodus wieder auf den Normalbetriebsmodus um.

[0031] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiter-

hin unterhalb des Sollbereiches, kann die Drehzahl NH des Hauptlüfters weiter herabgesetzt werden, am Ende ist auch ein Abschalten des Hauptlüfters möglich.

[0032] In stark mit Schmutz belasteter Umgebungsluft kann es sinnvoll sein, von vornherein eine Regelungsstrategie im Sonderbetriebsmodus zu benutzen, die eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes verhindert, und auf diese umzuschalten. Eine solche Regelstrecke ist in Fig. 3 dargestellt. Eine solche Regelstrecke kann entsprechend auch bei vorhersehbarem Überlastbetrieb des zu kühlenden Motors oder bei verschärften klimatischen Bedingungen gewählt werden.

[0033] Zunächst wird auch hier die Temperatur T des Kühlmittels im Sonderbetriebsmodus als Hauptführungsgröße permanent überwacht und mit einem Sollwert ST verglichen. Auch hier kann mit den Werten $\Delta T1$ und $\Delta T2$ ein entsprechender zulässiger Temperaturbereich definiert werden. Steigt die Temperatur T des Kühlmittels, wird im Rahmen des Sonderbetriebsmodus zunächst die Drehzahl NF des Frontlüfters erhöht, und zwar bis zu einem Wert NF2, so dass bei dieser Regelungsstrategie beispielsweise zunächst primär eine zuverlässige Vermeidung und Beseitigung von Verunreinigungen am Kühlersieb gewährleistet ist. Dabei wird bewusst in Kauf genommen, dass der Frontlüfter im oberen Drehzahlbereich betrieben wird und somit weniger energieeffizient arbeitet. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels oberhalb des Sollbereiches, so kann ein Signal S1 aktiviert werden und die Drehzahl NH des Hauptlüfters wird bis auf eine Drehzahl NH1 erhöht. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels weiter bis unterhalb des Sollbereiches, kann die Drehzahl NH des Hauptlüfters wieder herabgesetzt werden und ein Abschalten des Hauptlüfters ist möglich. Die Drehzahl NF des Frontlüfters bleibt zunächst unverändert hoch bei NF2. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiter oberhalb des Sollbereiches, so liegt eine permanente Überlastung der Maschine vor. Die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter können auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden, um die Kühlleistung zu maximieren und so die Überlastung kurzzeitig zu überbrücken.

[0034] Bei permanenter Überlastung ist ein Signal S2 zu aktivieren, um eine manuelle Entlastung der Maschine anzumahnen oder die Maschine automatisch abzuschalten. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert hoch. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels anschließend unterhalb des Sollbereiches, werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter wieder herabgesetzt, wobei die Drehzahl NF des Frontlüfters zunächst auf NF2 gehalten wird, um eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Erreicht die Drehzahl NH des Hauptlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich $NH \leq NH1$, so ist eine permanente Überlastung der Maschine auszuschließen.

Ein Signal S2 kann deaktiviert werden. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin unterhalb des Sollbereiches, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters herabgesetzt und ein Abschalten des Hauptlüfters ist möglich. Die Drehzahl NF des Frontlüfters bleibt weiterhin unverändert hoch bei NF2. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiter unterhalb des Sollbereiches, so wird nun auch die Drehzahl NF des Frontlüfters reduziert und ein Signal S1 kann deaktiviert werden. Am Ende ist auch ein Abschalten des Frontlüfters möglich.

[0035] Eine direkte funktionelle Kopplung der Drehzahl NF in Abhängigkeit der Drehzahl NH des Hauptlüfters in Form von $NF=f(NH)$ ist ebenfalls möglich. Hierbei können Parameter den Funktionsverlauf verändern. Durch weitere zusätzliche Führungsgrößen MH und/oder VH und/oder PH und/oder der beiden Messgrößen DG und DS kann ein Extrembetrieb und dessen Ursache schneller erkannt und darauf reagiert werden. Die permanente Messung des Drehmoments MH an der Lüfterwelle des Hauptlüfters bei gleichzeitiger Kenntnis der momentanen Drehzahl NH lässt einen Vergleich zwischen dem momentanen Drehmoment MH und einer vorher ermittelten und somit bekannten Drehmomentkennlinie $MHS=f(NH)$ im Normalbetrieb zu. Fig. 4 zeigt eine mögliche Regelstrecke.

[0036] Ist das momentane Drehmoment MH um einen Faktor MF ($MF > 1$) größer als MHS im Normalbetrieb, so ist mit hoher Wahrscheinlichkeit das Kühlluftsieb verschmutzt. Ein Warnsignal S1 kann aktiviert werden. Die Drehzahl des Frontlüfters NF kann dementsprechend zielgerichtet und kurzfristig auf NF2 erhöht werden, ohne dass die Temperatur T des Kühlmittels bereits außerhalb des Sollwertbereiches ist.

[0037] Die permanente Messung der Luftgeschwindigkeit VH hinter dem Kühler lässt ebenfalls im Vergleich mit einer vorher ermittelten und somit bekannten Luftgeschwindigkeitskennlinie $VHS=f(NH)$ im Normalbetrieb einen Schluss auf eine mögliche Verschmutzung des Kühlluftsiebes zu. Fig. 5 zeigt eine mögliche Regelstrecke. Ist die momentane Luftgeschwindigkeit VH um einen Faktor VF ($VF < 1$) geringer als VHS im Normalbetrieb, so ist mit hoher Wahrscheinlichkeit das Kühlluftsieb verschmutzt. Ein Warnsignal S1 kann aktiviert werden. Die Drehzahl des Frontlüfters NF kann dementsprechend zielgerichtet und kurzfristig auf NF2 erhöht werden, ohne dass die Temperatur T des Kühlmittels bereits außerhalb des Sollwertbereiches ist.

[0038] Liegen momentanes Drehmoment MH und/oder Luftgeschwindigkeit VH hinter dem Kühler im bekannten Bereich der Kennlinien $MHS=f(NH)$ und $VHS=f(NH)$, so kann eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes ausgeschlossen werden. Somit kann schneller auf eine permanente Überlastung der Maschine bei $T > ST + \Delta T2$ reagiert und die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter kurzzeitig auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden. Ein Warnsignal S2 kann abgegeben werden. Liegt die Temperatur T des Kühlmittels im Sollbereich $ST - \Delta T1 < T < ST + \Delta T2$ so

wird bei vorhandenem Signal S1 die Drehzahl NF des Frontlüfters auf NF2 gehalten. Unterhalb des Sollbereiches $T < ST - \Delta T1$ werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter heruntergefahren, wobei zunächst NF bei NF2 gehalten wird, solange NH nicht NH1 erreicht hat, und demzufolge das Signal S2 noch aktiv ist. Unterhalb des Sollbereiches $T < ST - \Delta T1$ wird im weiteren Verlauf bei vorhandenem Signal S1 die Drehzahl NF des Frontlüfters auf NF2 gehalten. Eine weitere Reduzierung der Drehzahl NH des Hauptlüfters ist möglich.

[0039] Um eventuellen unerwünschten Schwankungen der Kühlmitteltemperatur T in stark schmutzbelasteter Umgebung vorzubeugen, kann es von Vorteil sein, das Signal S1 manuell zu aktivieren und somit die Drehzahl NF des Frontlüfters von vorn herein mindestens auf NF2 zu halten.

[0040] Auch die Verwendung der elektrischen Antriebsleistung PH des Hauptlüfters als Führungsgröße ist denkbar, wenn diese mit der tatsächlichen mechanischen Antriebsleistung korrespondiert.

[0041] Eine Kombination der Führungsgrößen MH und/oder PH und/oder VH und/oder DG/DS in einer Regelstrecke ist ebenfalls möglich.

[0042] Die vorstehende gegenständliche Beschreibung dient nur der beispielhaften Erläuterung der Erfindung. Die Erfindung ist nicht auf die gegenständlichen Ausführungsbeispiele beschränkt, diese können von einem Fachmann auf eine ihm geeignet erscheinende Weise an einen konkreten Anwendungsfall angepasst werden.

Patentansprüche

1. Kühleinrichtung (1) mit einem mit einem Kühlmittel beaufschlagbaren Kühler und einem ersten Gebläse (2, 4), das mittels einer Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung ein zweites Gebläse (2, 4) aufweist und auch das zweite Gebläse (2, 4) mittels der Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist, von der Steuerung in einem Normalbetriebsmodus mittels einer geeigneten Sensorik zumindest eine oder mehrere Kenngrößen überwachbar, die ermittelten Sensorwerte von der Steuerung mit Vergleichswerten vergleichbar sind, und bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes oder dem Vorliegen eines Stellsignals von der Steuerung ein erster Sonderbetriebsmodus aktivierbar ist, in dem die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse (2, 4) von der Steuerung veränderbar ist.
2. Kühleinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gebläse (2, 4) der Hauptlüfter ist, der im Normalbetriebsmodus mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die

unter dem mit diesem ersten Gebläse (2, 4) möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt, und das zweite Gebläse (2, 4) von der Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes zuschaltbar und mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die unter dem mit diesem zweiten Gebläse (2, 4) möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt.

5

10

3. Kühleinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und zweiten Gebläse (2, 4) von der Steuerung in einem zweiten Sonderbetriebsmodus betreibbar sind, in dem mindestens eines der beiden Gebläse (2, 4) mit einer Luftförderleistung betreibbar ist, die größer ist als die Luftförderleistung dieses Gebläses (2, 4) im Normalbetriebs- oder ersten Sonderbetriebsmodus.

15

4. Kühleinrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den von der Steuerung überwachbaren Kenngrößen insbesondere handelt um eine oder mehrere der Kenngrößen

20

25

- der Temperatur (T) des Kühlmittels,
- des Drehmoments (MH),
- der Drehzahl (NH, NF) an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse (2, 4),
- der Luftgeschwindigkeit (VH)
- des Luftdrucks (DG, DS), und/oder
- der elektrischen Antriebsleistung (PH) für eines oder beide Gebläse (2, 4).

30

5. Kühleinrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Sonderbetriebsmodus das zweite Gebläse (2, 4) dem ersten Gebläse (2, 4) von der Steuerung zuschaltbar ist.

35

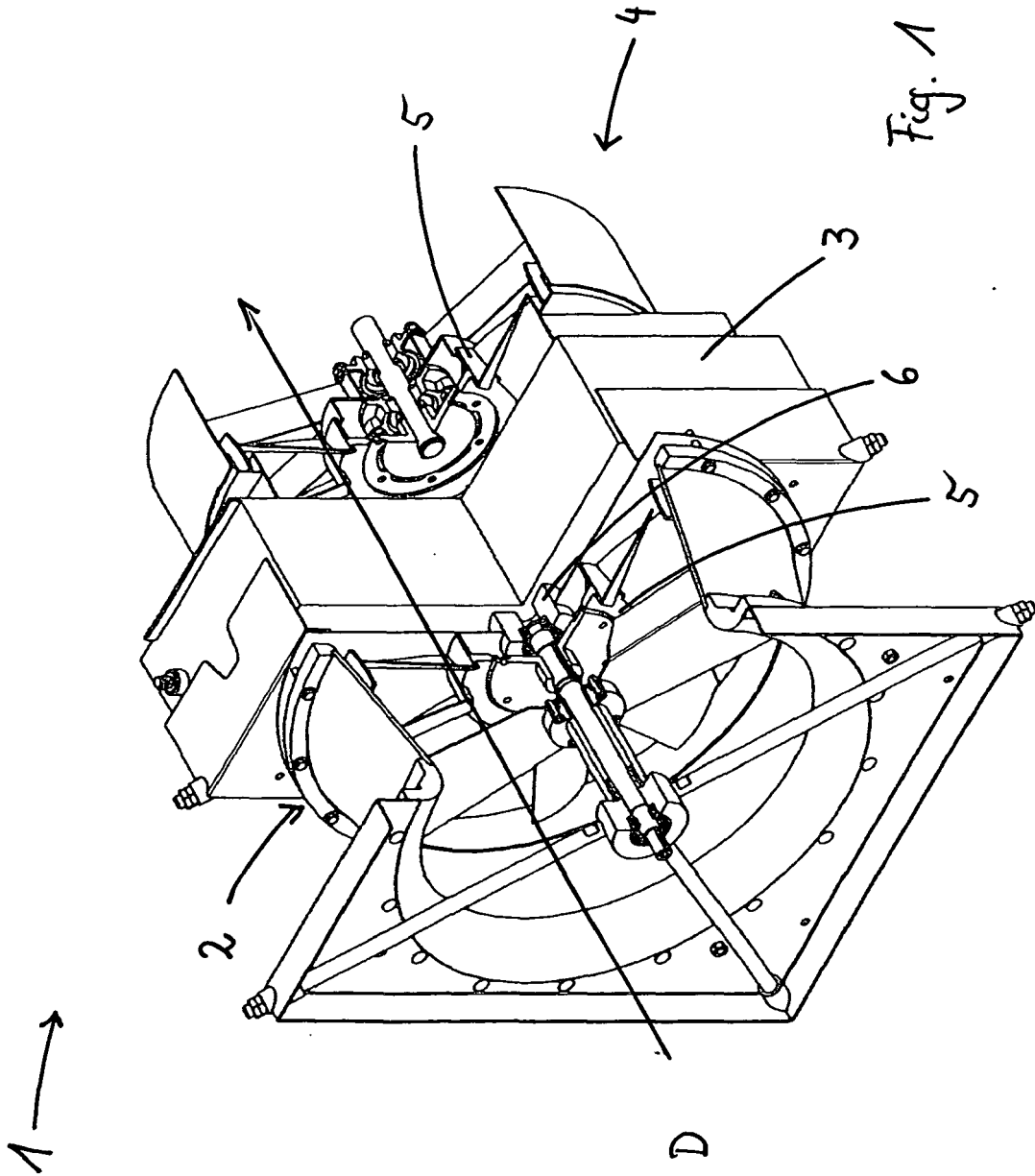
40

6. Kühleinrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuerung mehrere Regelungsstrategien gespeichert sind und eine bestimmte Regelungsstrategie auswählbar oder in Abhängigkeit eines oder mehrerer Betriebsparameter automatisch aktivierbar ist.

45

50

55



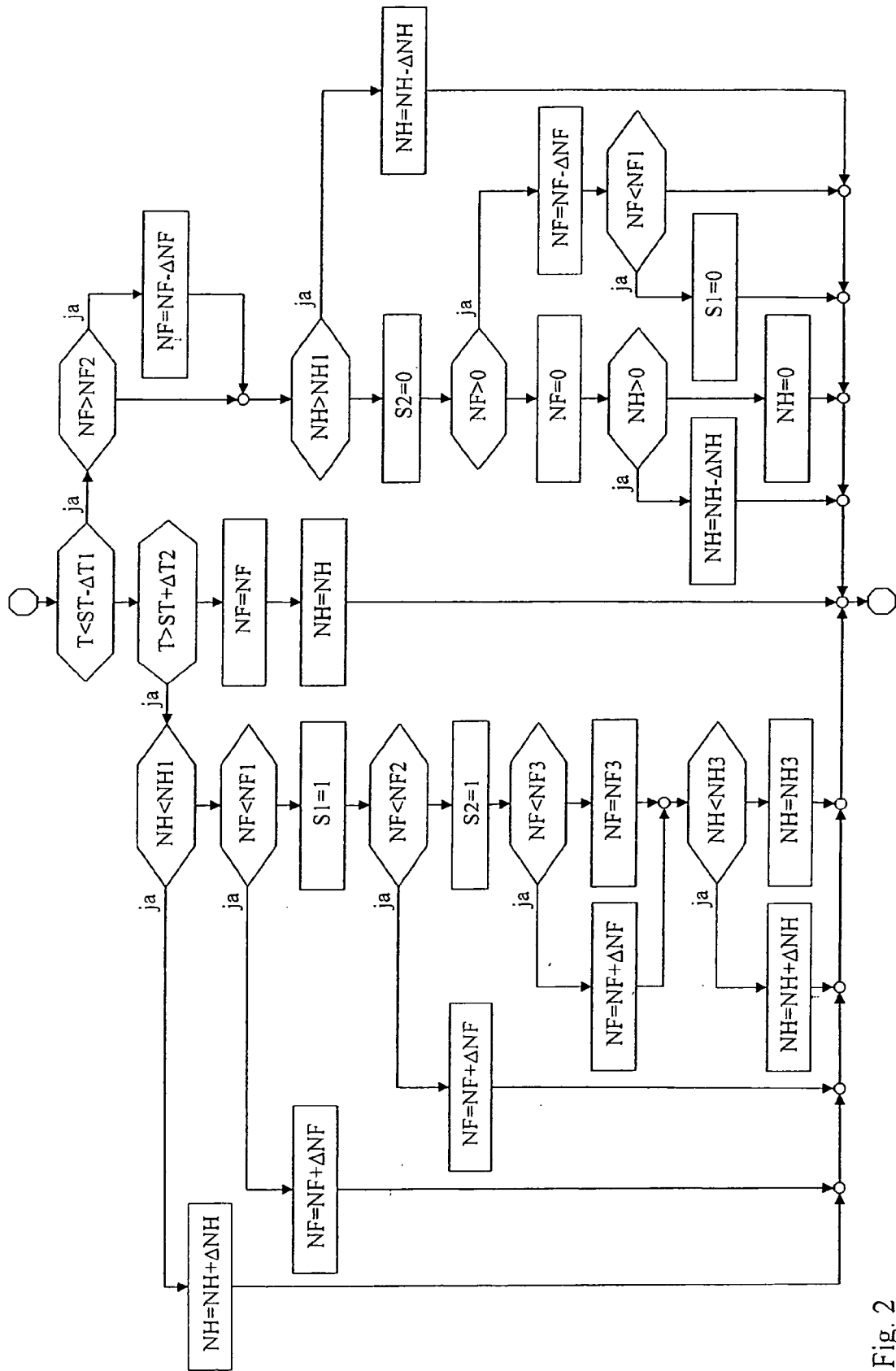


Fig. 2

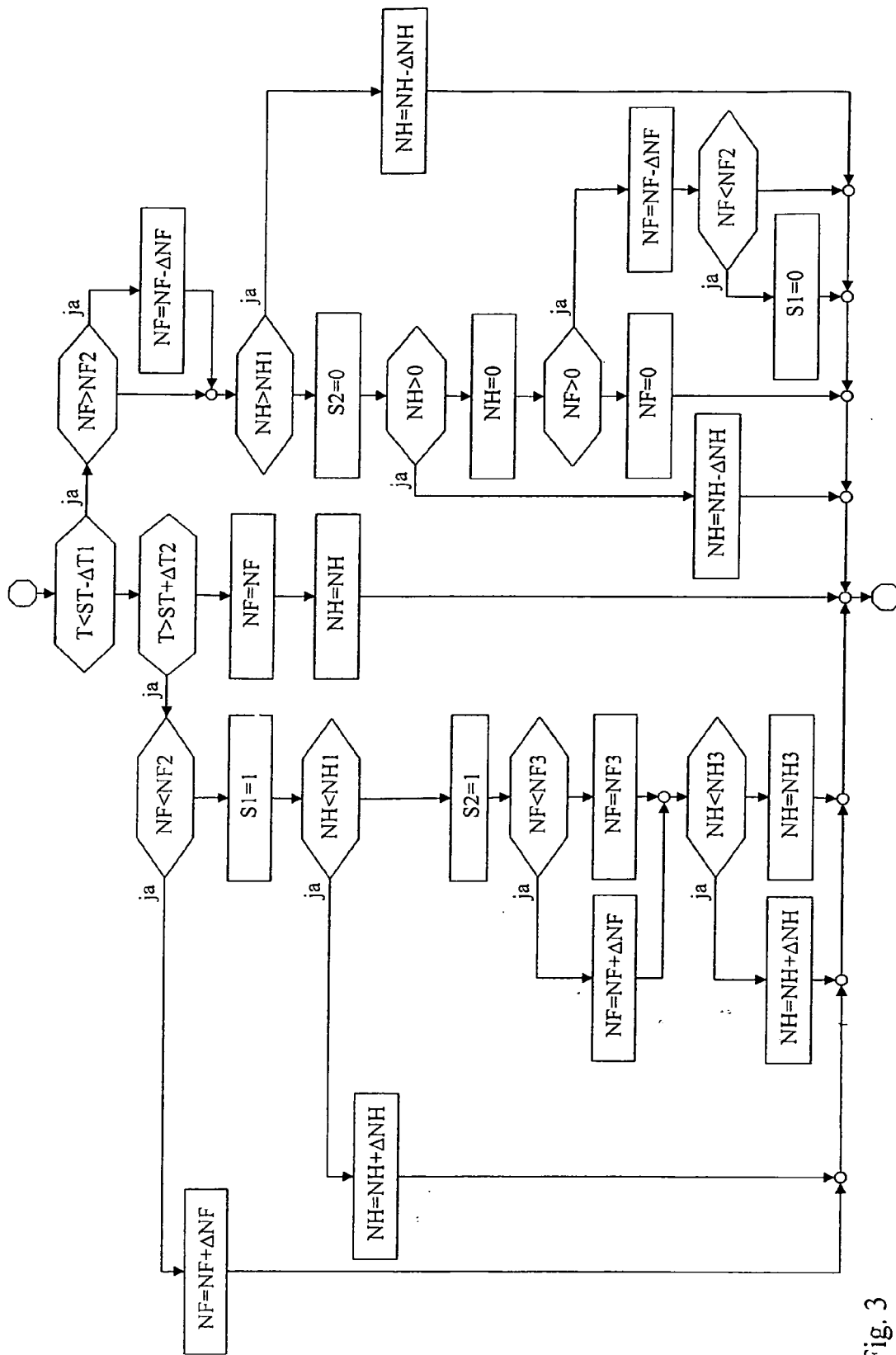


Fig. 3

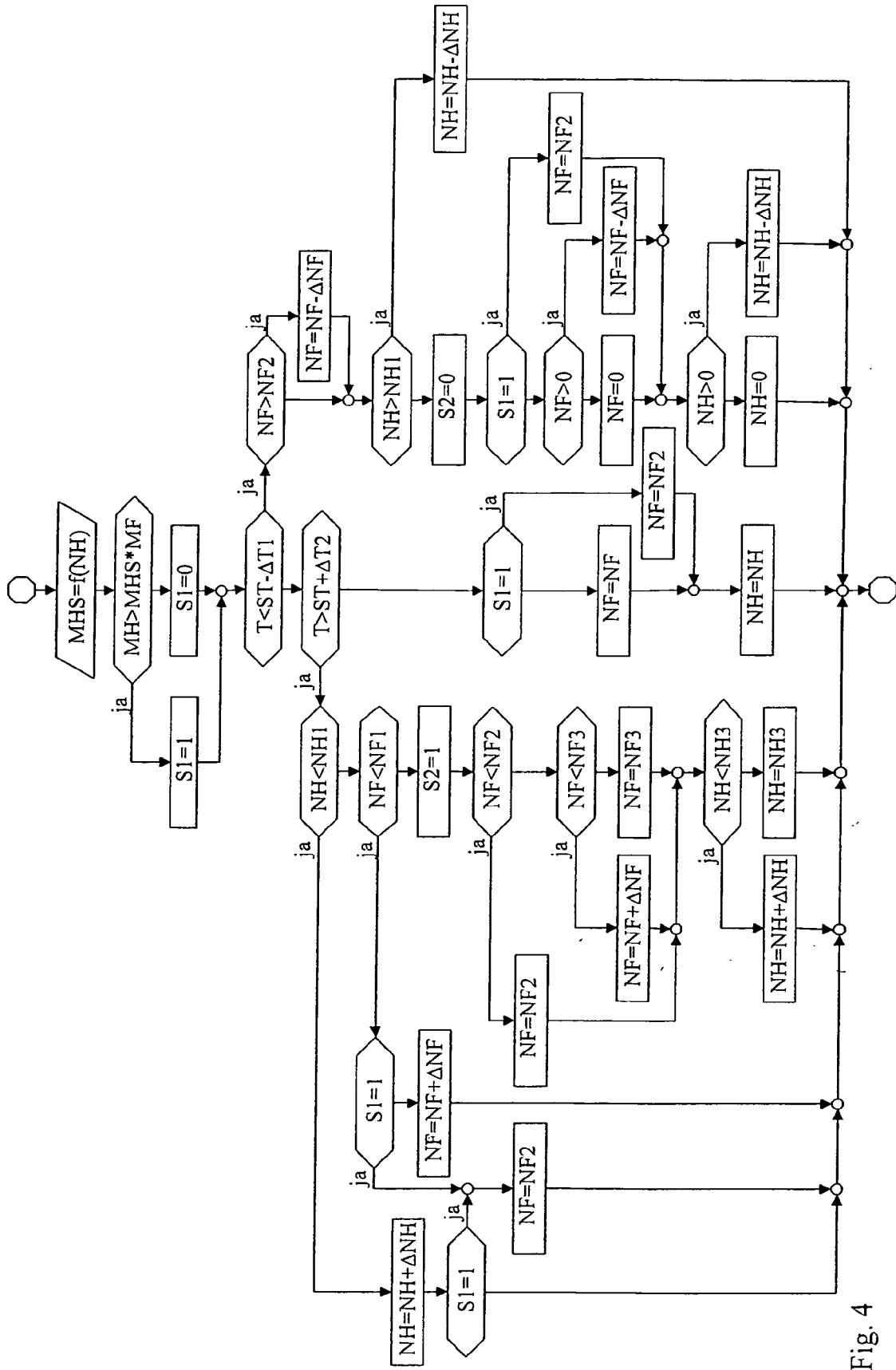


Fig. 4

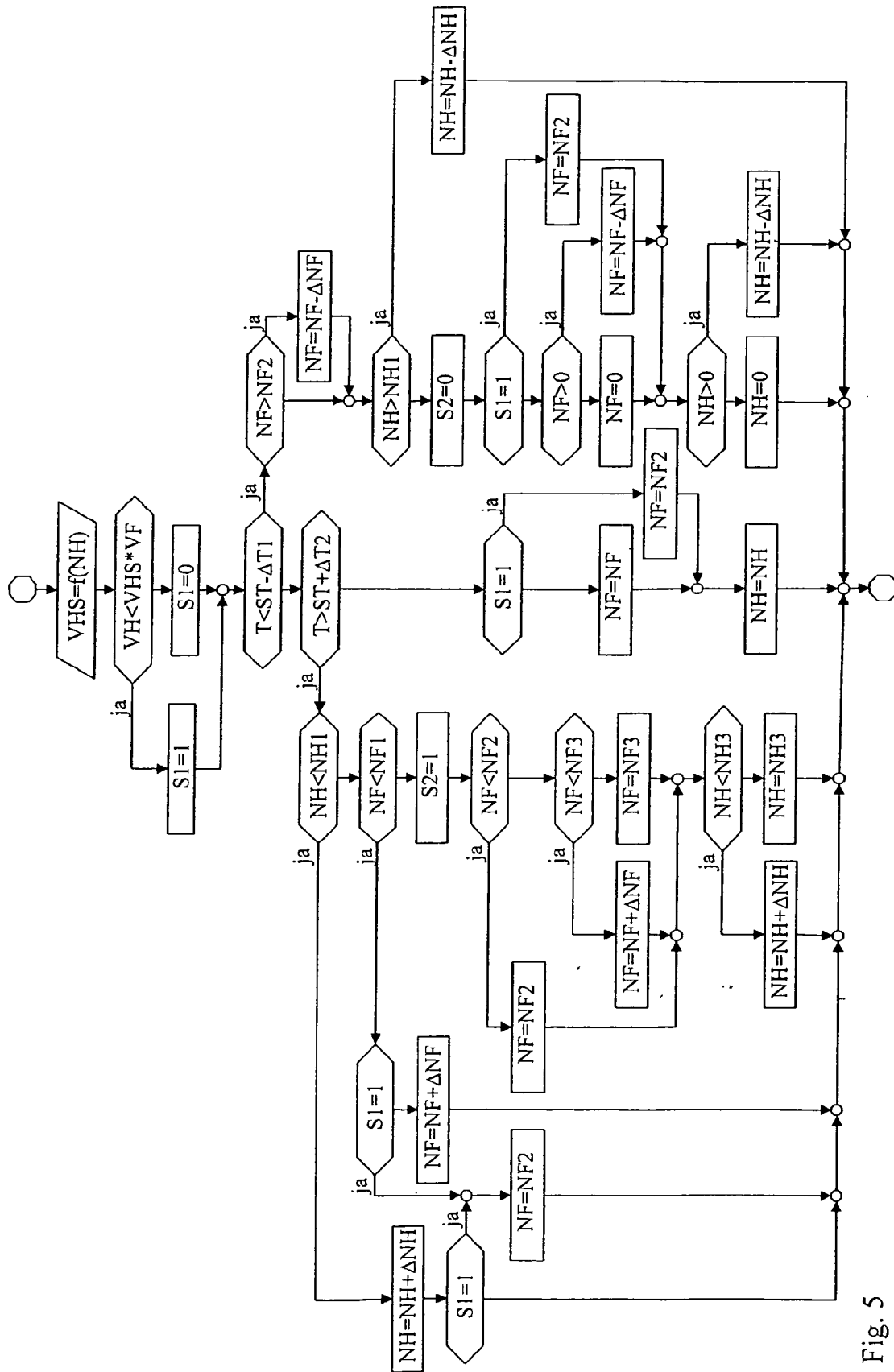


Fig. 5