



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 396 465 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.2004 Patentblatt 2004/11

(51) Int Cl.7: **B66F 9/075**, B60K 1/04,
H02M 7/00, H02P 11/06

(21) Anmeldenummer: **03019250.4**

(22) Anmeldetag: **26.08.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Leifert, Torsten, Dr.**
21360 Vögelsen (DE)

(74) Vertreter: **Lang, Michael et al**
Linde Akiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(30) Priorität: **06.09.2002 DE 10241420**

(71) Anmelder: **STILL GMBH**
D-22113 Hamburg (DE)

(54) **Flurförderzeug mit einem elektrischen Antrieb**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem elektrischen Antrieb bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor (3) mit mindestens einem Umrichter (10). Erfindungsgemäß wird durch die Anordnung des Umrichters (10) in unmittelbarer Nähe des Drehstrommotors (3) im Wesentlichen innerhalb dessen radialer Abmessungen, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse (9), ein Flurförderzeug mit einfachem Aufbau und kompakten Einbaumaßen des Antriebs geschaffen, das einen niedrigen elektromagnetischen Störeinfluss und durch verringerte Leitungsverluste eine verlängerte Betriebszeit besitzt.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor (3) mit mindestens einem Umrichter (10). Erfindungsgemäß wird durch die Berechnung einer für den Betrieb des Motors (3) relevanten Temperatur an einer Stelle des Motors (3) aus der an einer anderen Stelle des Motors (3) ermittelten Temperatur und die Beeinflussung von Betriebsparametern des Motors (3) oder einer Kühlvorrichtung in der Art, dass ein weiteres Ansteigen der Temperatur an dieser oder anderen für den Betrieb relevanten Stellen verhindert wird, sobald ein bestimmter Wert der berechneten Temperatur überschritten wird, eine Überhitzung des Motors vermieden und die Leistungsfähigkeit des Flurförderzeugs voll ausgenutzt.

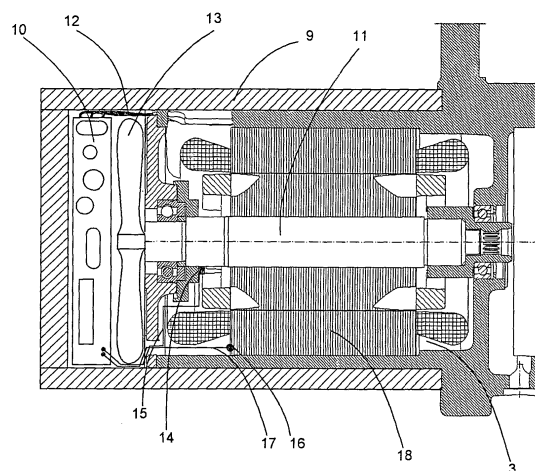


Fig. 3

EP 1 396 465 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem elektrischen Antrieb bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuer-

[0002] Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs bestehend aus einer Spannungsquelle, einer

[0003] Flurförderzeuge mit einem elektrischen Antrieb besitzen üblicherweise eine Spannungsquelle, einen elektrischen Motor und eine Steuerelektronik zur Regelung von Geschwindigkeit und Drehrichtung des Antriebs, die beispielsweise ein Fahrer über Bedienelemente vorgibt. Als Motoren kommen vermehrt Drehstrommotoren zum Einsatz, die über einen Umrichter angesteuert werden, der seine Vorgaben von der Steuerelektronik erhält. Diese Umrichter sind üblicherweise getrennt vom Motorgehäuse angeordnet.

[0004] Bei als Gegengewichtsstaplern ausgebildeten Flurförderzeugen beispielsweise befinden sich die Motoren des Fahrtriebs meist direkt an der Vorderachse. Dort ist der Einbauraum sehr knapp bemessen und es sollten möglichst keine Bauteile nach vorn über die Vorderachse hinausragen, damit der Hubmast möglichst nahe an der Achse platziert werden kann. Dies ist nötig, um eine optimale Schwerpunktlage und damit gute Kippstabilität zu erreichen. Daher werden die dazugehörigen Umrichter üblicherweise im Bereich des Gegengewichts angeordnet, wo auch eine gute Ableitung der beim Betrieb auftretenden Wärme gewährleistet werden kann. Da von der meist zentral angeordneten Batterie zunächst eine Zuleitung zum Umrichter und dann vom Umrichter zum Motor erfolgen muss, bedingt diese Anordnung erhebliche Kabellängen und damit neben dem Herstaufwand vor allem Energieverluste in den Leitungen. Bei batteriebetriebenen Fahrzeugen führt dieser Energieverlust zu verringerter Einsatzzeit.

[0005] Neben den Kabeln zur Übertragung der elektrischen Leistung sind meist zusätzlich Kabel zur Übertragung von Informationen zwischen Motor und Umrichter, wie beispielsweise für Motordrehzahl und -temperatur, nötig, deren Verlegung großen Aufwand bedeutet. Bei Schäden an den Verbindungskabeln zwischen Motor und Umrichter kann die Fehlersuche aufwändig und langwierig sein. Zudem müssen die Verbindungskabel zwischen Umrichter und Motor abgeschirmt werden, um elektromagnetische Störeinflüsse auf die Umgebung des Flurförderzeugs oder dessen elektrische Komponenten zu vermeiden.

[0006] Um eine Überhitzung des Motors zu vermeiden, sollte ein Temperatursensor dort angebracht sein, wo die Temperatur während des Betriebs ihren höchsten Wert erreicht. Dieser so genannte Heißpunkt ist zu-

Verkabelung mit den damit verbundenen, bereits erwähnten Nachteilen.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem elektrischen Antrieb, bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor mit mindestens einem Umrichter, zur Verfügung zu stellen, das bei einfachem Aufbau und kompakten Einbaumaßen des Antriebs einen niedrigen elektromagnetischen Störeinfluss und verringerte Energieverluste besitzt.

[0008] Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs mit einem möglichst einfachen Aufbau, bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor mit mindestens einem Umrichter, zu ermöglichen, bei dem eine Überhitzung des Motors vermieden wird.

[zu Anspruch 1]

[0009] Diese Aufgabe wird bezüglich des Flurförderzeugs erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Umrichter in unmittelbarer Nähe zum Drehstrommotor im Wesentlichen innerhalb dessen radialer Abmessungen angeordnet ist.

[0010] Durch die Anordnung des Umrichters in unmittelbarer Nähe zum Motor sind die Verbindungskabel zwischen diesen beiden Komponenten sehr kurz. Dadurch wird der Aufbau des Flurförderzeugs vereinfacht und durch reduzierte Leitungsverluste und somit Energieverluste die Betriebszeit verlängert sowie elektromagnetische Störungen verringert. Da der Umrichter im Wesentlichen innerhalb der radialen Abmessungen des Drehstrommotors angeordnet ist, ergeben sich kompakte Einbaumaße, wobei bei einem elektrischen Fahrtrieb insbesondere keine Bauteile des Antriebs deutlich über die Vorderachse hinausragen. Dadurch kann bei einem Gegengewichtstapler der Hubmast nahe der Vorderachse platziert werden.

[0011] Es ist besonders vorteilhaft, wenn der Umrichter und der Drehstrommotor in einem gemeinsamen Gehäuse, insbesondere in Längsrichtung des Motors hintereinander, angeordnet sind und die elektrische Kontaktierung zwischen Umrichter und Elektromotor vollständig innerhalb des gemeinsamen Gehäuses erfolgt. Dadurch wird die Länge der Verbindungskabel weiter reduziert und der Aufbau vereinfacht, da kein zusätzliches Gehäuse für den Umrichter benötigt wird. Wenn die elektrische Kontaktierung zwischen Umrichter und Elektromotor vollständig innerhalb eines gemeinsamen Gehäuses erfolgt, wird die Abschirmung zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen weiter verbessert. Zudem ist die Kühlung beider Komponenten mit einem einzigen Kühlstrom möglich.

[0012] Es ist weiterhin besonders vorteilhaft, wenn die Kühlung des Umrichters durch mindestens ein auf

der Motorwelle angeordnetes Lüfterrad erfolgt. Dadurch wird der Aufbau vereinfacht, da keine weitere Lüftervorrichtung notwendig ist und auf einfache Weise der Energieverbrauch für die Kühlung bei Stillstand des Motors automatisch reduziert wird.

[0013] In einer besonders vorteilhaften Ausbildung steht mindestens ein Sensor zur Erfassung von Betriebszuständen des Motors, insbesondere der Temperatur und/oder der Drehzahl, mit mindestens einer der Platinen des Umrichters in Wirkverbindung, wobei die Verkabelung vollständig innerhalb des gemeinsamen Gehäuses von Motor und Umrichter verläuft. Dadurch werden bei einfachem Aufbau Kabellängen und Störeinflüsse reduziert

[0014] Es ist von Vorteil, wenn mindestens ein Sensor zur Erfassung einer Temperatur, dessen Messwert zur Berechnung einer beim Betrieb des Motors relevanten Temperatur an anderer Stelle als der Einbaustelle des Sensors, insbesondere des so genannten Heißpunktes, dient, mit mindestens einer der Platinen des Umrichters in Wirkverbindung steht. Durch geeignete Platzierung des Sensors werden ein einfacher Aufbau und möglichst kurze Kabellängen erreicht, während gleichzeitig durch die Berechnung der Temperatur an anderer Stelle des Motors sichergestellt ist, dass diese für den Betrieb des Motors relevante Temperatur ermittelt wird. Die Temperatur am schwer zugänglichen Heißpunkt des Motors kann somit mit einem an einer leicht zugänglichen, vom Heißpunkt abweichenden Einbaustelle angeordneten Sensor bestimmt werden.

[0015] Es ist vorteilhaft, wenn eine Anordnung aus mehreren Motoren und dazugehörigen Umrichtern in einem gemeinsamen Gehäuse angebracht ist. Dadurch wird ein einfacher und kompakter Aufbau erreicht, der einen gemeinsamen Kühlluftstrom für sämtliche Komponenten ermöglicht und bei dem sämtliche Motoren mit den dazugehörigen Umrichtern über einen einzigen Kabelstrang von der Spannungsquelle mit Spannung versorgt werden. Mit einer derartigen Anordnung kann ein Platz sparender Fahrantrieb mit zwei Motoren für Flurförderzeuge zur Verfügung gestellt werden.

[0016] Die Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass aus der an einer Stelle des Motors ermittelten Temperatur eine für den Betrieb des Motors relevante Temperatur an einer anderen Stelle des Motors, insbesondere des so genannten Heißpunktes, berechnet wird und die Steuerelektronik oder der Umrichter des Motors bei Überschreiten einer kritischen berechneten Temperatur und/oder eines kritischen Temperaturgradienten Betriebsparameter des Motors oder einer Kühlvorrichtung derart beeinflusst, dass ein weiteres Ansteigen der Temperatur an dieser oder anderen für den Betrieb relevanten Stellen und/oder eines kritischen Temperaturgradienten verhindert wird.

[0017] Durch die Berechnung der Temperatur des Motors an mindestens einer Stelle, die von der Stelle,

an der eine Bestimmung der Temperatur vorgenommen wird, verschieden ist, ist es möglich, die Bestimmung der Temperatur an einer gut zugänglichen Stelle vorzunehmen, was einen einfachen Aufbau des elektrischen Antriebs ermöglicht, während gleichzeitig die Überhitzung des Motors dadurch verhindert wird, dass die Temperatur und/oder der Temperaturgradient an einer für den Betrieb des Motors relevanten Stelle durch Berechnung bekannt ist und bei Überschreiten eines kritischen Wertes die Betriebsparameter des Motors derart beeinflusst werden, dass ein weiterer Anstieg der Temperatur und/oder des Temperaturgradienten vermieden wird.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Berechnung anhand eines mathematischen Modells der Temperaturentwicklung im Motor erfolgt, dessen Parameter in Versuchen an realen Motoren experimentell ermittelt wurden. Bei einer experimentellen Ermittlung der Parameter an realen Motoren wird der Fehler, der sich bei aus rein theoretischen Überlegungen gewonnenen Modellen ergeben kann, wenn diese Gegebenheiten des realen Betriebs nicht hinreichend berücksichtigen, vermieden. Die Übereinstimmung des berechneten Wertes mit dem realen Wert wird so verbessert und sichergestellt, dass weder durch einen wesentlich zu niedrigen berechneten Wert der Motor überhitzt und beschädigt wird, noch durch einen wesentlich zu hohen berechneten Wert eine zu frühe Veränderung der Betriebsparameter und damit eine Reduzierung der Leistung vorgenommen wird.

[0019] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt

- Figur 1 eine typische Achsanordnung in einem Gabelstapler mit einem erfindungsgemäßen Antrieb in einer Schnittdarstellung,
- Figur 2 eine typische Achsanordnung in einem Gabelstapler mit einem erfindungsgemäßen Antrieb von vorn gesehen,
- Figur 3 eine erfindungsgemäße Anordnung von Motor und Umrichter in einem Längsschnitt,
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Anordnung von zwei Motoren und dazugehörigen Umrichtern in einem Gehäuse,
- Figur 5 ein Ablaufschema für ein erfindungsgemäßes Verfahren.

[0020] Figur 1 zeigt einen typischen Einbauraum für Achse und Hydraulikantrieb eines Gabelstaplers mit einem Rahmen 1, in dessen vorderen Bereich eine Achskonstruktion 2 mit einem Antriebsmotor 3 angebracht ist. Dicht vor der Achse 2 ist ein Hubmast 4 angebracht, der über einen Neigezylinder 5 in seiner Neigung verändert werden kann. Zur Versorgung der hydraulischen Verbraucher, also auch des Neigezylinders 5, ist ein Hydraulikantrieb 6 vorgesehen, der oberhalb der Achse 2 angeordnet ist.

[0021] Der Hydraulikantrieb 6 besteht, wie in Figur 2 dargestellt, aus einem Elektromotor 7 als Antrieb und einer Hydraulikpumpe 8.

[0022] In Fig. 3 ist eine erfindungsgemäße Anordnung von Umrichter 10 und Motor 3 in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung gezeigt. Der Umrichter 10 ist im Wesentlichen innerhalb der radialen Abmessungen des Motors 3 und mit diesem in Längsrichtung des Motors 3 hintereinander in dem gemeinsamen Gehäuse 9 angeordnet. Die Verbindungskabel 12, über die im dargestellten Beispiel die Kontaktierung zwischen Umrichter 10 und Motor 3 erfolgt, sind vollständig innerhalb des Gehäuses 9 verlegt. Dadurch werden kurze Leitungslängen und eine optimale Abschirmung erreicht. Für den Umrichter 10 ist damit kein eigenes Gehäuse, das diesen vor Umgebungseinflüssen schützt, notwendig, was den Aufbau des Flurförderzeugs insgesamt vereinfacht, insbesondere auch, weil ein separates Gehäuse wesentlich mehr Platz beansprucht als die erfindungsgemäße Ausführung.

[0023] Die Kühlung des Umrichters erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch ein Lüfterrad 13, das auf der Motorwelle 11 angeordnet ist. Dadurch wird bei Betrieb des Motors 3 der Umrichter 10 effektiv gekühlt, während bei längerem Stillstand, wenn der Umrichter 10 keine Leistung in nennenswertem Umfang abgibt und damit keine Kühlung benötigt wird, auch keine Leistung für die Kühlung beansprucht wird. Somit wird die Betriebszeit bis zum nächsten Aufladen der Batterien verlängert.

[0024] Die Drehzahl des Motors wird über einen Sensor 14 überwacht, dessen Verbindungskabel 15 zum Umrichter 10 ebenfalls mit den bekannten Vorteilen auf kürzestem Wege und vollständig innerhalb des Gehäuses 9 verlaufen. Die Temperatur des Motors 3 wird über einen Sensor 16 erfasst, der über Verbindungskabel 17 mit dem Umrichter 10 verbunden ist. Die Anbringung des Sensors 16 an einer Spule 18 des Motors 3 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel so gewählt, dass sich eine möglichst geringe Länge des Kabels 17 ergibt, das wiederum vollständig innerhalb des Gehäuses 9 geführt wird und somit die bekannten Vorteile bietet. Die Stelle, an der der Sensor 16 angebracht ist, ist nicht notwendigerweise der so genannte Heißpunkt, also die Stelle, an der die höchste Temperatur im Motor 3 auftritt. Um dennoch eine Überhitzung des Motors 3 zu verhindern, wird aus dem gemessenen Wert der Wert an einer beliebigen Stelle, insbesondere am Heißpunkt des Motors 3, berechnet.

[0025] Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Umrichters 10 im Wesentlichen innerhalb der radialen Abmessungen des Motors 3 und mit diesem in Längsrichtung des Motors 3 hintereinander in dem gemeinsamen Gehäuse 9 wird der zur Verfügung stehende Bauraum, wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt, optimal genutzt.

[0026] Der in Fig. 2 dargestellte Antrieb 7 der Hydraulikpumpe 8 kann je nach Erfordernissen ebenfalls als Drehstrommotor in erfindungsgemäßer Ausführung ge-

staltet sein.

[0027] Insbesondere bei größeren Flurförderzeugen sind für den Fahrtrieb zwei Fahrmotoren vorgesehen, die an einer Antriebsachse angebracht sind. Eine erfindungsgemäße Anordnung dieser Fahrmotoren und der dazugehörigen Umrichter ist in Fig. 4 dargestellt. Dabei sind die beiden Motoren 3 und die Umrichter in einem gemeinsamen Gehäuse 19 angeordnet. Die Anordnung der jedem Motor 3 zugeordneten Komponenten wird als bevorzugte Ausführung ähnlich wie in Fig. 3 für Einzelmotoren dargestellt vorgenommen werden, insbesondere die Anordnung der Umrichter im Luftstrom eines oder mehrerer Lüfter sowie die Anbringung der Sensoren zur Erfassung des Betriebszustandes der Motoren, jedoch sind auch andere Ausführungen denkbar. Die Anordnung von Motoren 3 und Umrichtern in einem gemeinsamen Gehäuse bietet neben den für einen Einzelmotor genannten Vorteilen noch den Vorteil einer zusätzlichen Platzersparnis und einer gemeinsamen Stromzuführung von der Spannungsquelle zu den Fahrmotoren und damit reduziertem Verkabelungsaufwand.

[0028] Für das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs ist in Fig. 5 der prinzipielle Ablauf eines bevorzugten Ausführungsbeispiels schematisch dargestellt. Zunächst wird an einer Stelle des Motors des elektrischen Antriebs eine Temperatur T_{mess} ermittelt. Aus dieser Temperatur wird die Temperatur T_{ber} an mindestens einer anderen Stelle des Motors anhand eines mathematischen Modells der Temperaturentwicklung im Motor berechnet. Dieses Modell wird in einer bevorzugten Ausführungsform beruhend auf den physikalischen Grundlagen für den Betrieb von Elektromotoren anhand von Vergleichsmessungen an realen Versuchsmotoren dahingehend optimiert sein, dass die reale Temperatur bei bestimmten Betriebszuständen und an bestimmten Punkten des Motors möglichst genau wiedergegeben wird. Insbesondere ist dabei die Genauigkeit des Modells für diejenigen Betriebszustände und Stellen im Motor, bei denen eine Gefahr der Beschädigung durch Überhitzung gegeben ist, optimiert. Es kann beispielsweise aber auch die Temperaturverteilung im gesamten Motor berechnet werden, um große lokale Temperaturgradienten zu bestimmen und durch geeignete Maßnahmen deren Ansteigen zu verhindern. Zur Erzielung höchstmöglicher Genauigkeit sollten die Versuchsmotoren, anhand derer das Modell optimiert wird, möglichst weitgehend baugleich mit den Motoren sein, für die das Modell zum Einsatz kommt, und unter den im Betrieb typischen Bedingungen betrieben werden. Übersteigt der berechnete Temperaturwert T_{ber} einen vorgegebenen Grenzwert T_{max} , so werden durch eine Steuerung, die beispielsweise im Umrichter eines Drehstrommotors integriert sein kann, Maßnahmen zur Reduzierung der Temperatur ausgelöst. Dies kann beispielsweise, wie im vorliegenden Fall, die Aktivierung einer Vorrichtung zur Kühlung sein. Sollte eine solche Zusatzkühlung nicht vorhanden oder aber bereits in Betrieb sein,

so kann die Steuerung beispielsweise Motorbetriebsparameter so verändern, dass die Temperatur des Motors sinkt. Dies kann auch so weit gehen, dass eine Abschaltung des Motors erfolgt, so dass mittels dieses Verfahrens eine Überhitzung des Motors zuverlässig vermieden wird. Gleichzeitig wird eine zu frühe Reduzierung der Leistung, wie sie sich bei einer groben Abschätzung der Maximaltemperatur aufgrund des dabei nötigen Sicherheitszuschlags ergäbe, ebenfalls zuverlässig vermieden und so die Leistungsfähigkeit des Flurförderzeugs optimal genutzt.

Patentansprüche

1. *Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem elektrischen Antrieb bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor mit mindestens einem Umrichter, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umrichter (10) in unmittelbarer Nähe zum Drehstrommotor (3) im Wesentlichen innerhalb dessen radialer Abmessungen angeordnet ist.*
2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umrichter (10) und der Drehstrommotor (3) in einem gemeinsamen Gehäuse (9), insbesondere in Längsrichtung des Motors (3) hintereinander, angeordnet sind und die elektrische Kontaktierung (12) zwischen Umrichter (10) und Motor (3) vollständig innerhalb des gemeinsamen Gehäuses (9) erfolgt.
3. Flurförderzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlung des Umrichters (10) durch mindestens ein auf der Motorwelle (11) angeordnetes Lüfterrad (13) erfolgt.
4. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensor (14) zur Erfassung von Betriebszuständen des Motors (3), insbesondere der Temperatur und/oder der Drehzahl, mit mindestens einer der Platinen des Umrichters (10) in Wirkverbindung steht, wobei die Verkabelung (15) vollständig innerhalb des gemeinsamen Gehäuses (9) von Motor (3) und Umrichter (10) verläuft.
5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensor (16) zur Erfassung einer Temperatur, dessen Messwert zur Berechnung einer beim Betrieb des Motors (3) relevanten Temperatur an mindestens einer anderen Stelle als der Einbaustelle des Sensors, insbesondere des so genannten Heißpunktes, dient, mit mindestens einer der Platinen des Umrichters (10) in Wirkverbindung steht.
6. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anordnung aus mehreren Motoren (3) und Umrichtern in einem gemeinsamen Gehäuse (19) angebracht ist.
7. Verfahren zum Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Flurförderzeugs bestehend aus einer Spannungsquelle, einer Steuerelektronik und mindestens einem Drehstrommotor mit mindestens einem Umrichter, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der an einer Stelle des Motors ermittelten Temperatur mindestens eine für den Betrieb des Motors relevante Temperatur an mindestens einer anderen Stelle des Motors, insbesondere am so genannten Heißpunkt, berechnet wird und die Steuerelektronik oder der Umrichter des Motors bei Überschreiten einer kritischen berechneten Temperatur und/oder eines kritischen Temperaturgradienten im Motor Betriebsparameter des Motors und/oder einer Kühlvorrichtung derart beeinflusst, dass ein weiteres Ansteigen der Temperatur an dieser oder anderen für den Betrieb relevanten Stellen und/oder eines kritischen Temperaturgradienten im Motor verhindert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnung anhand eines mathematischen Modells der Temperaturentwicklung im Motor erfolgt, dessen Parameter in Versuchen an realen Motoren optimiert wurden.

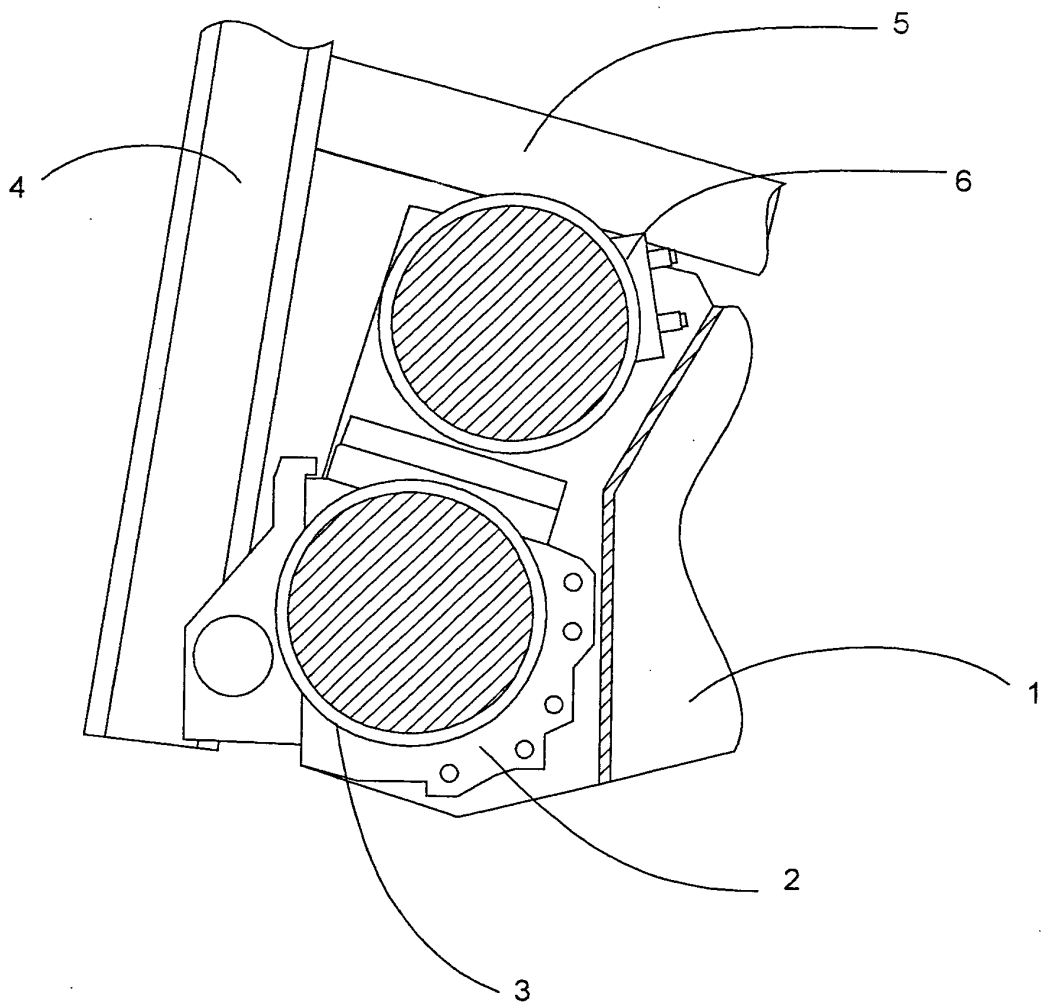


Fig. 1

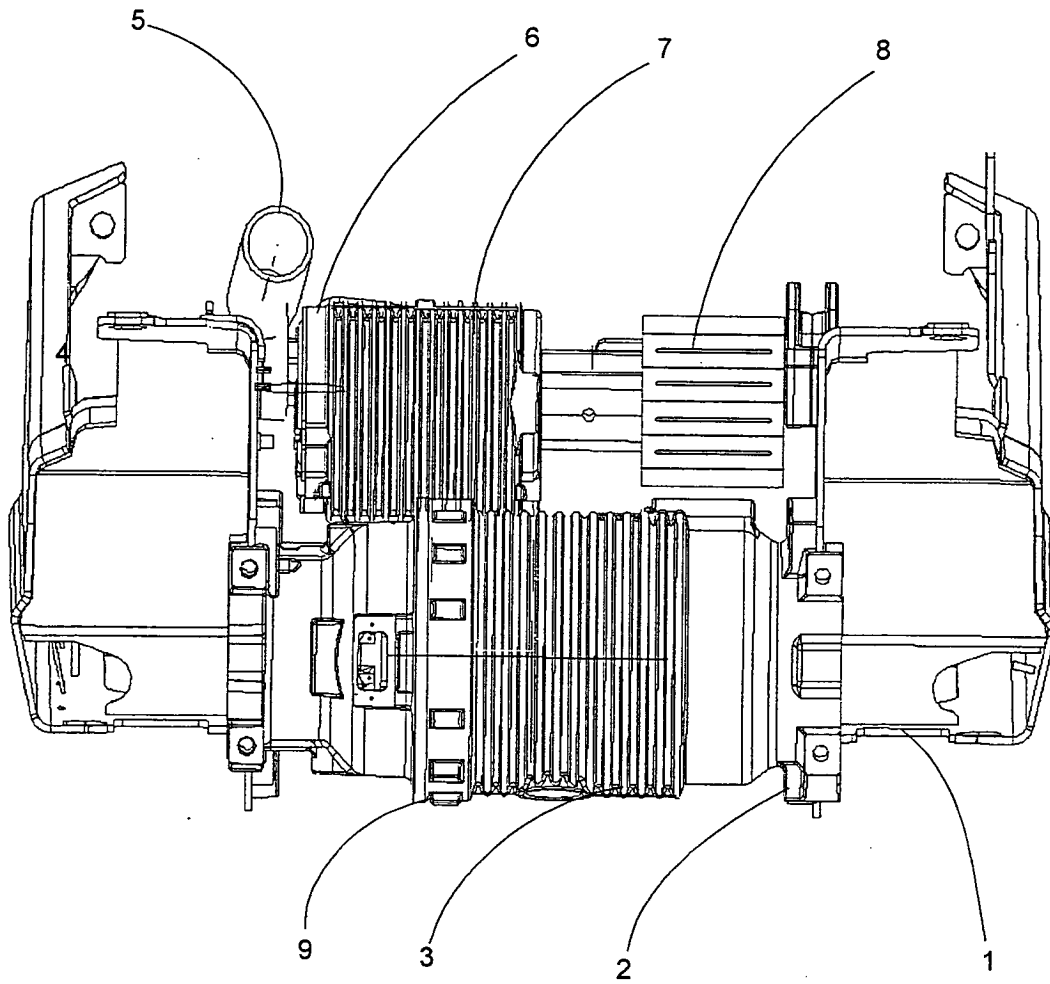


Fig. 2

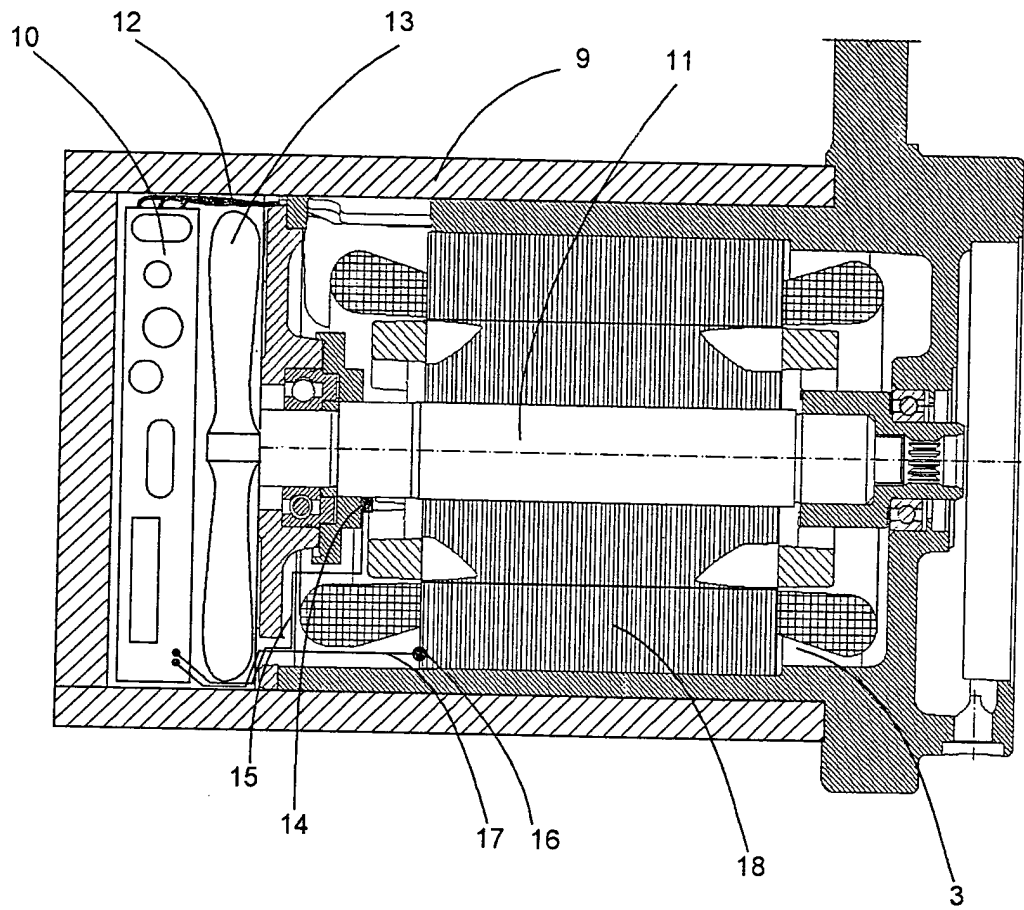


Fig. 3

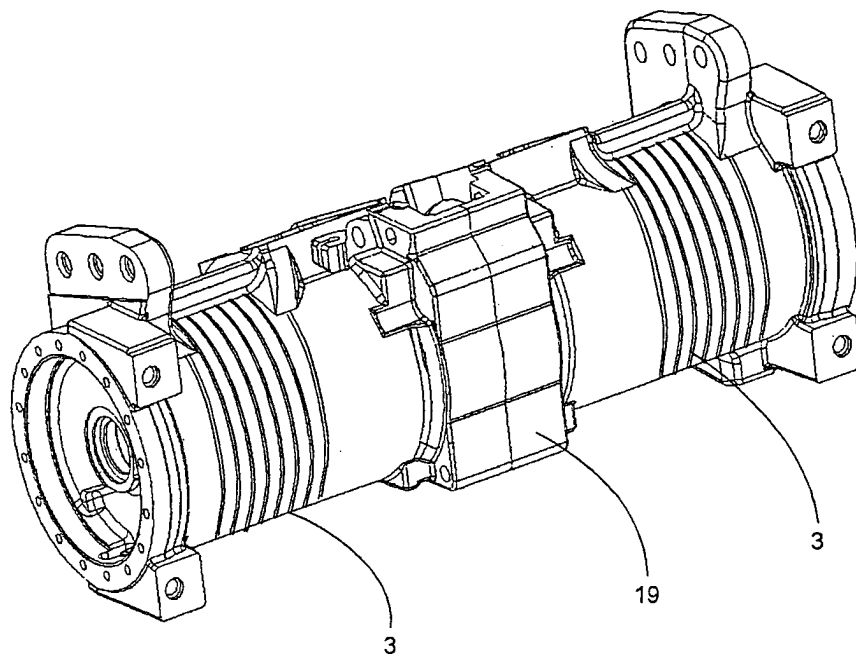


Fig. 4

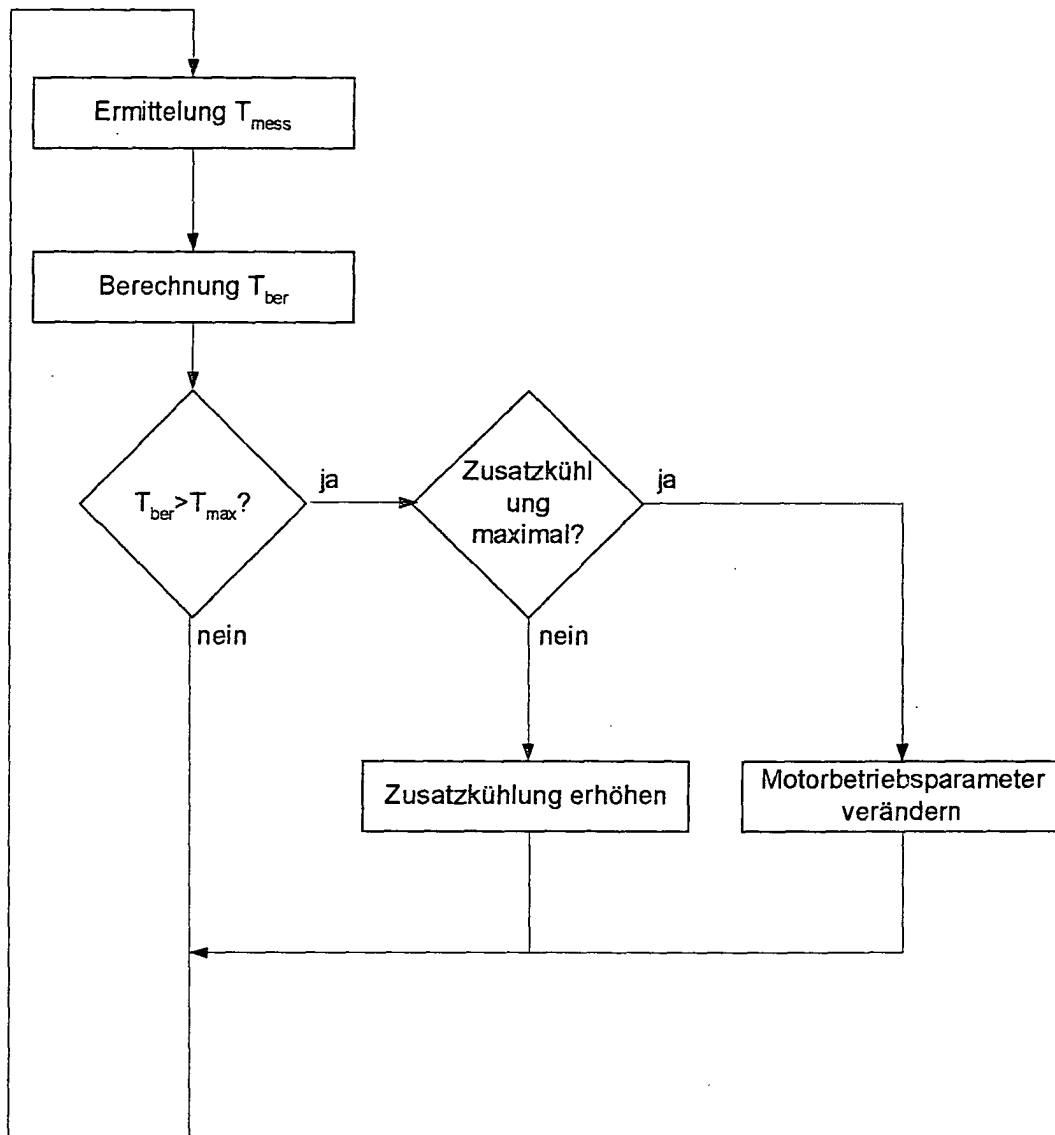


Fig. 5