



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 560 391 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93104088.5**

51 Int. Cl.⁵: **B04B 13/00**

22 Anmeldetag: **12.03.93**

30 Priorität: **13.03.92 DE 4208059**

71 Anmelder: **MASCHINENFABRIK BERTHOLD
HERMLE AKTIENGESELLSCHAFT
Industriestrasse 8-12
D-78559 Gosheim(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.93 Patentblatt 93/37

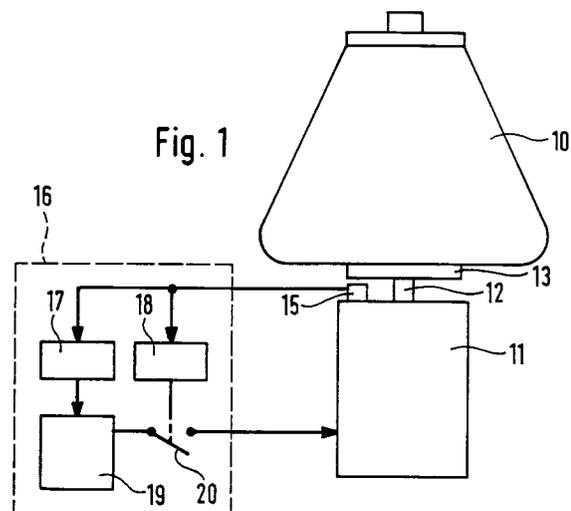
72 Erfinder: **Villing, Berthold
Königsheimerstrasse 15
W-7209 Gosheim(DE)
Erfinder: Huber, Helmut
Böttinger Strasse 16
W-7209 Gosheim(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

74 Vertreter: **Vetter, Hans, Dipl.-Phys. Dr. et al
Patentanwälte Dipl.-Ing. Rudolf Magenbauer
Dipl.-Phys. Dr. Otto Reimold Dipl.-Phys. Dr.
Hans Vetter, Dipl.-Ing. Martin Abel,
Hölderlinweg 58
D-73728 Esslingen (DE)**

54 **Zentrifuge.**

57 Es wird eine Zentrifuge mit einem durch einen Elektromotor (11) angetriebenen, auswechselbaren Rotor (10) vorgeschlagen, wobei am Rotor (10) kreisringförmig angeordnete Code-Elemente (14) angeordnet sind, die durch einen gehäusefesten Sensor (15) abgetastet werden. Eine Decodiereinrichtung (17) dient zur Erkennung des jeweils anmontierten Rotors (10) in Abhängigkeit der Anordnung der Code-Elemente (14). Die Anzahl der Code-Elemente (14) ist proportional zur maximal zulässigen Drehzahl des jeweiligen Rotors (10). Eine die Frequenz der Sensorsignale (Zahl der passierenden Code-Elemente 14 pro Zeiteinheit) mit einem vorgegebenen festen Frequenzwert vergleichende Sicherheitseinrichtung (18) ist zusätzlich an den Sensor (15) angeschlossen, wobei bei Erreichen oder Überschreiten des festen Frequenzwerts eine Abschaltung des Elektromotors (11) auslösbar ist. Hierdurch dienen dieselben Code-Elemente und ein einziger Sensor (15) zur Erkennung des jeweiligen Rotors und zur Notabschaltung des Elektromotors (11).



EP 0 560 391 A2

Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge mit einem durch einen Elektromotor angetriebenen, auswechselbaren Rotor, mit am Rotor kreisringförmig angeordneten Code-Elementen, die durch einen gehäusesfesten Sensor abgetastet werden, und mit einer Decodiereinrichtung zur Erkennung des jeweils anmontierten Rotors in Abhängigkeit der Anordnung der Code-Elemente.

Derartige Laborzentrifugen, bei denen in den Rotor zu untersuchende Proben eingesetzt werden, weisen gewöhnlich sehr hohe Betriebsdrehzahlen auf, die weit über 10.000 U/min. liegen können, so daß Sicherheitsvorkehrungen zu treffen sind, durch die gewährleistet ist, daß der jeweils eingesetzte Rotor auch für diese Drehzahlen ausgelegt ist. Verwechslungen können zu ernststen Folgen führen.

Beispielsweise aus der DE 38 15 449 A1 oder der DE 38 18 594 A1 sind derartige Zentrifugen bekannt, bei denen der jeweilige Rotor über am Rotor angeordnete und abgetastete Code-Elemente erkannt wird. Entsprechend dieser Erkennung werden dann der elektronischen Antriebssteuerung für den Motor die notwendigen Parameter und Grenzwerte vorgegeben. Dies erfolgt anhand von in einem Speicher abgelegten Tabellen, in denen unter anderem die höchstzulässige Grenzdrehzahl enthalten ist. Durch Speicherfehler oder Fehler beim Speicherzugriff besteht dennoch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß eine falsche Grenzdrehzahl vorgegeben wird, was unter allen Umständen verhindert werden muß.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, zur Erhöhung der Sicherheit zusätzliche Maßnahmen zur direkten Notabschaltung des Motors vorzusehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine der maximal zulässigen Drehzahl des jeweiligen Rotors proportionale Anzahl von Code-Elementen vorgesehen ist und daß eine die Frequenz der Sensorsignale (Zahl der passierenden Code-Elemente pro Zeiteinheit) mit einem vorgegebenen festen Frequenzwert vergleichende Sicherheitseinrichtung vorgesehen ist, durch die bei Erreichung oder Überschreitung des festen Frequenzwerts eine Abschaltung des Elektromotors auslösbar ist.

Hierdurch wird unabhängig von der Rotorerkennung und Drehzahlbegrenzung bzw. Motorabschaltung durch die elektronische Steuereinrichtung des Elektromotors noch eine direkte Notabschaltung erreicht, die unabhängig vom jeweils montierten Rotor in immer derselben Weise arbeitet. Durch die kreisringförmig angeordneten Code-Elemente und einen einzigen Sensor kann daher nicht nur der jeweilige Rotor erkannt und die elektronische Steuereinrichtung entsprechend eingestellt, sondern gleichzeitig kann noch eine direkte Notabschaltung bewirkt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Zentrifuge möglich.

Zur einfachen Code-Erkennung ist eine vorgebbare, bei jedem Rotor identische Teilanordnung von Code-Elementen zur Erkennung des Code-Anfangs vorgesehen. Hierdurch kann der Code selbst auf einfache Weise gelesen werden. Da hierdurch ein Bezugspunkt gebildet wird, kann durch die Steuerelektronik auch die Gesamtzahl der Code-Elemente bestimmt werden, so daß zusätzlich noch die Drehzahl über dieselbe Anordnung erfaßt werden kann. Selbstverständlich ist prinzipiell auch eine separate Drehzahlerfassung über einen separaten Drehzahlgeber möglich.

Die für den jeweiligen Rotor spezifische Code-Anordnung kann einmal oder zur Vergrößerung der Sicherheit auch mehrmals hintereinander vorgesehen sein.

Die Sensorsignale werden der Decodiereinrichtung als serielle Signale zugeführt. Die der Code-Anordnung zugeordneten seriellen Signale werden dann in der Decodiereinrichtung zweckmäßigerweise in Zahlenwerte umgewandelt, die insbesondere den jeweiligen Rotornummern entsprechen können. Mit Hilfe dieser Zahlenwerte können dann in vorteilhafter Weise Tabellen in der üblicherweise als Mikrorechner ausgebildeten Steuereinrichtung ausgewählt werden, aus denen für die Zentrifugensteuerung die verschiedenen rotorspezifischen Parameter und/oder Grenzwerte entnommen werden können.

Die Sicherheitseinrichtung weist in einer vorteilhaften Ausführung eine die Signale der Code-Elemente zählende, in festen Zeitabständen rückgesetzt werdende Zählleinrichtungen auf, wobei das Erreichen eines festlegbaren Zahlenwerts die Abschaltung des Elektromotors auslöst. In einfacher Weise benötigt die Sicherheitseinrichtung daher im wesentlichen lediglich eine Zählleinrichtung und einen von dieser steuerbaren Schalter zur Abschaltung des Elektromotors.

Die Sicherheitseinrichtung und/oder die Decodiereinrichtung können als separate Baugruppen ausgebildet oder in der Steuereinrichtung mitgehalten sein. Beispielsweise können alle Funktionen von einem Mikrorechner gesteuert werden, wobei allerdings eine separate Ausbildung der Sicherheitseinrichtung zur Erhöhung der Sicherheit bei Ausfall oder Fehlfunktion des Mikrorechners vorzuziehen ist.

Die Code-Elemente können als magnetisierte oder magnetisierbare Elemente und der Sensor als induktiver Sensor oder Hall-Sensor ausgebildet sein. In besonders einfacher Weise können beispielsweise die Code-Elemente als Einfräsungen in einer Scheibe oder einem Ring aus ferromagneti-

schem Material ausgebildet sein. Hierbei besteht eine konstruktiv besonders günstige Ausbildung darin, daß der Hall-Sensor an seiner von den Code-Elementen abgewandten Seite einen Magneten aufweist und daß die Code-Elemente als ferromagnetische Erhebungen oder ringförmig angeordnete Vertiefungen in einem solchen ferromagnetischen Element ausgebildet sind.

Alternativ hierzu ist es auch in vorteilhafter Weise möglich, die Code-Elemente als optisch abtastbare Elemente und den Sensor als lichtsensitives Element auszubilden. Dabei stellt der Sensor zweckmäßigerweise einen Teil einer reflektierenden Lichtschranke dar. Zur kompakten Ausführung eignet sich eine Anbringung der Code-Elemente insbesondere an der Unterseite des Rotors, sie können jedoch prinzipiell auch an einer Seitenwandung angeordnet sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematisch dargestellte Zentrifuge mit einem Blockschaltbild einer elektronischen Steuereinrichtung,
- Fig. 2 bis 5 Ausführungsbeispiele für die Anbringung von magnetischen Code-Elementen in kreisringförmiger Anordnung am Rotor,
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung zur Abtastung der Code-Elemente und
- Fig. 7 eine weitere Anordnung von Code-Elementen, die als eingeprägte Schlitze ausgebildet sind.

In Fig. 1 ist eine Zentrifuge schematisch dargestellt, die im wesentlichen aus einem Rotor 10 besteht, der von einem Elektromotor 11 über eine Antriebswelle 12 angetrieben wird. Der Rotor 10 dient in bekannter Weise zur Aufnahme von Substanzen, in denen durch Zentrifugieren Feststoffe abgetrennt und mischbare, auch emulgierte Flüssigkeiten voneinander geschieden werden. Dabei kommt es oft auf das exakte Einhalten einer bestimmten Drehzahl und auch einer bestimmten Temperatur an, die in nicht näher dargestellter Weise durch Kühlen oder Erhitzen der Wandungen eines Rotorraums eingestellt wird. An der Unterseite des Rotors 10 ist eine Codierscheibe 13 angeordnet, wie sie beispielsweise in den Fig. 2 bis 5 dargestellt ist. Die auf der Codierscheibe 13 in einem Kreisring angeordneten Code-Elemente 14 sind bei diesem Ausführungsbeispiel als Magnetelemente ausgebildet. Dabei sollen die dunkler dargestellten Kreiselemente die Code-Elemente 14 und die leer dargestellten Kreiselemente die Lücken zwischen den Code-Elementen 14 darstellen. An jedem Rotor 10 ist eine spezifische Codier-

scheibe 13 angebracht.

Die Code-Elemente 14 an der Codierscheibe 13 werden von einem gehäusefesten Sensor 15 abgetastet, der als induktiver Sensor, Hall-Sensor, Feldplatte od.dgl. ausgebildet sein kann. Dieser Sensor 15 ist gemäß Fig. 1 am Motorgehäuse befestigt, er kann jedoch auch an einem nicht dargestellten Zentrifugengehäuse der Codierscheibe 13 gegenüberliegend befestigt sein.

Die Sensorsignale werden einer elektronischen Steuereinrichtung 16 zugeführt, und zwar einer Decodiereinrichtung 17 und einer Sicherheitseinrichtung 18. In der Decodiereinrichtung 17 wird in später noch genauer beschriebener Weise der Typ des jeweiligen Rotors 10 erfaßt, und entsprechende Daten werden einer vorzugsweise als Mikrorechner ausgebildeten Motorsteuerung 19 zugeführt, die in Abhängigkeit des jeweiligen Rotortyps die Parameter und Grenzwerte für den Motor festlegt. Durch die Sicherheitseinrichtung 18 wird das Erreichen oder Überschreiten einer Grenzdrehzahl erkannt und infolge davon der Motorantrieb über einen Schalter 20 abgeschaltet.

Die maximal zulässige Drehzahl für den Rotor ist durch die Zahl der Code-Elemente auf der Codierscheibe 13 bestimmt. So weisen die Ausführungen gemäß den Fig. 2 und 3 vier Code-Elemente auf und gehören demgemäß zur selben Drehzahlklasse. Demgegenüber weisen die in den Fig. 4 und 5 dargestellten Codierscheiben 15 Code-Elemente 14 auf und gehören daher zu einer anderen Drehzahlklasse, und zwar zu einer Drehzahlklasse mit wesentlich geringerer Maximaldrehzahl. In der Sicherheitseinrichtung 18 wird die sich aus der Drehung des Rotors und der Zahl der Code-Elemente 14 ergebende Frequenz gemessen und mit einer maximal zulässigen Frequenz verglichen. Wird diese erreicht oder überschritten, so wird der Elektromotor 11 abgeschaltet. Dies kann in einfacher Weise beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Sensorsignale in einem Zähler gezählt werden, der in festen Zeitintervallen rückgesetzt wird. Erreicht er dennoch einen bestimmten eingestellten Zahlenwert, so wird durch ein entsprechendes Überlaufsignal die Abschaltung des Elektromotors 11 ausgelöst.

Bei gleicher Drehzahlklasse, also bei gleicher Anzahl von Code-Elementen 14, wird die Erkennung des jeweiligen Rotors durch die Anordnung der Code-Elemente 14 bestimmt. Obwohl die in den Fig. 2 und 3 dargestellten Codierscheiben 13 derselben Drehzahlklasse angehören, sind sie verschiedenen Rotoren zugeordnet. Dasselbe trifft für die in den Fig. 4 und 5 dargestellten Codierscheiben zu. Die zwischen zwei radialen Linien dargestellte Anordnung von zwei Code-Elementen 14 und zwei Leerfeldern 21 dient zur Erkennung des Anfangs des jeweiligen Codes. Diese Anordnung ist

bei allen Codierscheiben 13 dieselbe. Selbstverständlich ist hier auch eine nahezu beliebige andere Kombination zur Erkennung des Code-Anfangs möglich. In der Drehzahlklasse mit vier Code-Elementen gemäß den Fig. 2 und 3 kann ein Code-Element die Positionen a bis l einnehmen. Dadurch ist es möglich, in dieser Drehzahlklasse elf verschiedene Rotoren zu codieren. Aus Sicherheitsgründen ist der Code zweimal auf der Ringanordnung angebracht, er wiederholt sich in den Positionen A bis L. Je nach Bedarf kann die Zahl der möglichen Positionen selbstverständlich auch variieren, und es kann auch auf die doppelte Anordnung von Code-Positionen verzichtet werden. Allerdings ist auch eine größere Zahl von sich wiederholenden Code-Feldern zur Erhöhung der Sicherheit möglich.

In den Fig. 4 und 5 sind wiederum dieselben Anordnungen von zwei Code-Elementen und zwei Leerfeldern zur Erkennung des Code-Anfangs vorgesehen, und weiterhin sind jeweils sechs Code-Elemente 14 in den Feldern a bis l bzw. A bis L angeordnet. Die Position X wird immer dann besetzt, wenn die Drehzahlklasse eine ungerade Zahl von Code-Elementen 14 aufweist. Die jeweils sechs Code-Elemente 14 in den Positionen a bis l bzw. A bis L können prinzipiell beliebig angeordnet werden, jedoch müssen Positionen vermieden werden, die den Code-Anfang kennzeichnen.

Die beiden identischen Anordnungen in den Feldern a bis l bzw. A bis L können in gleicher Reihenfolge oder in umgekehrter Reihenfolge vorgesehen sein. Auch andere Verteilungen oder andere Anordnungen sind möglich, durch die nach einer Decodierung wieder auf denselben Rotor geschlossen werden kann.

Die vom Sensor 15 erfaßten Signale werden als serielle Signale der Decodiereinrichtung 17 und der Sicherheitseinrichtung 18 zugeführt. Das serielle Signal wird dann in der Decodiereinrichtung 17 in eine Zahl umgewandelt, die einer Rotornummer zugeordnet werden kann oder die einer Rotornummer entspricht. Diese Zahl dient dann als Adresse für einen Speicher in der Motorsteuerung 19. In diesem sind tabellarisch die für die Zentrifugensteuerung erforderlichen Daten enthalten. Beispielsweise sind die folgenden Parameter und Grenzwerte als Tabelleneintrag geeignet: maximale Drehzahl, Radius zum Zentrifugiergut, Temperaturverhalten, Beschleunigungs- und Bremszeiten, Parameter für die optimale Motoransteuerung, Bezeichnungen der Rotoren u.dgl. Auch hierdurch kann somit bei Erreichen der maximalen Drehzahl der Elektromotor 11 abgeschaltet oder auf eine maximale Drehzahl begrenzt werden. Die Abschaltung über die Sicherheitseinrichtung 18 stellt lediglich eine Notabschaltung zur Erhöhung der Sicherheit dar.

Durch die Erkennung eines Code-Anfangs in der beschriebenen Weise ist es auch möglich, über die Decodiereinrichtung 17 die Gesamtzahl der Code-Elemente zu erfassen. Bei konstantem oder bekanntem Radius der Code-Elemente kann dadurch auch die Drehzahl des Rotors erfaßt werden. Es ist selbstverständlich auch möglich, eine separate Drehzahlerfassung vorzusehen.

Bei dem in Fig. 6 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel sind der Rotor 10 und das Gehäuse des Elektromotors 11 nur ausschnittsweise vergrößert dargestellt. Im Motorgehäuse bzw. in einem Flansch desselben ist als Sensor 15 ein Hall-Element eingelassen. Darunter, also von der Codierscheibe 23 abgewandt, ist ein Dauermagnet 22 angebracht. In einer Codierscheibe 23 sind als Code-Elemente 24 radiale Schlitze eingefräst. Die Codierscheibe 23 muß in diesem Falle aus ferromagnetischem Material bestehen. Das den Sensor 15 bildende Hall-Element ist dabei als Differenz-Hall-IC ausgebildet. Für die Anordnung der schlitzförmigen Code-Elemente 24 gilt prinzipiell dasselbe wie für die magnetischen Code-Elemente 14, was die Anzahl und Anordnung anbetrifft.

Eine weitere, nicht dargestellte Möglichkeit besteht darin, Code-Elemente 24 optisch abzutasten. Die Code-Elemente können dabei als Flächen mit verschiedenem Reflexionsgrad oder verschiedener Farbe ausgebildet sein, und als Sensor dient ein lichtempfindlicher Sensor. Die Code-Elemente können dabei gezielt oder überlappend angestrahlt werden, beispielsweise durch den Lichtstrahl einer Lichtschranke, der an ihnen reflektiert wird. Durch verschiedene Formgebung bei der Ausbildung als Erhebungen oder Vertiefungen kann ebenfalls ein unterschiedliches Reflexionsvermögen erzeugt werden. Auch eine Ausbildung der Code-Elemente als Durchgangsöffnungen ist möglich, so daß die Anordnung als Durchgangslichtschranke ausgebildet sein kann.

Andere bekannte Möglichkeiten zur Erfassung von Markierungen können ebenfalls eingesetzt werden, da es erfindungsgemäß lediglich auf die Anzahl und die codierte Anordnung der Code-Elemente ankommt.

Patentansprüche

1. Zentrifuge mit einem durch einen Elektromotor angetriebenen, auswechselbaren Rotor, mit am Rotor kreisringförmig angeordneten Code-Elementen, die durch einen gehäusefesten Sensor abgetastet werden, und mit einer Decodiereinrichtung zur Erkennung des jeweils anmontierten Rotors in Abhängigkeit der Anordnung der Code-Elemente, dadurch gekennzeichnet, daß eine der maximal zulässigen Drehzahl des jeweiligen Rotors (10) proportionale Anzahl von

- Code-Elementen (14; 24) vorgesehen ist und daß eine die Frequenz der Sensorsignale (Zahl der passierenden Code-Elemente pro Zeiteinheit) mit einem vorgegebenen festen Frequenzwert vergleichende Sicherheitseinrichtung (18) vorgesehen ist, durch die bei Erreichen oder Überschreiten des festen Frequenzwerts eine Abschaltung des Elektromotors (11) auslösbar ist. 5
2. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorgebbare, bei jedem Rotor (10) identische Teilanordnung von Code-Elementen zur Erkennung des Code-Anfangs vorgesehen ist. 10
3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die für den jeweiligen Rotor spezifische Code-Anordnung einmal oder mehrmals hintereinander vorgesehen ist. 20
4. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorsignale als seriell übertragene Signale ausgebildet sind. 25
5. Zentrifuge nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die der Code-Anordnung zugeordneten seriellen Signale in Zahlenwerte umwandelnde Mittel in der Decodiereinrichtung (17) vorgesehen sind. 30
6. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Decodiereinrichtung (17) mit einer elektronischen Motorsteuerung (19) für den Elektromotor (11) in Wirkverbindung steht und dieser in Abhängigkeit der jeweils erfaßten Code-Anordnung Parameter und/oder Grenzwerte für den Betrieb des Elektromotors (11) vorgibt. 40
7. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung (18) eine die Signale der Code-Elemente (14; 24) zählende, in festen Zeitabständen rückgesetzt werdende Zähleinrichtung aufweist, wobei das Erreichen eines festlegbaren Zahlenwerts die Abschaltung des Elektromotors (11) auslöst. 45
8. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung (18) und/oder die Decodiereinrichtung (17) in der Steuereinrichtung (16) mitenthalten sind. 50
9. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Code-Elemente (14) als magnetisierte oder magnetisierbare Elemente und der Sensor (15) als induktiver Sensor oder Hall-Sensor ausgebildet ist. 55
10. Zentrifuge nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der als Hall-Sensor ausgebildete Sensor (15) an seiner von den Code-Elementen (24) abgewandten Seite einen Magneten (22) aufweist und daß die Code-Elemente (24) als ferromagnetische Erhebungen oder ringförmig angeordnete Vertiefungen in einem ferromagnetischen Element (23) ausgebildet sind.
11. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Code-Elemente als optisch abtastbare Elemente und der Sensor als lichtsensitives Element ausgebildet sind.
12. Zentrifuge nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor einen Teil einer Lichtschranke darstellt.
13. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Code-Elemente (14; 24) an der Unterseite oder Seitenwandung des Rotors (10) angeordnet sind.

