

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1263/2012 (51) Int. Cl.: **H02K 9/00** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 30.11.2012 **H02K 9/14** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2014 **H02K 9/04** (2006.01)

(71) Patentanmelder:  
Heiden Bernhard  
8160 Weiz (AT)

(72) Erfinder:  
Heiden Bernhard Dipl.Ing. Dr.  
8160 Weiz (AT)  
Tonino-Heiden Bianca  
8160 Weiz (AT)  
Heiden Benedikt  
8160 Weiz (AT)

(74) Vertreter:  
(EX OFFO) BARGER WERNER DIPL.ING.  
WIEN

(54) **Wickelkopfraumhochgeschwindigkeitskühlung**

(57) Ein elektrischer Generator/Motor (GM) wird mittels Wassermantel oder Kühlrippen oder eines anderen Kühlsystems von außen gekühlt. Dabei ist üblicherweise innerhalb des Wassermantels das Statorblechpaket mit einer Eisenlänge  $fe$  ( $fe \cdot 1/2$  ist schraffiert in Fig.1 dargestellt). Die Gehäuselänge, damit die Länge der Kühlfläche ist länger als  $fe$  und überragt links und rechts zu ungefähr gleichen Teilen das Blechpaket. In diesem Fluidraum, genannt Wickelkopfraum befinden sich die "Wickelköpfe" des GM. Am Ende befindet sich ein Abschluss in Form einer zylindrischen Scheibe, Deckels, oder so gestalteten Abschlussteils, dass der GM zur Umgebung hin geschlossen ist, damit der Motor nach außen hin vor der Umgebung geschützt ist und umgekehrt.

Um die Kühlung insbesondere in einem solcherart wassermantelgekühlten elektrischen GM zu verbessern ist es vorteilhaft die Strömung im Wickelkopfraum zu beschleunigen und zwar genau an der Zylinderinnenseite.

Dazu wird die Strömung an genau diesem Ort beschleunigt. Dies kann einerseits dadurch erfolgen, dass ein einem Zylinder, bzw. konusartigen Einlass, mit geradem oder gebogenem Einlass - von der in die Tafelenebene projizierten Blickwinkel aus Luft von außen eingeblasen wird, mit Hilfe eines "Druckgradienten" zugeführt wird.

Nach Variante 1 (s. Fig. 2) erfolgt die Zufuhr der Strömung mittels eingebautem Radiallüfter. Es erfolgt

dann die Umlenkung und weitere Verdichtung in dem "konusartigen" Gebilde.

Nach Variante 2 (s. Fig.2) erfolgt die Zufuhr von außen an einem Zylinderförmigen Ring. Und wird dann an der Innenseite des konusartigen Gebildes zugeführt. Dabei wird anstelle des Radiallüfters die "erzwungene" Strömung an derselben Stelle zugeführt, wo in Variante 1 der Austritt des Radiallüfters liegt. (Hohlzylinder Ein-/Austrittsfläche.

Nach Variante 3 (s. Fig.3.) erfolgt die Zufuhr von außen in einen Art Zylinder bzw. "konusartig" gebogenen, bzw. verjüngten Raum nahe der gekühlten Hohlzylinderinnenseite. Die Verjüngung dient vor allem der Beschleunigung und Vergleichmäßigung der eintretenden Strömung und muss demzufolge geführt werden. Materialien sind Metall, Eisen, oder Kunststoff. Im Unterschied zu Variante 2 erfolgte der Strömungseintritt an einer Kreisringfläche normal zur Drehachse wie in Fig.3 ersichtlich.

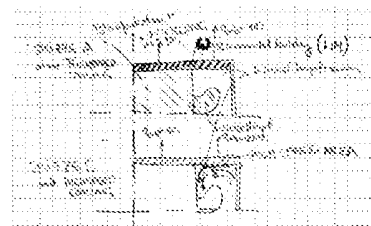


FIG. 1 (continued on p. 201205 51)

# Zusammenfassung

Ein elektrischer Generator/Motor (GM) wird mittels Wassermantel oder Kühlrippen oder eines anderen Kühlsystems von außen gekühlt. Dabei ist üblicherweise innerhalb des Wassermantels das Statorblechpaket mit einer Eisenlänge  $fe$  ( $fe \cdot 1/2$  ist schraffiert in Fig.1 dargestellt). Die Gehäuselänge, damit die Länge der Kühlfläche ist länger als  $fe$  und überragt links und rechts zu ungefähr gleichen Teilen das Blechpaket. In diesem Fluidraum, genannt Wickelkopfraum befinden sich die „Wickelköpfe“ des GM. Am Ende befindet sich ein Abschluss in Form einer ~ zylindrischen Scheibe, Deckels, oder so gestalteten Abschlussteils, dass der GM zur Umgebung hin geschlossen ist, damit der Motor nach außen hin vor der Umgebung geschützt ist und umgekehrt.

Um die Kühlung insbesondere in einem solcherart wassermantelgekühlten elektrischen GM zu verbessern ist es vorteilhaft die Strömung im Wickelkopfraum zu beschleunigen und zwar genau an der Zylinderinnenseite.

Dazu wird die Strömung an genau diesem Ort beschleunigt. Dies kann einerseits dadurch erfolgen, dass ein einem Zylinder, bzw. konusartigen Einlass, mit geradem oder gebogenem Einlass - von der in die Tafalebene projizierten Blickwinkel aus Luft von außen eingeblasen wird, mit Hilfe eines „Druckgradienten“ zugeführt wird.

Bernhard Heiden

# 01570

Nach Variante 1 (s. Fig.2) erfolgt die Zufuhr der Strömung mittels eingebautem Radiallüfter. Es erfolgt dann die Umlenkung und weitere Verdichtung in dem „konusartigen“ Gebilde.

Nach Variante 2 (s. Fig.2) erfolgt die Zufuhr von außen an einem Zylinderförmigen Ring. Und wird dann an der innenseite des konusartigen Gebildes zugeführt. Dabei wird anstelle des Radiallüfters die „erzwungene“ Strömung an derselben Stelle zugeführt, wo in Variante 1 der Austritt des Radiallüfters liegt. (Hohlzylinder Ein-/Austrittsfläche.

Nach Variante 3 (s. Fig.3.) erfolgt die Zufuhr von außen in einen Art Zylinder bzw. „konusartig“ gebogenen, bzw. verjüngten Raum nahe der gekühlten Hohlzylinderinnenfläche. Die Verjüngung dient vor allem der Beschleunigung und Vergleichmäßigung der eintretenden Strömung und muss demzufolge geführt werden. Materialien sind Metall, Eisen, oder Kunststoff. Im Unterschied zu Variante 2 erfolgte der Strömungseintritt an einer Kreisringfläche normal zur Drehachsrichtung wie in Fig.3 ersichtlich.

011670

Die Erfindung betrifft

Wickelkopfraumhochgeschwindigkeitskühlung

Die technische Aufgabe der Erfindung ist es den Wickelkopfraum mit Hilfe hoher Fluidgeschwindigkeiten besser kühlen zu können und damit die mögliche Leistungsdichte und oder Wärmeabfuhr eine GM (Generators/Motors) zu erreichen.

Die elektrischen Motoren bzw. Generatoren bestehen üblicherweise aus Rotor- und Statorblechpaket. Dabei wird elektrische Energie umgewandelt. Bei den Motoren wird Strom in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt, bei den Generatoren ist es genau umgekehrt, es wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt. Das Prinzip gilt für beide Anwendungen im folgenden GM (Generator/Motor) genannt.

Bei einem GM üblicher Bauart mit Wassermantelkühlung wird innerhalb des GM Wärme erzeugt, bzw. wird ein Teil der elektrischen bzw. Bewegungsenergie in Verlustenergie umgewandelt, die abgeführt werden muss um die Temperaturklassen, bzw. die erlaubten Grenztemperaturen der Wicklungsisolation einzuhalten.

Dabei werden üblicherweise bei einer Wassermantelkühlung aufgrund des Kühlungstypus ca. 10% der Wärme bei üblichen Industrieausführungen über den

Bernhard Heiden

# Übersicht

Wassermantelteil abgeführt, der den Wickelkopfraum umschließt (Siehe Fig.1 und Fig.2). Dabei wird der Wickelkopfraum üblicherweise nicht extra belüftet. Das heißt er wird durch den K-Ring (Kurzschlussring des Rotors) bzw. durch die Geometrie desselbigen belüftet (Rechteckprofile die x-fach am Umfang rotiert sind mit Fluidzwischenräumen dazwischen, ähnlich einem „geraden“ - aus nicht gekrümmten Schaufeln bestehenden - Lüfter. Selbst wenn eine Belüftung stattfindet entscheidet der Ort an dem diese stattfindet eine entscheidende Rolle. Da die Strömungsgeschwindigkeit in einem direkten positiven Zusammenhang mit dem Wärmeübergang steht, und diese Funktion eine Potentialfunktion ist gemäß der Reynoldsen Analogie, die bereits den Potenzzusammenhang zwischen Wärmeübertragung und Strömung postuliert. Das heißt mit anderen Worten, dass ein stetig steigender Funktionszusammenhang von Wärmeübergangskoeffizient und Strömungsgeschwindigkeit besteht. Das Entscheidende ist dabei die Strömungsgeschwindigkeit an der Oberfläche, auf der Innenseite des Wassermantels oder der Wärmeübergangsfläche die betrachtet wird. Insbesondere ist diese Seite interessant an der die Wärme auf der anderen Seite abgeführt wird. Dies kann auch beispielsweise mittels Kühlrippen stattfinden (rippengekühlter Motor) was alles Stand der Technik ist.

Das Entscheidende an der Erfindung, weswegen sie sich von den bisherigen Ausführungen unterscheidet ist gezielt an der Wassermantelinnenseite, bzw. der

Bernhard Heiden

# Übersicht

Innenseite der auf der anderen Seite zu kühlenden Fläche, im Wickelkopfraum (im Gegensatz zum blechteilseitigen Raum) eine möglichst hohe Geschwindigkeit erzielt wird, sodass der Wärmeübergang hier maximiert wird. Je nach erreichten Geschwindigkeiten kann damit die Kühlung wesentlich erhöht werden, sodass sich das Gleichgewicht des Wärmestromes von der Blechmantelseite hin zur wickelkopfraumseitigen Wärmeübergangs hin radial nach außen verschiebt.

Um den Wärmeübergang an der Wassermantelinnenfläche zu erhöhen wird der Fluidstrom zuvor durch eine „Düse“ geführt die eine „konusartige“ Verjüngung darstellt. Dabei ist der Konus nicht notwendigerweise gerade, sondern in irgendeiner Form gebogen derart, dass eine Verjüngung in Richtung Austritt hin erfolgt. Diese Strömungsverjüngung führt zu einer beschleunigten Strömung, wobei wesentlich ist, dass der Oberteil gerade ist, in der Projektion, zylindrisch in Bezug auf die Rotation. Die Strömung „schießt“ so über die Wassermantel / Kühlflächeninnenseite.

Um diese Strömung zu erreichen muss eine Zufuhr und eine Abfuhr der Strömung in den Wickelkopfraum erfolgen. Dabei ist in der Variante 1 die Zufuhr von einem Radiallüfter der auf die Welle aufgesetzt ist. Dies erfolgt so dass in der Zeichnung der außenseitige Raum, Deckel, Abschlussfläche angrenzende wird. Entweder geschieht dies indem dort keine Deckscheibe des Lüfters ist oder eine sehr eng an die Außenseite angrenzende

Bernhard Heiden

01570

Deckscheibe ausgeführt wird (vgl. Fig.2 VARIANTE 1). Die Zufuhr erfolgt dabei auf der wellenseitig zugewandten Seite des Lüfters, sodass der Strömungskreis geschlossen ist in einer ansonsten geschlossenen Maschine.

Variante 2 bedeutet dass mittels einer außenseitigen Verdichtung des Fluids ein Druckgradient derart aufgebaut wird, dass eine Strömung mit einer Hochgeschwindigkeitskomponente an der Innenseite des Wassermantels / der Kühlfläche erfolgt wie oben beschrieben.

Eine Möglichkeit dies zu erreichen ist einen Torus der innen hohl ist (Hohltorus) mit am Umfang (gleichmäßig) verteilten Rohrabstechern in Achsrichtung auszuführen die eine Fluid zu/-Abfuhr vom Innen in den Außenraum des GM ermöglichen. Dabei ist das Besondere an Variante zwei dass wie abgebildet die Zufuhr relativ nahe an der Welle erfolgt und direkt in den „konusartigen Stromrichterraum“ eingeführt wird. Wichtig ist auch dass dieser „dicht“ ist sodass keine unmittelbare „hydraulische Kurzschlussströmung“ - bzw. Rückströmung erfolgen kann, was durch diese Konstruktion weitgehend gewährleistet sein sollte. Die Rückströmung erfolgt auch über und durch die Wickelköpfe. Wobei durch die stark konvektive Gesamtströmung auch ein besserer Wärmeübergang an den Wickelköpfen zu vermuten ist bzw. erfolgen wird.

Variante 3 (VARIANTE 3 in Fig.2) ist der Variante 2 insofern ähnlich als die Strömung auch von außen

Bernhard Heiden

# 01570

beschleunigt wird (Verdichtung), angedeutet durch das Verdichtungssymbol. Der Unterschied liegt hier insbesondere darin dass der Strömungseinlass an der Oberseite erfolgt und normal zur Drehachsrichtung erfolgt. Es erfolgt wieder eine „konusartige“ Verjüngung und eine ausreichende Länge des Einlaufes um eine direkte Rückströmung zum Eintritt und andererseits eine Strömungsvergleichmäßigung zu erreichen.

Zu der Verbindung zwischen den beiden Hohltori betreffend Variante 2 und Variante 3 oder Kombinationen mit diesen, ist anzuführen dass es hier zwei Varianten gibt. Entweder eine Verbindung mit einem Kompressor/Verdichter/Pumpe - wobei physikalisch eine Verdichtung des Fluids erfolgt, sodass ein Druckgradient gegeben ist ( $dp/dx$ ) (Differentielle Druckänderung geteilt durch differentielle Ortsänderung), oder aber mit n sodass sich eine Art sternförmiges Muster ergibt - abgebildet in Fig.2 bei Variante 3 bzw. in Fig.2 beschrieben unter (y)a.) und b.).

Beliebige Kombinationen zwischen den Varianten sind auch denkbar, machbar.

Insbesondere Variante 1 und Variante 2 genannt Variante 12.

Insbesondere Variante 1 und Variante 3 genannt Variante 13.

Insbesondere Variante 1-3 genannt Variante 123.

Bernhard Heiden

01570

Insbesondere Variante 2 und Variante 3 genannt  
Variante 23.

1. Die Wickelkopfraumhochgeschwindigkeitskühlung, dadurch gekennzeichnet, dass im Wickelkopfraum eines Generators/Motors (GM) die Luft mit erzwungener Konvektion bzw. einer hohen Geschwindigkeit bezogen auf den Laminar/Turbulenzumschlag so geführt wird, dass der Wärmeübergang in einem GM auf einen an den Wickelkopfraum angrenzenden Wassermantelraum (Fig.1, Fig.2) oder an ein angrenzendes Rippensystem (Fig.3), oder eine beliebiges Kühlsystem erhöht ist und damit die mögliche Gesamtwärmeabfuhr mittels des bestehenden außenseitigen Kühlsystems erhöht ist, sodass eine Leistungssteigerung in dem bestehenden Bauraum erzielt werden kann oder aber die Wicklungstemperaturen im GM gesenkt wird.

2. ...nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochgeschwindigkeitsströmung innerhalb des GM erreicht wird indem gemäß Fig.2 Variante 1 die Strömung durch einen auf der Welle aufsitzenden Radiallüfter beschleunigt wird und in einer Vorrichtung die eine gebogene Kurve (~Viertelkreis) (Beispiel für Projektion in Tafelebene in Fig.2 Variante 1), rotiert um die Drehachse aus Blech, Kunststoff, Verbundmaterial etc. ist.

3. ... nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 Variante 2 von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer „Kompressoren“ (Verdichter, Fluidpumpen, Ventilatoren, Druckluft etc.) dem Wickelkopfraum drehachsnahe zugeführt wird wobei

Bernhard Heiden



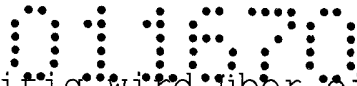
eine Umlenkung in einem „konusartigen“ Gebilde wie abgebildet erfolgt in dem eine Umlenkung und eine Beschleunigung der Strömung erfolgt sodass die parallel zur Drehachse auf der Innenseite des Wassermantels /der Kühlfläche herausschießt und damit den Wärmeübergang dort wesentlich erhöht und damit eine wesentlich verbesserte Wärmeabfuhr ermöglicht und damit eine Leistungssteigerung bei gleicher Baugröße, da die wesentliche Größe die Wicklungstemperaturen in der Maschine sinken und so die Temperaturklassen (erlaubte Temperaturen gemäß dem Wicklungsisolationssystem) besser ausgenützt werden können.

4. ... nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 Variante 3 von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren dem Wickelkopfraum zugeführt wird. Dabei gelten die Ausführungen sinngemäß wie in Anspruch 3.

5. ... nach den Ansprüchen 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 „Variante 12“ von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren dem Wickelkopfraum zugeführt wird. Dabei gelten die Ausführungen sinngemäß wie in Anspruch 3. Gleichzeitig wird über einen Radialluefter Luft zugeführt.

6. ... nach den Ansprüchen 1, 2 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 „Variante 13“ von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren dem Wickelkopfraum zugeführt wird. Dabei gelten die Ausführungen sinngemäß wie in

Bernhard Heiden



Anspruch 3. Gleichzeitig wird über einen Radiallüfter Luft zugeführt.

7. ... nach den Ansprüchen 1, 3 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 „Variante 23“ von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren dem Wickelkopfraum zugeführt wird. Dabei gelten die Ausführungen sinngemäß wie in Anspruch 3. Dabei wird die Luft sowohl achsnahe wie achsferne zugeführt.

8. ... nach den Ansprüchen 1, 2, 3 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Fig.2 „Variante 123“ von außen Luft zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren dem Wickelkopfraum zugeführt wird. Dabei gelten die Ausführungen sinngemäß wie in Anspruch 3. Dabei wird die Luft sowohl achsnahe wie achsferne zugeführt. Gleichzeitig wird über einen Radiallüfter Luft zugeführt.

011670

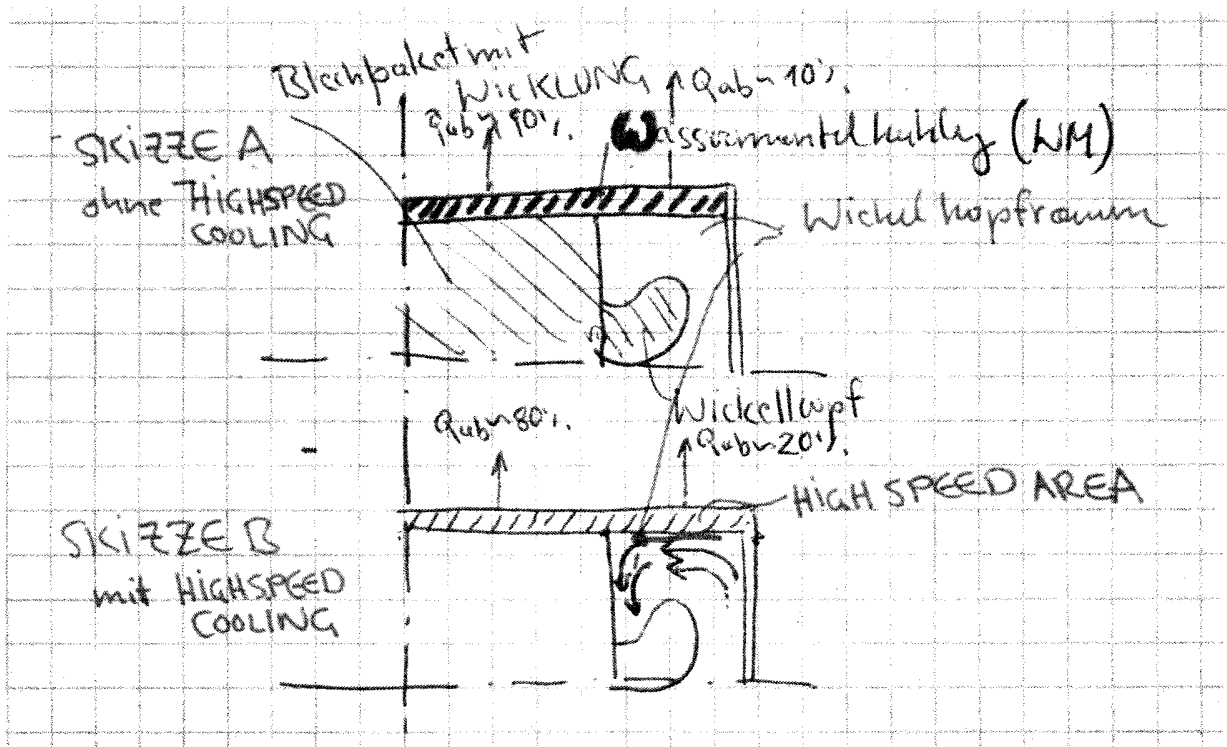


Fig. 1 (SKIZZE A, SKIZZE B)

011670

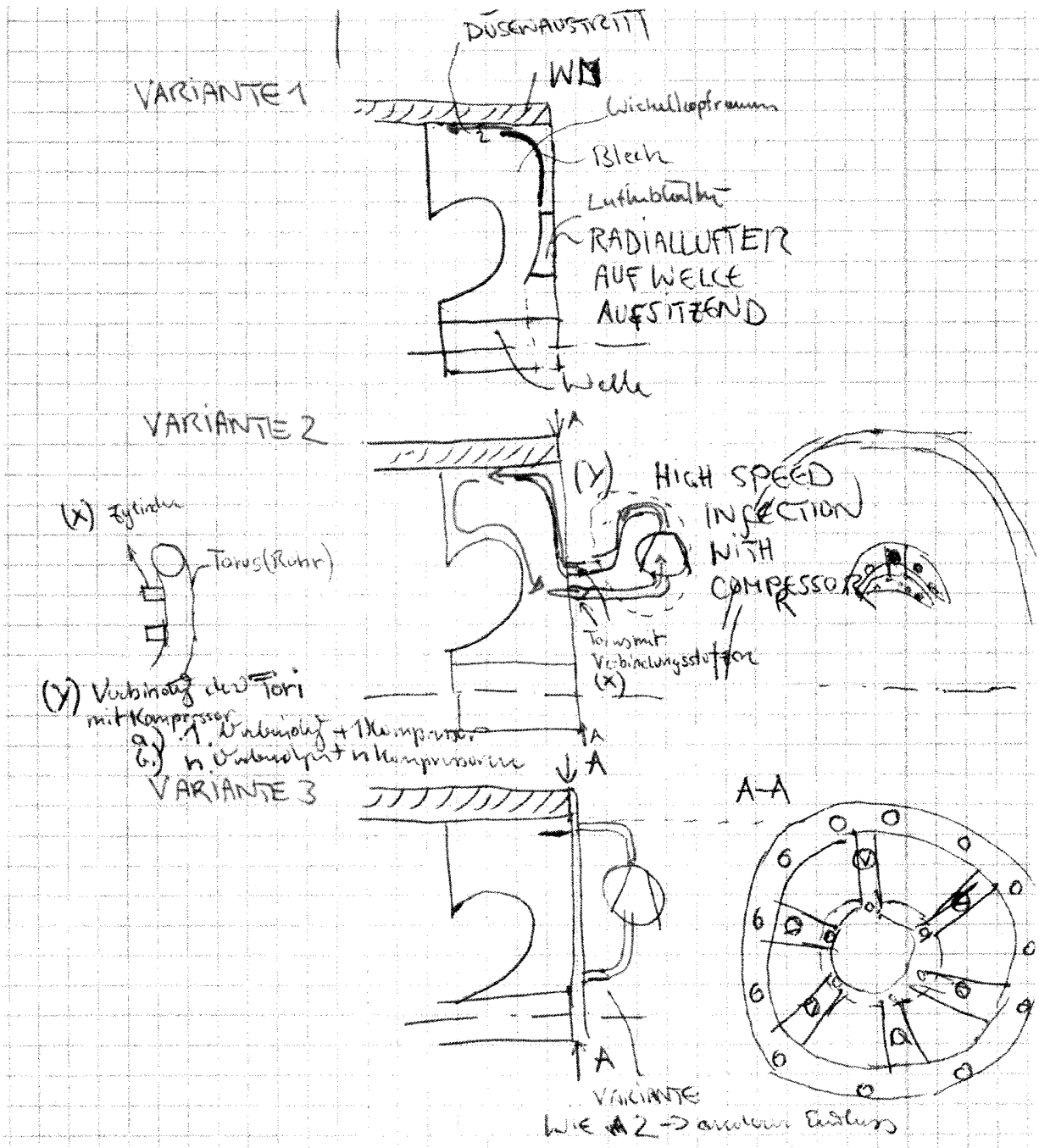
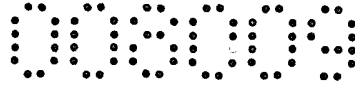


Fig. 2 (VARIANTE 1, VARIANTE 2, VARIANTE 3)



Patentansprüche:

1. Kühlung für einen Wickelkopfraum, dadurch gekennzeichnet, dass das in ihm enthaltene Fluid an der Innenseite (10) der Wassermantelkühlung (4) mit erhöhter Geschwindigkeit geführt wird.
2. Kühlung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid durch einen auf der Welle (12) aufsitzenden Radiallüfter (11) beschleunigt wird und in einer Vorrichtung (17), die eine gebogene Kurve, beispielsweise einen Viertelkreis, ausbildet, an die Innenseite (10) gelenkt wird.
3. Kühlung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Fluid Luft von außen zugeführt wird, die mittels eines oder mehrerer Kompressoren, bzw. Verdichter, Fluidpumpen, Ventilatoren, Druckluft, etc., dem Wickelkopfraum (7) drehachsnahe zugeführt wird, und dass eine Umlenkung und Beschleunigung in einem konusartigen Gebilde erfolgt, sodass sie parallel zur Drehachse (5) auf der Innenseite (10) des Wassermantels /der Kühlfläche (4) herausschießt.
4. Kühlung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Radiallüfter (11) vorgesehen ist.