



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



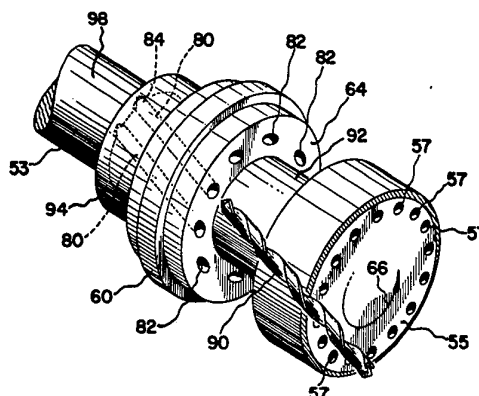
(12) PATENTSCHRIFT A5

617 798

- | | | | | |
|----|----------------------------------|----------------------|----|--|
| ②① | Gesuchsnummer: | 6302/77 | ⑦③ | Inhaber:
General Electric Company, Schenectady/NY
(US) |
| ②② | Anmeldungsdatum: | 23.05.1977 | | |
| ③⑩ | Priorität(en): | 01.06.1976 US 691360 | ⑦② | Erfinder:
William Lee Darby, Scotia/NY (US)
Robert Herman Monz, Schenectady/NY (US)
Stephen John Molis, Schenectady/NY (US) |
| ②④ | Patent erteilt: | 13.06.1980 | | |
| ④⑤ | Patentschrift
veröffentlicht: | 13.06.1980 | ⑦④ | Vertreter:
Ritscher & Seifert, Zürich |

⑤4) Dynamoelektrische Maschine mit Rückwärtskühlströmung. .

57) **Dynamoelektrische Maschinen mit Rückwärtsstrom-**
kühlung weisen im Bereich der beiden seitlichen En-
den der Rotorwelle (53) ein Gebläse zum Umwälzen des
gasförmigen Kühlmittels auf. Damit das Kühlmittel auch
die ebenfalls an den seitlichen Enden der Rotorwelle an-
geordneten Wicklungsköpfe der Rotorwicklung errei-
chen, sind üblicherweise in dem Gebläsering (60) als
Kühlmittelkanäle verwendete Bohrungen (80) vorge-
sehen. Das Erstellen dieser Bohrungen wird behindert
oder verunmöglicht, wenn auf der Rotorwelle (53)
neben dem Gebläsering (60) ein zum Ankoppeln der
Welle an eine Antriebsmaschine vorgesehenes Kupplungs-
stück (55) angeordnet ist, dessen Durchmesser grösser
als der des Gebläserings ist. Dieser Nachteil wird
dadurch behoben, dass die Kühlmittelkanäle (80) schräg
zur Rotorachse gebohrt werden. Mit dieser Massnahme
wird ausserdem erreicht, dass das im Bereich des Rotors
mit dem Rotor rotierende Kühlgas beim Durchströmen
der Kanäle nur wenig umgelenkt wird und darum nur
wenig Druckverlust erleidet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Dynamoelektrische Maschine mit Rückwärtskühlströmung, enthaltend einen Stator, einen im Stator angeordneten und mit diesem einen Gasspalt begrenzenden Rotor, welcher Rotor eine Welle und eine Wicklung aufweist, deren Wickelköpfe radial ausserhalb der Welle angeordnet sind, eine zum Verbinden des Rotors mit einer Antriebsturbine vorgesehene, am turbinenseitigen Ende der Welle und einstückig mit dieser Welle ausgebildete zylindrische Turbinenkupplung, einen einstückig mit der Welle ausgebildeten, der Turbinenkupplung auf der der Wellenmitte zugewandten Seite benachbart angeordneten Lüfterring, dessen Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Kupplung ist, einen auf dem Lüfterring angeordneten Lüfter zum Umwälzen von Kühlgas durch den Stator und den Rotor, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Kanälen (80), die sich durch den Lüfterring (60) und einen Teil (94) der Welle (53) erstrecken, um Kühlgas an die Wickelköpfe (62) zu leiten, welche Kanäle zum Vermindern von Druckverlusten im durchströmenden Kühlgas gegenüber der Achse der Rotorwelle im Winkel angeordnet sind.

2. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (80) in Ebenen liegen, die von der Drehachse des Rotors beabstandet und parallel zur Achse angeordnet sind.

3. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kanal (80) in einem spitzen Winkel zur Achse angeordnet ist, wobei das Auslassende (84) jedes Kanals gegenüber dem Einlassende (82) in der der vorgesehenen Drehrichtung des Rotors entgegengesetzten Richtung versetzt ist.

4. Verfahren zur Herstellung einer dynamoelektrischen Maschine gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionen der Einlässe für die Kanäle auf dem Lüfterring markiert werden, ein Bohrwerkzeug zum Verhindern einer Beeinträchtigung durch die Turbinenkupplung während des Bohrens in einer parallel zur Achse des Rotors liegenden Ebene und längs einer gegenüber der Turbinenkupplung radial nach aussen versetzten Linie ausgerichtet und an eine der Markierungen angesetzt und ein Kanal durch den Lüfterring und einen Teil der Welle hindurchgebohrt wird, worauf das Bohrwerkzeug sukzessive in entsprechender Ausrichtung an den übrigen Einlassmarkierungen angeordnet und der Bohrvorgang wiederholt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum Versetzen des Einlassendes des durch das Bohrwerkzeug gebildeten Kanals gegenüber dem Auslassende in einer der vorgesehenen Drehrichtung des Rotors entgegengesetzten Richtung das Bohrwerkzeug in einem spitzen Winkel zur Achse angeordnet wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine dynamoelektrische Maschine mit Rückwärtskühlströmung, enthaltend einen Stator, einen im Stator angeordneten und mit diesem einen Gasspalt begrenzenden Rotor, welcher Rotor eine Welle und eine Wicklung aufweist, deren Wickelköpfe radial ausserhalb der Welle angeordnet sind, eine zum Verbinden des Rotors mit einer Antriebsturbine vorgesehene, am turbinenseitigen Ende der Welle und einstückig mit dieser Welle ausgebildete zylindrische Turbinenkupplung, einen einstückig mit der Welle ausgebildeten, der Turbinenkupplung auf der der Wellenmitte zugewandten Seite benachbart angeordneten Lüfterring, dessen Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Kupplung ist, einen auf dem Lüfterring angeordneten Lüfter zum Umwälzen von Kühlgas durch den Stator und den Rotor.

Grosse dynamoelektrische Maschinen, wie beispielsweise Turbogeneratoren, werden mit einem Kühlgas, wie beispielsweise Wasserstoff, unter Druck gesetzt, das durch einen auf dem Rotor angebrachten Lüfter durch die Maschine gepumpt wird. Das Kühlgas wird durch den Lüfter durch Kühlkanäle in einem geschichteten oder geblechten Statorkern und von dort in einen Gasspalt gepumpt, der durch das Innere des Statorkerns und die Rotoroberfläche gebildet wird. Das Kühlgas kann durch den Rotor an seiner äusseren Oberfläche aufgenommen werden, wie es in der US-PS 3 348 081 beschrieben ist, und durch die Kühlkanäle, die durch die Feldspulen innerhalb des Rotors gebildet sind, hindurchgepumpt werden, wie es in der US-PS 2 986 674 beschrieben ist.

Ein bestimmtes, in dynamoelektrischen Maschinen verwendetes Kühlsystem ist als Rückwärtsströmungskühlung bekannt, wie sie in der US-PS 3 739 208 beschrieben ist. In einem derartigen Rückwärtsströmungs-Kühlsystem wird Kühlgas von dem Ende des Gasspaltes in den Lüfter hineingezogen und durch den Lüfter zu einem oder mehreren Gaskühlern gepumpt, die üblicherweise im oberen Abschnitt der Maschine angeordnet sind. Von den Gaskühlern wird die Strömung des Kühlgases aufgespalten, wobei ein Teil in das Innere des Endabschnittes des Rotors geleitet und der Rest in Kühlkanäle geführt wird, die innerhalb der Lamellen bzw. Bleche des Statorkernes angeordnet sind. Der Lüfter ist normalerweise auf einem Lüfterring angebracht, der auf einer Welle des Rotors befestigt ist.

Das Kühlgas wird durch Gasströmungskanäle, die in der Rotorwelle ausgebildet sind und von dem Lüfterring zu den Wickelköpfen der Rotorwicklung führen, in das Rotorinnere hineingepumpt. Am kollektorseitigen Ende der Welle kann der Lüfterring auf die Welle aufgeschraubt und die Kanäle können in axialer Richtung aus dem Schmiestedstück des Rotors ausgebohrt werden. An dem turbinenseitigen Ende der Rotorwelle ist eine zum Ankoppeln des Rotors an eine Antriebsturbine vorgesehene Kupplung angeordnet, deren Durchmesser verunmöglicht, den Lüfterring darüberzuschieben und auf die Welle aufzuschrauben. Deshalb muss an turbinenseitigen Ende des Rotors der Lüfterring einstückig mit der Welle ausgebildet werden, was zur Folge hat, dass die einen grösseren Durchmesser aufweisende Turbinenkupplung das Bohren von in axialer Richtung verlaufenden Kühlgaskanälen behindert.

Derjenige Teil des Gases, der von den Gaskühlern zum Rotor geleitet wird, trifft auf den Lüfterring auf, wenn das Gas in die Kühlkanäle eintritt, die für die Leitung des Gases zu den Wickelköpfen der Rotorwicklung dienen. Unter normalen Betriebsbedingungen erteilt der umlaufende Lüfterring diesem Kühlgas eine tangentiale Geschwindigkeitskomponente, d. h. eine Komponente quer zur Strömungsrichtung des Gases, wenn es sich dem Lüfterring nähert. Wenn also longitudinale Gaskanäle, d. h. Kanäle, die parallel zur Rotorachse verlaufen, verwendet werden, treten wesentliche Druckverluste in der Gasströmung auf, da sich die Richtung dieser Kanäle von der Richtung unterscheidet, in der das Gas durch die erteilte Geschwindigkeit gedrückt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt darum die Aufgabe zugrunde, eine dynamoelektrische Maschine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die Kühlgaskanäle am turbinenseitigen Ende des Rotors derart sind, dass sie ohne Behinderung durch die Turbinenkupplung durch den Lüfterring gebohrt werden können und zugleich eine Richtung aufweisen, die die Druckverluste in der Gasströmung verkleinert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss mit einer dynamoelektrischen Maschine mit Rückwärtskühlströmung gelöst, welche einen Stator enthält, einen im Stator angeordneten und mit diesem einen Gasspalt begrenzenden Rotor, welcher Rotor eine Welle und eine Wicklung aufweist, deren Wickelköpfe radial ausserhalb der Welle angeordnet sind, eine zum Verbinden des Rotors mit einer Antriebsturbine vorgesehene, am tur-

binenseitigen Ende der Welle und einstückig mit dieser Welle ausgebildete zylindrische Turbinenkupplung, einen einstückig mit der Welle ausgebildeten, der Turbinenkupplung auf der der Wellenmitte zugewandten Seite benachbart angeordneten Lüfterring, dessen Durchmesser kleiner als der Durchmesser der Kupplung ist, einen auf dem Lüfterring angeordneten Lüfter zum Umwälzen von Kühlgas durch den Stator und den Rotor, und gekennzeichnet ist durch eine Vielzahl von Kanälen, die sich durch den Lüfterring und einen Teil der Welle erstrecken, um Kühlgas an die Wickelköpfe zu leiten, welche Kanäle zum Vermindern von Druckverlusten im durchströmenden Kühlgas gegenüber der Achse der Rotorwelle im Winkel angeordnet sind.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der neuen dynamoelektrischen Maschine mit Hilfe der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilschnitt von dem einen Ende einer mit Rückwärtsströmung gekühlten dynamoelektrischen Maschine, bei der die neue Kühlanordnung verwendet ist,

Fig. 2 eine isometrische Ansicht eines Teils des Rotors der dynamoelektrischen Maschine gemäss Fig. 1 und die Lage eines Bohrwerkzeuges in Bezug auf den Rotor, die Kühlkanäle und die Turbinenkupplung,

Fig. 3 eine teilweise im Schnitt gezeigte Ansicht entlang der Linie 3-3 in Fig. 1, wobei der Klarheit halber nur ein Kühlkanal gezeigt ist und

Fig. 4 die Draufsicht auf einen Teil des Rotors mit einem Lüfterring und einer Turbinenkupplung.

In Fig. 1 ist das Turbinenende eines mit Rückwärtsströmung gekühlten Turbogenerators dargestellt, ähnlich wie er in der US-PS 3 739 208 gezeigt ist. Der Generator weist ein gasdichtes Gehäuse 1 auf, das mit einem Kühlgas, wie beispielsweise Wasserstoff, unter Druck gefüllt ist. In dem Gehäuse 1 ist ein Stator 4 mit einem Kern angeordnet, der aus zahlreichen geschichteten Lamellen bzw. Blechen gebildet ist, die in Paketen 7 montiert sind. In diesen Blechen sind zahlreiche axial beabstandete und radial verlaufende Kühlkanäle 10 und 11 gebildet, die eine hindurchtretende Gasströmung für die Kühlung des Kernes aufnehmen. Die Kanäle 10 leiten Kühlgas durch den Rotor in einer Richtung radial nach innen. Die Kanäle 11 leiten das Gas radial nach aussen durch den Kern hindurch. Der Turbogenerator weist ferner ein umlaufendes Feld 12 auf, das in einem Rotor 14 eingeschlossen ist, der innerhalb des Stators 4 angeordnet und von diesem durch einen Gas-spalt 15 beabstandet ist. Weiterhin befindet sich in dem Gehäuse 1 ein Gaskühler 17, der in obere und untere Abschnitte 18 bzw. 19 unterteilt ist. Ein Lüfter 22 ist an dem Rotor 14 befestigt und zieht Kühlgas aus dem Spalt 15 durch eine Reihe von Einlassführungsschaufeln, von denen eine bei 23 gezeigt ist, und pumpt so das Kühlgas durch einen Kanal 24 hin-

zurück zum Kühler 17. Zur Kühlung des Stators 4 bilden Kanäle 26 und 28, die mit dem unteren Abschnitt 19 des Kühlers 17 in Verbindung stehen, Kanäle für die Kühlgasströmung vom Kühler zu den Einlasskammern 30 bzw. 32. Von diesen Kammern wird das Gas durch die Kühlkanäle 10 hindurch zum Spalt und zum Rotor gepumpt. Eine dritte Einlasskammer 33, die direkt mit dem unteren Abschnitt 19 des Kühlers 17 in Verbindung steht, liefert Gas an axial äussere Kühlkanäle 34.

Das Kühlgas wird vom Spalt 17 durch Kühlkanäle 11 im Stator 4 nach aussen gepumpt und tritt von diesen Kühlkanälen in Auslasskammern 35, 36 und 37 und Rohrleitungen 40, 42 und 44 aus, die dieses Gas zurück zum Lüfter leiten. Somit ist ersichtlich, dass der Spalt 15 in Auslassströmungsbereiche 46 und Einlassströmungsbereiche 48 unterteilt ist. Die Auslassströmungsbereiche sind diejenigen Bereiche, durch die Kühlgas vom Rotor zu den Kühlkanälen 11 gepumpt wird. Die Einlassströmungsbereiche sind diejenigen, durch die das Gas von den

Kühlkanälen 10 zum Rotor gepumpt wird.

Der Rotor 14 weist einen Haupt- bzw. Ballenabschnitt 50 auf, der durch aus dem Spalt 15 aufgenommenes Gas gekühlt ist, wie es in der US-PS 3 348 081 beschrieben ist. Das Gas wird durch Kühlkanäle in dem Hauptabschnitt 50 des Rotors durch interne diagonale Kühlkanäle hindurchgepumpt, die in den Feldwicklungen ausgebildet sind. Ein derartiger Aufbau ist in der US-PS 2 986 664 beschrieben.

Im Betrieb wird Kühlgas mit Hilfe des Lüfters 22 durch die Leitung 24 und durch den Kühler 17 gepumpt. Derjenige Anteil des Gases, der durch den unteren Abschnitt 19 des Kühlers 17 gepumpt wird, wird in Einlasskammern 30 und 32 über Kanäle 26 und 28 eingeführt, die um die Leitungen 40 und 42 herum angeordnet sind. Kühlgas wird an die Einlasskammer 33 direkt vom Auslass des Kühlers 17 geliefert, indem es um die Leitung 44 herum strömt. Von den Einlasskammern 30, 32 und 33 strömt das Kühlgas durch die Statorkühlkanäle 10, die direkt mit diesen in Verbindung stehen, durch den Spalt 15 und wird von dem Rotor 14 aufgenommen.

Die Rotation des Rotors sorgt für eine Pumpwirkung des Kühlgases durch die Feldspulen hindurch, wie es in den vorstehend angegebenen Patentschriften beschrieben ist. Nachdem das Gas durch die Feldwicklungen geströmt ist, tritt es aus dem Rotor zum Spalt hinaus, wo es durch die Kühlkanäle 11 im Statorkern zu den Auslasskammern 35, 36 und 37 gedrückt wird. Das Gas wird von diesen Auslasskammern durch die Leitungen 40, 42 und 41 hindurch zum Einlass des Lüfters 22 zurückgeleitet.

Aus den Figuren 1 und 2 ist ersichtlich, dass der Rotor 14 eine Welle 53 mit einem verminderten Durchmesser aufweist, auf der eine Turbinenkupplung 55 angeordnet ist, durch die der Rotor einer dynamoelektrischen Maschine mit dem Rotor einer geeigneten Antriebsturbine (nicht gezeigt) verbunden ist. Die Kupplung 55 ist ein zylindrischer Körper mit einem wesentlich grösseren Durchmesser als der Durchmesser der Welle 53. Diese Kupplung ist an zahlreichen Stellen, wie sie in Fig. 2 bei 57 gezeigt sind, durchbohrt, und diese Bohrungen nehmen Bolzen auf, die die Turbinenkupplung mit einer ähnlichen Kupplung auf dem Turbinenrotor (nicht gezeigt) verbinden. Um den Lüfter in einem radialen Abstand auf der Rotationsachse des Rotors zu halten, um für eine optimale Zirkulation des Kühlgases zu sorgen, ist ein Lüfterring 60 auf der Welle 53 axial innen von der Turbinenkupplung vorgesehen. Auf dem Kollektorende der Maschine kann der Lüfterring ein getrenntes Teil von der Welle sein, das auf die Welle aufgeschraubt ist. Auf dem Turbinenende des Maschinenrotors stört jedoch die Turbinenkupplung 55 die Schrumpfpassung des Lüfterringes auf die Welle. Deshalb ist es am Turbinenende von mit Rückwärtsströmung gekühlten dynamoelektrischen Maschinen erforderlich, den Lüfterring einstückig mit der Rotorwelle auszubilden.

Das Feld 12 weist Wickelköpfe auf, die allgemein bei 62 gezeigt sind. Über diesen Wickelköpfen liegt ein Haltering 65, der die Wickelköpfe entgegen der Zentrifugalkraft und der Betriebsbedingungen in ihrer Lage hält. Zur Kühlung dieser Wickelköpfe sind ein oder mehrere Leitungen 70 innerhalb des Gehäuses 1 vorgesehen, die mit dem oberen Abschnitt 18 des Kühlers 17 und mit einer Gasleitung 75 in Verbindung stehen, die zum Bereich der Welle 23 führt.

Auf dem Kollektorende des Rotors, wo der Lüfterring auf die Welle aufgeschraubt sein kann, können Kanäle für das Kühlgas in Längsrichtung in die Welle gebohrt werden, bevor der Lüfterring auf die Welle aufgeschraubt wird, obwohl die Längsanordnung der Kanäle aus den eingangs genannten Gründen zu hohen Druckverlusten in der Gasströmung führen würde. Eine derartige Anordnung ist in der eingangs genannten US-Patentschrift 3 739 208 gezeigt. Auf dem Turbinenende des Rotors beeinträchtigt jedoch die Turbinenkupplung 55 die Ver-

wendung von Bohrwerkzeugen in dieser Weise, um derartige Kanäle in die Welle zu schneiden. Mit der neuen dynamoelektrischen Maschine wird dieses Problem des Bohrens zufriedensstellender Kanäle für Kühlgas trotz der möglichen Beeinträchtigung der Turbinenkupplung überwunden. Darüber hinaus wird das Problem in einer Weise überwunden, dass eine verbesserte Strömung von Kühlgas mit verminderten Druckverlusten in der Gasströmung erreicht wird.

Der verwendete Aufbau und das Verfahren, durch das dieses herbeigeführt wird, wird aus den Fig. 2, 3 und 4 besser verständlich. Es ist ersichtlich, dass zahlreiche Kanäle 80 an in Umfangsrichtung beabstandeten Stellen vorgesehen sind, um für eine Übertragung von Kühlgas von dem Kanal 75 zum Bereich 85 zwischen den Wickelköpfen 62 und der Welle 53 zu sorgen. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, sind die Kanäle in der Weise geneigt, bzw. schräg, dass ein Bohrwerkzeug 90, wenn es in einem Winkel zum richtigen Bohren der Kanäle 80 angeordnet ist, frei ist vom Aussenumfang der Turbinenkupplung 55.

Die Anordnung der einzelnen Kanäle 80 relativ zur Rotorachse und zur Drehrichtung des Rotors wird am besten aus den Fig. 3 und 4 deutlich, in denen der Klarheit halber nur ein einzelner Kanal 80 dargestellt ist. Selbstverständlich werden zahlreiche derartige Kanäle im Abstand um den Rotor herum verwendet, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass jeder Kanal 80 zwar seitlich relativ zur Rotorachse schräg verläuft, aber in einer Ebene liegt, die im allgemeinen parallel zur Rotorachse verläuft, d. h. der Einlass 82 und der Auslass 84 des Kanals 80 sind im wesentlichen in dem gleichen radialen Abstand von der Rotorachse angeordnet. Die Schräge bzw. Neigung des Kanals 80 relativ zur Rotorachse, wie es insbesondere in Fig. 4 gezeigt ist, ist so gewählt, dass ein Bohrwerkzeug zur Ausbildung des Kanals 80 frei ist vom Aussenumfang der Turbinenkupplung 55. Darüber hinaus kann der Kanal 80 so gewählt sein, dass er in richtiger Relation steht zu den axialen und tangentialen Geschwindigkeitskomponenten des durch den Kanal 80 strömenden Gases, um darin auftretende Verluste zu verkleinern oder auf ein Minimum zu reduzieren. Schliesslich ist der Kanal in einer Richtung entgegengesetzt zur Rotorrotation gewinkelt, d. h. das Ausgangsende 64 ist in Umfangsrichtung versetzt zum Einlassende 84 in einer Richtung entgegengesetzt zur Rotorrotation.

Das durch den Kanal 75 geleitete Kühlgas wird sich der Stirnfläche 64 des Lüfterringes im allgemeinen in einer longitudinalen oder axialen Richtung nähern. Wenn der Rotor in einer Richtung umläuft, wie sie in den Fig. 3, 4 und 5 durch den Pfeil 66 angegeben ist, wird dem Gas jedoch eine tangentiale Geschwindigkeitskomponente erteilt, so dass die Geschwindigkeitsrichtung des Gases die vektorielle Summe der longitudinalen Geschwindigkeitskomponente des Gases, wenn es sich dem Lüfterring nähert, und der tangentialen Komponente ist, die dem Gas durch die Rotation des Rotors und des Lüfterringes gegeben ist.

In einigen Fällen, beispielsweise wenn die Turbinenkupplung näher an dem Lüfterring angeordnet ist als in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel oder wenn die Turbinenkupplung einen grösseren Durchmesser hat oder wenn die Rotordrehzahl etwas kleiner ist, dann kann es unmöglich sein, das Bohrwerkzeug im optimalen Winkel zu orientieren, um die Gasverluste weitestgehend zu senken, und trotzdem noch von der Turbinenkupplung frei zu sein. Wenn in ähnlicher Weise der erforderliche Winkel der Löcher zur Rotorachse zu gross ist, können die Löcher zu eng angeordnet werden, um vom Standpunkt der Beanspruchung noch akzeptabel zu sein, oder die Löcher werden einen kleinen Querschnitt haben, was zu hohen Geschwindigkeiten und hohen Druckverlusten führt und den Vorteil eines schrägen Loches zunichte macht. In diesen Fällen kann der Winkel kleiner als optimal sein. Dies bedeutet

einfach, dass ein gewisser Kompromiss geschlossen werden muss, aber in jedem Fall liefert die Schräge des Bohrwerkzeuges zwecks Freiheit (clearing) von der Turbinenkupplung immer einen gewissen zusätzlichen Vorteil bei einer Anbringung der Kanäle 80 in einer Richtung, die besser der Richtung der Vektorsumme der longitudinalen und tangentialen Geschwindigkeitskomponenten entspricht, wie es vorstehend erörtert wurde.

Aus dem speziellen, dargestellten Ausführungsbeispiel ist ersichtlich, dass der Durchmesser des Lüfterringes 60 und der Abschnitte 92 und 94 der Welle 53 so gewählt sind, dass sich jeder Kanal durch den Lüfterring 60 und einen Teil 94 der Welle 53 erstreckt. Das Einlassende 82 von jedem Kanal ist in der Stirnfläche 64 des Lüfterringes nahe dem Umfang eines Abschnittes 92 der Welle angeordnet, und das Auslassende 84 des Kanals befindet sich in der Schulter 96 des Wellenteiles 94 und erstreckt sich teilweise in die Oberfläche 98 der Welle hinein.

Bei der Ausführung des Verfahrens gemäss der Erfindung, wie es am besten in Fig. 3 gezeigt ist, werden zahlreiche Markierungen, die den gewünschten Stellen der Einlassenden 82 der Kanäle 80 entsprechen, an in Umfangsrichtung beabstandeten Stellen um die Stirnfläche 64 des Lüfterringes herum gemacht. Ein Bohrwerkzeug 90 wird mit einer dieser Markierungen fluchtend und in einem ausreichenden Winkel angeordnet, dass es von dem äusseren Umfang der Turbinenkupplung 55 frei ist. Weiterhin wird das Werkzeug, welche Beschränkungen auch durch die axiale Position und die Grösse der Turbinenkupplung auferlegt werden, in einem Winkel angeordnet, der die Verluste der Gase vermindert, die durch die von dem Bohrwerkzeug 90 gebildeten Kanäle strömen. Das Bohrwerkzeug 90 wird in einem derartigen Winkel angeordnet, dass das Ausgangsende des entstehenden Kanals 80 vom Einlassende in Umfangsrichtung in einer Richtung versetzt ist, die der Drehrichtung des Rotors entgegengesetzt ist. Wenn das Bohrwerkzeug in dieser Lage gehalten ist, wird der erste Kanal 80 dadurch gebildet, dass der Lüfterring und der obengenannte Abschnitt der Welle bis zum Ausgangsende 84 des Kanals durchbohrt werden. Das Bohrwerkzeug wird dann zur nächsten Markierung auf dem Lüfterring versetzt und es wird ein zweiter Kanal in einem entsprechenden Winkel gebildet. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis die gewünschte Anzahl gleichmässig beabstandeter Kühlkanäle um den Rotor herum ausgebildet ist.

Bei der Anordnung gemäss der Erfindung wird der Winkel der Kanäle 80 so gewählt, dass er weitestgehend dem Winkel der in diese Kanäle eintretenden Gasströmung entspricht. Der Strömungswiderstand des Gases aufgrund der Kanäle 80 wird dadurch vermindert und die Druckverluste des Strömungsmittels werden durch diese Kanäle in entsprechender Weise gesenkt. Dies stellt eine signifikante Verbesserung gegenüber Kühlkanälen in bekannten Rotoren dynamoelektrischer Maschinen dar, bei denen die Kanäle vom Lüfterring zu den Wickelköpfen in axialer oder Längsrichtung verlaufen. Da bei den bekannten Anordnungen die Richtung der Kanäle wesentlich von der Richtung der Kühlgasströmung abweicht, wenn diese in die Kanäle eintritt, erfährt die Gasströmung wesentliche Strömungsverluste, wodurch die Fähigkeit dieses Gases, die Wickelköpfe zu kühlen, wesentlich verkleinert wird.

Somit wird deutlich, dass der Rotoraufbau einer dynamoelektrischen Maschine gemäss der vorliegenden Erfindung für eine einfache und wirtschaftliche Fertigung sorgt aufgrund der Beseitigung von jeder Störung einer Turbinenkupplung mit der maschinellen Bearbeitung von Kühlkanälen in dem Lüfterring und der Rotorwelle. Weiterhin verlaufen die Kühlkanäle in einem Winkel, der in der Tendenz der Richtung der Gasströmung an den Einlassenden der Kanäle entspricht, wodurch das Kühlgas mit gesenkten Strömungsverlusten in den Wickelkopf-

bereich des Feldes gepumpt wird. Eine derartige Senkung der Strömungsverluste sorgt für eine effektivere Kühlung der Feldwickelköpfe und vergrössert infolgedessen das elektrische Leistungsvermögen der Maschine.

Schräge Kühlkanäle wurden zwar bei bekannten in Vorwärtsströmung gasgekühlten Generatoren verwendet, wobei diese Kanäle in einem Zentrierring mit einer Dicke von etwa 7,5 cm und zwischen dem Haltering und der Welle angeordnet waren. Diese bekannten schrägen Kanäle trugen, im Gegen-

satz zu den Kühlkanälen 80 gemäss der Erfindung, nicht zu einer leichten und wirtschaftlichen Fertigung des Rotors der dynamoelektrischen Maschine bei. Ferner wurden diese bekannten schrägen Kanäle an der Lüftersaugseite einer gasgekühlten dynamoelektrischen Maschine verwendet und nicht an der Lüfterdruckseite, was zu einem Versuch führte, die Enden trotz nachteiliger Druckverteilungen zu kühlen. Dies ist unterschiedlich gegenüber der vorliegenden Erfindung, die einen Ventilationsdruck von signifikanter Grösse zu dem normalen zentrifugalen Pumpdruck hinzufügt.

