



(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 8004/98

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : H02K 9/19

(22) Anmeldetag: 23. 6.1994

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 7.1998

Längste mögliche Dauer: 30. 6.2004

(45) Ausgabetag: 25. 8.1998

(67) Umwandlung aus Patentanmeldung: 1240/94

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

ELIN EBG MOTOREN GMBH  
A-1141 WIEN (AT).

(54) KÜHLUNG FÜR EINEN MOTOR

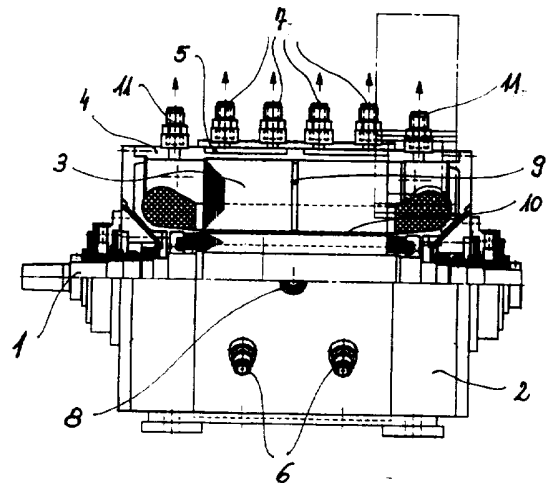
(57) Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrisch rotierende Maschine, insbesondere einen Hochdrehzahlmotor zu schaffen, dessen Kühlung die Abführung der Verlustwärme gewährleistet, wobei auch keine ungleichmäßige Wärmeverteilung aufgebaut werden darf.

Der Motor weist im Stator (2) zwischen dem Blechpaket (3) und dem Gehäuse (4) Kühlkanäle (5) auf. Im Gehäuse (4) sind Anschlüsse (6) für die Kühlmittelzufuhr und Anschlüsse (7) für die Kühlmittelabfuhr vorgesehen. Für die Gehäusemantelkühlung wird das Kühlmittel im Zweiphasengemisch eingeleitet.

Gibt nun das Blechpaket (3) die Wärme gleichmäßig nach allen Richtungen ab, so kommt es zu einer kontinuierlichen Verdampfung am ganzen Umfang.

Darüber hinaus weist der Hochdrehzahlmotor einen zweiten Kühlmittelfuß auf. Über die Anschlüsse (8) wird für die Rotorkühlung gasförmiges Kühlmittel eingebracht. Durch die Kühlkanäle (9) des Blechpaketes (3) wird dieses gasförmige Kühlmittel in den Luftspalt (10) zwischen Rotor (1) und Blechpaket (3) geführt.

Dieser Motor soll hochdrehende Kompressoren für Drehzahlen von 18.000 U/min bei einer Leistung von etwa 230 kW erreichen. Als Kühlmittel für den Motor soll das gleiche Kühlmittel wie das des Kompressors insbesondere Freon Verwendung finden.



Die Erfindung betrifft eine Kühlung für eine elektrisch rotierende Maschine, insbesondere für einen getriebelosen Drehstromasynchron-Hochdrehzahlmotor, der Kühlkanäle zwischen dem Blechpaket und dem Gehäuse sowie im Gehäuse Anschlüsse für die Zu- und Abfuhr des Kühlmittels aufweist.

Ein Spezialgebiet für Motoren sind Hochdrehzahlmotoren mit Drehzahlen über 10.000 U/min. Die technischen Probleme bei so hohen Drehzahlen sind enorm und steigen exponentiell mit steigender Drehzahl und/oder Leistung.

Stand der Technik für derartige Hochdrehzahlmaschinen mit Drehzahlen bis 18.000 U/min. und Leistungen unter 100 kW ist die Gleichstromtechnik. Diese ist aber wegen der enormen Abnützungen der Bürsten im Dauerbetrieb mit hohen Kosten verbunden.

Die Beherrschung der biegekritischen Drehzahl ist eine der Schlüsselaufgaben bei der Entwicklung von Hochdrehzahlmotoren. Je geringer der Lagerabstand auf der Motorwelle ist, desto leichter beherrschbar wird die biegekritische Drehzahl. Der Forderung nach einer möglichst kurzen Motorwelle müssen alle anderen Konstruktionserfordernisse untergeordnet werden. Mit der Verkürzung des Lagerabstandes wird jedoch der Motor kompakter und dadurch werden die Kühlprobleme überproportional größer.

In der Praxis wird üblicherweise die Baulänge aufgrund der Berechnung der biegekritischen Drehzahl festgelegt und versucht, durch besondere Maßnahmen die Verlustwärme abzuführen. Dabei läßt es sich nicht vermeiden, daß die Bauteiltemperatur ansteigt, und man sich der Einsatzgrenze der verwendeten Werkstoffe nähert.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrisch rotierende Maschine, insbesondere einen Hochdrehzahlmotor zu schaffen,

dessen Kühlung die Abführung der Verlustwärme gewährleistet, wobei auch keine ungleichmäßige Wärmeverteilung aufgebaut werden darf.

Die erfindungsgemäße elektrische rotierende Maschine ist, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel ein organisches Kältemittel im Zweiphasengemisch, insbesondere im flüssig-gasförmigen Aggregatzustand, vorzugsweise ein Freon vorgesehen ist, und daß über weitere im Gehäuse angeordnete Anschlüsse für die Zu- und Abfuhr eines Kühlmittels ein zweiter Kühlmittelfluß vorgesehen ist, wobei das Kühlmittel ein organisches Kältemittel, im gasförmigen Aggregatzustand, insbesondere ein Freon ist, und über radiale Kühlkanäle im Blechpaket für die Rotorkühlung heranziehbar ist.

Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, hochdrehende Kompressoren für Kälteanlagen getriebeelos anzutreiben, wobei für die elektrische Antriebsmaschine kein zusätzliches Kühlmedium erforderlich ist.

Wie ja an sich bekannt, werden für den Betrieb von Kälteanlagen Kältemittel wie Freon 22, durch dessen FCKW-Haltigkeit jetzt Freon 134 a, das ein teilhalogeniertes Kältemittel ist, eingesetzt. Natürlich wird für die Kühlung des Kompressors ebenfalls dieses Kühlmittel eingesetzt.

Es liegt aber durchwegs nicht auf der Hand, dieses Kühlmittels für die Kühlung der elektrischen Maschine heranzuziehen. Bedenkt man, daß Freon nur ca. 1/5 der spezifischen Wärmekapazität von Wasser hat, bringt eine Wellenkühlung praktisch keinen Beitrag zur Wärmeabfuhr. Mit dem Wegfall der Wellenkühlung sind auch deren Vorteile, wie eine niedrige Lagertemperatur und eine gleichmäßige Wärmeverteilung über die Welle in Frage gestellt.

Mit der erfindungsgemäßen Kühlmittelführung und Kühlgeometrie ist jedoch die Aufgabe der Erfindung gelöst.

Gemäß einem besonderen Merkmal der Erfindung weist das Zweiphasengemisch des Kühlmittels 60 bis 70 % Flüssigphase auf.

Insbesondere das Zweiphasengemisch des Kühlmittels zur Gehäusemantelkühlung hat Vorteile. So wird der tiefer als die Anschlüsse liegende Gehäuseteil mit der Flüssigphase gefüllt. Unter der Voraussetzung, daß das Blechpaket die Wärme gleichmäßig nach allen Richtungen abgibt, kommt es zu einer kontinuierlichen Verdampfung am ganzen Umfang. Darüber hinaus ist es aber auch bekannt, daß bei einer Wärmezufuhr, beispielsweise aus dem Blechpaket, es zu keiner Änderung der Kühlmitteltemperatur kommt, sondern es tritt der Verdampfungseffekt ein. D. h. der gasförmige Anteil des Zweiphasengemisches steigt und führt die Wärme ab.

Der erfindungsgemäße zweite Kühlmittelfluß stellt die Wärmeabfuhr aus dem Rotorbereich sicher. Dabei wird nur gasförmiges Kühlmittel verwendet.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Anschlüsse für die Zu- bzw. Abfuhr des Kühlmittels am Umfang des Gehäuses versetzt angeordnet. Es ist einzusehen, daß je größer die Strecke des Kühlkanals ist, desto mehr Wärmeabfuhr ist gegeben. Durch die Konstruktion der Maschine mit ihren Füßen ist jedoch eine Anordnung der Anschlüsse diametral gegenüber schwer möglich.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung sind die Anschlüsse für die Abfuhr des Kühlmittels am Zenit des Gehäuses angeordnet. Vorteilhaft dabei ist, daß alle Anschlüsse für die Abfuhr des Kühlmittels in einer Ebene liegen. Darüber hinaus wird natürlich die Abfuhr des gasförmigen Kühlmittels am höchsten Punkt der elektrischen Maschine begünstigt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Anschlüsse für die Zufuhr des Zweiphasengemisches etwa um einen Winkel von  $\pm 120^\circ$  zu den Anschlüssen für die Abfuhr versetzt angeordnet. Eine derartige Kühlgeometrie hat gezeigt, daß die Wärmeabfuhr vom Blechpaket durchaus gewährleistet ist. Wie bereits erwähnt, füllt sich der gegenüber den Anschlüssen tieferliegende Bereich der Maschine mit der Flüssigphase des Gemisches.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung sind die Anschlüsse für die Zufuhr des gasförmigen Kühlmittels um  $\pm 90^\circ$ , vorzugsweise in der Horizontalebene des Motors, versetzt zu den Anschlüssen für die Abfuhr vorgesehen. Dadurch ist die Temperaturverteilung des zweiten Kühlmittelflusses symmetrisch zur Temperaturverteilung des Gehäuse-Kühlmittelflusses.

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine Maschine teilweise im Schnitt und Fig. 2 die Anordnung der Anschlüsse am Umfang.

Gemäß Fig. 1 ist ein Drehstrom-Asynchron-Motor für höchste Drehzahlen mit dem Rotor 1 und dem Stator 2 dargestellt. Dieser Motor soll hochdrehende Kompressoren für Kälteanlagen direkt, also ohne Getriebe, antreiben und Drehzahlen von 18.000 U/min bei einer Leistung von etwa 230 kW erreichen. Als Kühlmittel für den Motor soll das gleiche Kühlmittel wie das des Kompressors Verwendung finden.

Als Kühlmittel wird ein Freon, bekannt auch unter der Handelsbezeichnung Frigen, das ein Sicherheitskältemittel gemäß 56 Römpp, S 1744 ff, Chemie Lexikon ist, verwendet. Prinzipiell sind jedoch viele organische Kältemittel mit einer geringen Wärmekapazität gegenüber Wasser einsetzbar.

Betrachtet man den Hochdrehzahlmotor mit einer Leistung von 230 kW bei einem angestrebten Wirkungsgrad von 92 % unter

Auslegungslast so müssen rund 18 kW Verlustleistung abgeführt werden.

Die Motorabmessungen aufgrund der biegekritischen Drehzahl betragen ca. 400 mm Gehäusedurchmesser und rund 540 mm Gehäuselänge. In diesem äußerst kompakten Motor entsteht die zitierte Verlustleistung von 18 kW. Diese wird nicht nur mit entsprechender Sicherheit abgeführt, sondern es darf sich auch keine ungleichmäßige Wärmeverteilung mit Hotspots über einzelne Bauteile aufbauen. Selbstverständlich werden die zulässigen Materialtemperaturen nicht überschritten.

Der Motor weist im Stator 2 zwischen dem Blechpaket 3 und dem Gehäuse 4 Kühlkanäle 5 auf. Im Gehäuse 4 sind Anschlüsse 6 für die Kühlmittelzufuhr und Anschlüsse 7 für die Kühlmittelabfuhr vorgesehen. Für die Gehäusemantelkühlung wird das Kühlmittel im Zweiphasengemisch mit einem Druck von etwa 2,7 bar eingeleitet.

Gemäß der Fig. 2 wird der gegenüber den Anschlüssen 6 tiefer liegende Bereich des Motors mit der Flüssigphase des Kühlmittels gefüllt.

Gibt nun das Blechpaket 3 die Wärme gleichmäßig nach allen Richtungen ab, so kommt es zu einer kontinuierlichen Verdampfung am ganzen Umfang. Das gasförmige Kühlmittel wird dann bei den Anschlüssen 7 abgesaugt. Die Wärmeübergangszahl bleibt am Umfang konstant.

Darüber hinaus weist der Hochdrehzahlmotor einen zweiten Kühlmittelfuß auf. Über die Anschlüsse 8 wird für die Rotorkühlung gasförmiges Kühlmittel mit einem Druck von etwa 2,7 bar eingebracht. Durch die Kühlkanäle 9 des Blechpaketes 3 wird dieses gasförmige Kühlmittel in den Luftspalt 10 zwischen Rotor 1 und Blechpaket 3 geführt. Die

Abführung dieses Kühlmittels erfolgt über die Anschlüsse 11.

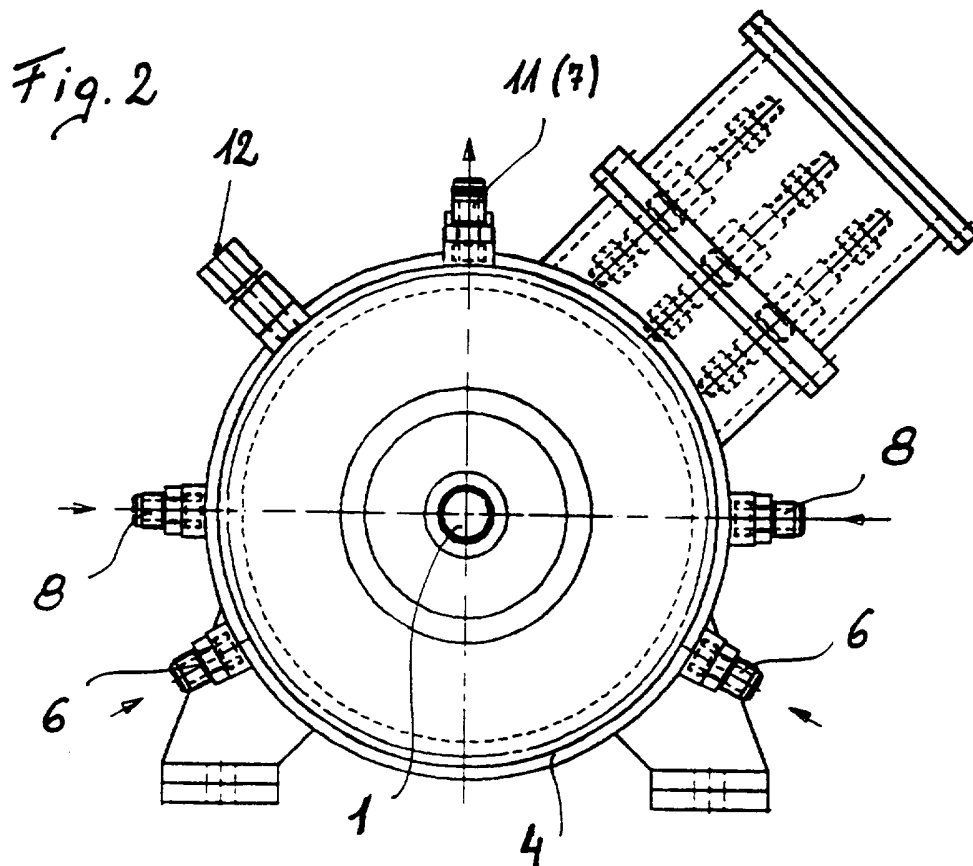
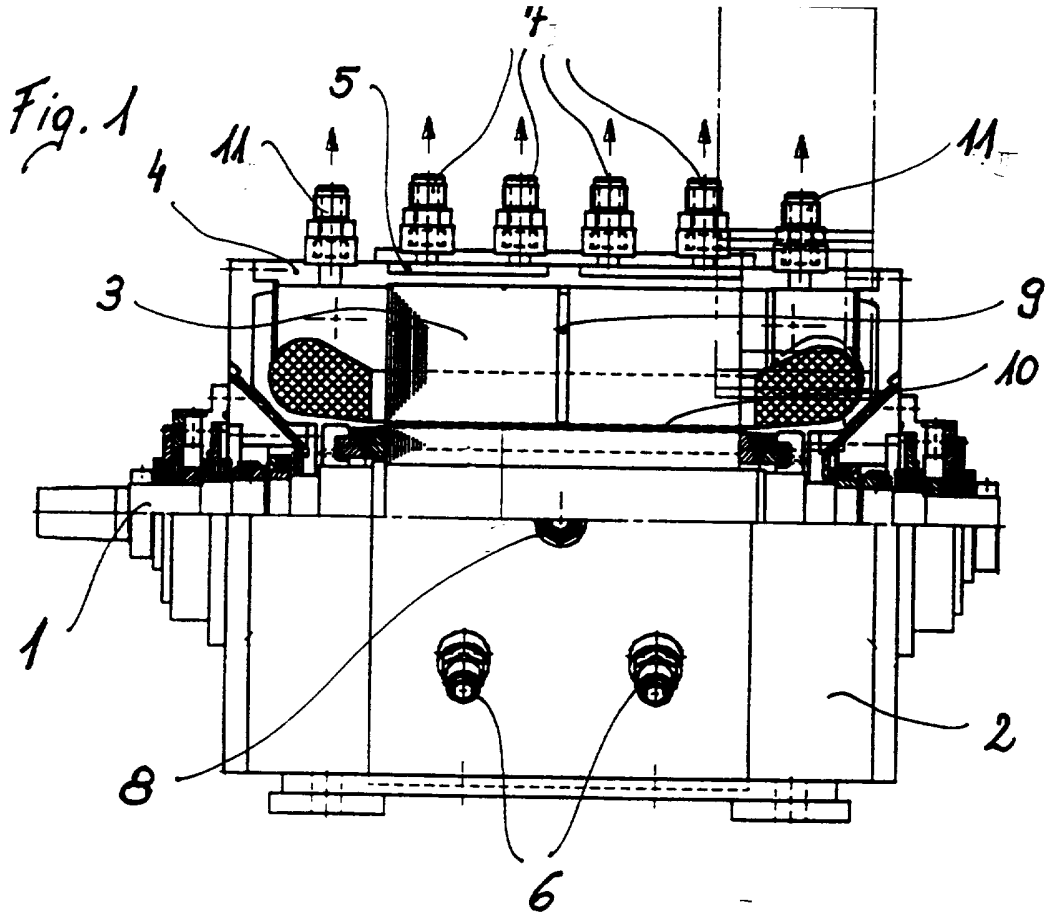
Über einen Temperatursensor 12 kann die Kühlmitteltemperatur erfaßt werden. Aufgrund dieser kann sehr wohl auf die Maschinentemperatur geschlossen werden.

Die Anordnung der Anschlüsse 7 bzw. 11 am Zenit der Maschine sowie die Anordnung der Anschlüsse 6 bzw. 8 in einem Winkel von etwa  $120^\circ$  bzw.  $90^\circ$  für die Kühlmittelzufuhr ergibt auch rechnerisch eine gute Kühlgeometrie.

ANSPRÜCHE

1. Kühlung für eine rotierende elektrische Maschine, insbesondere für einen getriebelosen Drehstromasynchron-Hochdrehzahlmotor, der Kühlkanäle zwischen dem Blechpaket und dem Gehäuse sowie im Gehäuse Anschlüsse für die Zu- und Abfuhr des Kühlmittels aufweist, und als Kühlmittel ein organisches Kältemittel, im Zweiphasengemisch, insbesondere im flüssig-gasförmigen Aggregatzustand, vorzugsweise ein Freon vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, und daß über weitere im Gehäuse (4) angeordnete Anschlüsse (8 bzw. 11) für die Zu- und Abfuhr eines Kühlmittels ein zweiter Kühlmittelfluß vorgesehen ist, wobei das Kühlmittel ein organisches Kältemittel im gasförmigen Aggregatzustand, insbesondere ein Freon ist und über an sich bekannte radiale Kühlkanäle (9) im Blechpaket (3) für die Rotorkühlung heranziehbar ist.
  
2. Kühlung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zweiphasengemisch des Kühlmittels 60 bis 70 % Flüssigphase aufweist.
  
3. Kühlung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse (6, 8 bzw. 7,11) für die Zu- bzw. Abfuhr des Kühlmittels am Umfang des Gehäuses (4) versetzt angeordnet sind.
  
4. Kühlung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die 8 Anschlüsse (7, 11) für die Abfuhr des Kühlmittels am Zenit des Gehäuses angeordnet sind.
  
5. Kühlung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse (6) für die Zufuhr des Zweiphasengemisches etwa um einen Winkel von  $120^{\circ}$  zu den Anschlüssen (7) für die Abfuhr versetzt angeordnet sind.

6. Kühlung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse (8) für die Zufuhr des gasförmigen Kühlmittels um  $90^{\circ}$ , vorzugsweise in der Horizontalebene des Motors, versetzt zu den Anschlüssen (11) für die Abfuhr vorgesehen sind.





**Beilage zu GM 8004/98,**

**Ihr Zeichen:**

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC<sup>6</sup> : H02K 9/19

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H02K, F04C

Konsultierte Online-Datenbank:

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 14 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 0222 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 0222 / 534 24 - 153) Kopien der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 0222 / 534 24 - 132.

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung<br>(Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder),<br>Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich)) | Betreffend<br>Anspruch |
|-----------|---|------------------------|
| Y         | EP 306 405 A1 (Zimmern)<br>8. März 1989 (08.03.89)<br>*Fig. 1 samt Beschreibung*  | 1-6                    |
| Y         | DE 21 65 847 A1 (General Electric)<br>20. Juli 1972 (20.07.72)<br>*Fig. 8 samt Beschreibung*  | 1-6                    |

Fortsetzung siehe Folgeblatt

**Kategorien der angeführten Dokumente** (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur **raschen Einordnung** des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

- „A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- „Y“ Veröffentlichung von **Bedeutung**; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für den Fachmann naheliegend** ist.
- „X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.
- „P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)
- „&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

**Ländercodes:**

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;  
 EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;  
 RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);  
 WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 9.2.1998

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Schlechter

Vordruck RE 31a - Recherchenbericht - ZI.2258/Präs.95