



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 544 025 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91120058.2**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F01C 1/22**

22 Anmeldetag: **25.11.91**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.06.93 Patentblatt 93/22**

71 Anmelder: **Riedl, Michael**  
**St. Nikolausgasse 1**  
**A-6020 Innsbruck(AT)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

72 Erfinder: **Riedl, Michael**  
**St. Nikolausgasse 1**  
**A-6020 Innsbruck(AT)**

54 **Rotationskolbenmaschine für kompressible und nicht kompressible Medien.**

57 Das zu fördernde Medium tritt in der Ansaugphase über einen der beiden Einlaßkanäle (14) und die Durchführung durch den Rotationskolben (3) in den Arbeitsraum (20) ein. Über die selbe Durchführung durch den Rotationskolben (3) wird das Medium nach Abschluß der Ansaugphase am oberen Totpunkt in der folgenden Ausschiebephase durch die Auslaßkanäle (15) ausgeschoben. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) beginnt stirnseitig bei den Einlaß- Auslaßkanälen, macht im Rotationskolben (2) einen rechtwinkligen Bogen und endet im Arbeitsraum (20). In Umfangsrichtung sind abwechselnd zwei Einlaßkanäle (14) und zwei Auslaßkanäle (15) mit einem Trennsteg dazwischen erforderlich.

Da in der Ansaugphase und Ausschiebephase der Mediumsstrom in gleichem Maße zunimmt und abnimmt, kann konstanter Mediumsstrom erreicht werden, indem mit einem geeigneten Getriebe oder Hebelsystem bewirkt wird, daß der Rotationskolben bei Leistungsüberschuß gegenüber der Welle voreilt und bei Leistungsmangel nacheilt. Die durch die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens entstehenden freien Massenkräfte werden durch eine gegenläufig vor- und nacheilende Schwungscheibe ausgeglichen.

Rotationskolbenmaschinen können mit den gegenständlichen Erfindungen je nach technischer Ausführung mit kompressiblen oder nichtkompressiblen Medien betrieben werden. Abhängig von der Energierichtung arbeiten sie als Kraftmaschine (Turbine) oder Arbeitsmaschine (Motor). Je nach technischer Ausführung ist geregelter oder ungeregelter Betrieb in beiden Drehrichtungen möglich. Dies wird so durchgeführt, daß die Ausschiebephase in Umfangsrichtung verkürzt wird und das Medium in die Ansaugleitung zurückgeschoben wird.

Anwendungen für Rotationskolben gegenständlicher Erfindungen sind:

Hydraulikmaschinen in der Betriebsart Hydraulikmotor oder Hydraulikturbine, Pumpen für kompressible und inkompressible Medien, Lüfter, Gasturbinen, Dampfturbinen usw. Die Maschinen können jeweils wahlweise mit oder ohne konstante Förderung konzipiert werden.

Die Vorteile der Rotationskolbenmaschinen mit gegenständlichen Erfindungen sind vor allem hoher Wirkungsgrad, ruhiger vibrationsfreier Lauf, gutes Ansaugvermögen, konstante Förderung hohe Drehzahlen und kompakte Bauweise.

EP 0 544 025 A1



**TECHNISCHES GEBIET AUF DAS SICH DIE ERFINDUNG BEZIEHT:**

Die gegenständliche Erfindung bezieht sich auf Rotationskolbenmaschinen.

Rotationskolbenmaschinen können mit den gegenständlichen Erfindungen je nach technischer Ausführung mit kompressiblen sowie nichtkompressiblen Medien betrieben werden. Abhängig von der Energierichtung arbeiten sie als Kraftmaschine (Dampfmaschinen Turbinen etc.) oder Arbeitsmaschine (Pumpen). Weiters ist je nach technischer Ausführung geregelter oder ungeregelter Betrieb in beiden Drehrichtungen möglich. Bei Anwendung der entsprechenden Neuentwicklungen kann konstante Förderung ohne freie Massenkräfte erreicht werden. Zusätzlich kann mit zwei Rotationskolbenmaschinen in einer Einheit als Kraftmaschine und Arbeitsmaschine durch Regelung des Mediumsstromes mit einem Durchflußregelventil zwischen Kraftmaschine und Arbeitsmaschine Drehzahlübersetzung und auch eine Hydraulikkupplung verwirklicht werden.

**BISHERIGER STAND DER TECHNIK:**

Die Epitrochoidenform ist aus der Mathematik schon seit langem bekannt. Erstmals erlangte dieses Konstruktionsprinzip Bedeutung beim nach seinem Erfinder benannten Wankelmotor. Üblich ist die zweibogige Ausführung. Der innenliegende Rotationskolben hat bei zweibogigem Gehäuse drei Eckpunkte und drei Seiten. Damit ergeben sich drei Arbeitsräume. Für den Transport und die Verdichtung von kompressiblen Medien (z. B. Luft) oder inkompressiblen Medien (z. B. Hydrauliköl) gibt es derzeit je nach technischem Erfordernis eine ganze Reihe von Maschinen. Im wesentlichen kann man jedoch zwischen Kolbenmaschinen und Strömungsmaschinen unterscheiden. Zur Erzeugung höherer Drücke werden vorwiegend Kolbenmaschinen verwendet. Grundlage der Kolbenmaschine bildet ein sich periodisch verändernder Arbeitsraum. Der Arbeitsraum wird mit dem zu transportierenden kompressiblen oder nichtkompressiblen Medium gefüllt. Sein Druck steigt bei der Kompression und fällt bei der Expansion in abwechselnder Folge. Dazwischen respektive bei nichtkompressiblen Medien gleichzeitig findet der Ladungswechsel mit Ansaugen und Ausschleiben statt. Technische Ausführungsformen sind hier Kolbenverdichter auch in Ausführungen mit mehreren Kolben (Kompressoren), Flügelzellenverdichter, Schraubenkompressoren sowie das Roots-Gebläse.

Die Kolbenmaschinen arbeiten nach dem Verdrängungsprinzip durch Vergrößern und Verkleinern des Arbeitsraumes.

Die zweite Gruppe der Maschinen für Transport und Verdichtung von Medien sind die Strömungsmaschinen. In Strömungsmaschinen wird über einen mit Schaufeln bestückten Läufer oder Rotor an einem kontinuierlich stömenden Medium entweder Arbeit geleistet und ihm dadurch Energie zugeführt oder es wird dem strömenden Medium Energie entzogen und in mechanische Arbeit umgewandelt. Die Durchströmrichtung kann axial, radial oder diagonal sein. Kennzeichnend für Strömungsmaschinen ist, daß das Medium durch die Schaufeln beschleunigt wird und die Strömungsenergie beim Austritt wieder in Druckenergie rückgeführt wird. Technische Ausführungsformen sind Kreiselpumpen, Axialverdichter, Radialverdichter etc.

An hydraulischen Kupplungen ist vor allem die "Föttinger Kupplung" bekannt.

**WÜRDIGUNG DES BISHERIGEN STANDES DER TECHNIK:**

Die bisherigen technischen Lösungen sind für eine Reihe von Anwendungen nicht sehr vorteilhaft. So haben die Kolbenmaschinen den Nachteil, daß das Medium nicht kontinuierlich transportiert wird. Weiters hängt die Menge des transportierten Mediums von der Drehzahl ab. Die Verdichtung hängt nur vom Verdichtungsverhältnis ab. Außerdem treten bei den Kolbenmaschinen freie Massenkräfte auf. Die Arbeitsweise als Kraftmaschine ist bei den Kolbenmaschinen schwer möglich.

Bei den Strömungsmaschinen besteht vor allem der Nachteil, daß das Medium erst beschleunigt werden muß, um dann in Druckenergie rückgeführt werden zu können. Vorteilhaft gegenüber den Kolbenmaschinen ist hingegen, daß das Medium kontinuierlich transportiert wird und keine freien Massenkräfte vorhanden sind.

Rotationskolbenmaschinen zur Verwendung als Pumpen sind in den Erfindungen [DE 2 021 513, DE 2 242 247, DE A1 2 402 084 und 0 094 379 A1] vorgeschlagen. Jedoch konnten die den Kolbenmaschinen anhaftenden Nachteile nicht ausgeräumt werden.

**DARSTELLUNG DER ERFINDUNG:**

Diese verschiedenen Nachteile sollen nun mit den gegenständlichen Erfindungen aufgehoben werden.

Zunächst wird zwischen kompressiblem und nicht kompressiblem Medium unterschieden.

5 Muß der Druck eines kompressiblen Mediums (z. B. Luft) erhöht werden, erfährt dieses ja auch eine Volumenreduktion. Bei einem nicht kompressiblen Medium (z. B. Hydrauliköl) findet hingegen keine nennenswerte Volumenreduktion statt. Es sind daher für die Rotationskolbenmaschine je nach transportiertem Medium auch verschiedene Bauformen zweckmäßig. Die Kraftübertragung vom Rotationskolben auf die Welle erfolgt mit einem Exzenter. Der Mittelpunkt des Rotationskolbens hat einen konstanten Abstand  
10 (nämlich die Exzentrizität) zum Mittelpunkt der Welle und damit auch des Gesamtsystems.

Bei den nachfolgenden Beschreibungen wird stets von einer zweibogigen Rotationskolbenmaschine ausgegangen. Die Drehrichtung ist wenn nicht anders angegeben gegen den Uhrzeigersinn. Der Stand der Umdrehung wird in Grad angegeben.

15 Zunächst wird eine allgemeine Darstellung der Erfindungen gegeben. Die spezifische Beschreibung anhand der Zeichnungen erfolgt im nächsten Kapitel.

**DARSTELLUNG EINER MASCHINE ZUR UNGEREGLTEN FÖRDERUNG EINES NICHT KOMPRESSIBLEN MEDIUMS (ARBEITSWEISE ALS PUMPE)**

20 Die Rotationskolbenmaschine gehört zur Gruppe der Kolbenmaschinen. Die Energieumsetzung findet ausschließlich durch Vergrößern und Verkleinern des Arbeitsraumes statt. Die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums soll also eher niedrig gehalten werden.

Das zentrale Problem ist vorerst die Situierung der Einlaßkanäle und Auslaßkanäle, um den Ladungswechsel in den Arbeitsräumen zu ermöglichen. Folgende Forderungen müssen erfüllt werden:

- 25 1.) Es muß bei inkompressiblen Medien gewährleistet sein, daß während der gesamten Umdrehung des Rotationskolbens jeder Arbeitsraum entweder zur Druck- oder zur Saugleitung hin offen ist.  
2.) Die Umschaltphasen müssen so beschaffen sein, daß der Umschaltbereich rasch überfahren wird und kein Kurzschluß zwischen Druck- und Saugleitung eintreten kann.  
3.) Es muß im Umschaltbereich der Mediumsfluß gegen 0 gehen. 4.) Es muß stets ausreichender  
30 Durchflußquerschnitt gegeben sein.

Um diese Forderungen verwirklichen zu können wird erfindungsgemäß der sich drehende Rotationskolben für die Umschaltung der drei Arbeitsräume zwischen Ansaugleitung und Ausschleibeleitung zu Hilfe genommen.

Das Medium gelangt während der Ansaugphase ausgehend von der Ansaugleitung über den Einlaßkanal im Ein- und Auslaßflansch und die Durchführung durch den Rotationskolben (je Arbeitsraum eine) in den  
35 Arbeitsraum. Über die selbe Durchführung durch den Rotationskolben gelangt das Medium nach dem Weiterdrehen während der Ausschleibephase über den Auslaßkanal im Ein- und Auslaßflansch weiter in die Druckleitung. Die Einlaßkanäle und Auslaßkanäle werden so angeordnet, daß die Rotationskolbendurchführung während der Ansaugphase mit der Ansaugleitung in Verbindung steht und während der Druck- bzw.  
40 Ausschleibephase mit der Druckleitung.

Die Kolbendurchführung beginnt an der Stirnseite des Kolbens, macht im Kolben einen rechtwinkligen Bogen, verläuft radial nach außen weiter und endet im Arbeitsraum.

Die Mediumssteuerung erfolgt also über die Schlitzsteuerung. (Im Gegensatz zur bei Kolbenmaschinen üblichen Steuerung mit druckabhängig oder gesteuert arbeitenden Ein- und Auslaßventilen je Zylinder).

45 Die zwei Einlaßkanäle im Ein- Auslaßflansch reichen etwa von 100 bis 170 Grad und von 280 bis 350 Grad. Die zwei Auslasskanäle reichen von 10 bis 80 und von 190 bis 260 Grad. Diese Einteilung gilt unter der Voraussetzung, daß der Durchführungskanal durch den Rotationskolben in der Mitte zwischen zwei Eckpunkten des Rotationskolbens verläuft (siehe Figur 10). Zwischen den Ein- und Auslaßkanälen steht ein Trennsteg. Dieser Trennsteg hat mindestens die selbe Breite wie der Durchführungskanal durch den  
50 Rotationskolben um Kurzschluss zwischen Einlaß- und Auslaßkanal zu vermeiden.

Für die Situierung des Umschaltpunktes wäre es naheliegend, diesen wie vorstehend geschildert bei 0, 90, 180, und 270 Grad zu situieren. Dies ist allerdings nicht immer vorteilhaft. Zu bedenken ist hierbei, daß der Rotationskolben infolge der Epitrochoidenform nicht rotationssymmetrisch und auch nicht auf einer Kreisbahn umläuft. Daher laufen auch die Durchführungskanäle durch den Rotationskolben nicht rotationssymmetrisch um. Dies führt dazu, daß der Bereich bei 90 Grad und 270 Grad rasch überfahren wird, während  
55 der Bereich um 0 Grad und 180 Grad langsam überfahren wird. Erforderlich ist jedoch, daß alle vier Umschaltbereiche möglichst rasch überfahren werden. Daher werden die Kanäle durch den Rotationskolben und die Einlaßkanäle und Auslaßkanäle so angeordnet, daß die Umschaltung stets möglichst rasch vor sich

geht. Dies ist dann der Fall, wenn die Umschaltunkte bei etwa 60, 120, 240 und 300 Grad angeordnet sind. Der optimale Umschaltpunkt bei z. B. etwa 120 Grad wird erhalten, wenn von den Schnittpunkten des Exzentrizitätskreises mit dem Koordinatenkreuz von 0 Grad durch 90 Grad eine Schnittlinie gelegt wird.

Die genaue Situierung hängt von der konstruktiven Auslegung ab.

- 5 Die Umschaltunkte sind den oberen und unteren Totpunkten bei der Kolbenmaschine vergleichbar. Die Förderung nimmt entlang einer Sinuskurve zu, erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Die zweibogige Rotationskolbenmaschine verhält sich also hinsichtlich der Förderung etwa wie eine Hubkolbenmaschine mit drei Zylindern. Freie Massenkräfte treten keine auf.

10 **WIRD HINGEGEN ROTATIONSSYMMETRISCHER LAUF GEFORDERT, IST FOLGENDE MAßNAHME ERFORDERLICH:**

Rotationssymmetrischer Lauf bedeutet, daß kontinuierliche Förderung bei konstantem Druck konstante Rotation an der Antriebswelle hervorruft.

- 15 Bei der Kolbenmaschine mit auf und nieder gehenden Kolben ist dies ja nicht der Fall.

Bei der Rotationskolbenmaschine, wie sie oben technisch dargestellt wurde ist dies ebenfalls noch nicht der Fall. Sie verhält sich hydraulisch etwa wie eine Kolbenmaschine mit drei Zylindern, allerdings ohne freie Massenkräfte.

Erfindungsgemäß werden folgende Möglichkeiten vorgeschlagen um Rotationssymmetrie zu erreichen:

- 20 Aus der Geometrie ergibt sich, daß Zu- und Abfluß auf der Druck- und Saugseite mit gleicher Amplitude nach einer Sinusfunktion steigen und fallen. Die in tangentialer Richtung am Exzentrizitätskreis wirksame Antriebskraft ändert sich ebenfalls entlang einer Sinusfunktion beim Ansaugen und Verdichten. Es muß daher zur Erreichung von Rotationssymmetrie mit einer geeigneten Maßnahme erreicht werden, daß der Rotationskolben in Relation zur Antriebswelle bei Leistungsüberschuß (des Rotationskolbens) vorausseilt und  
25 bei Leistungsmangel nacheilt. Es wird also der Rotationskolben nicht direkt mit der Antriebswelle gekuppelt sondern über ein Getriebe, das die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens technisch bewerkstelligt.

Technische Ausführungsformen zur Erreichung der Vor- und Nacheilung sind z. B. Zahnräder mit engerem und weiterem Zahnabstand, Zahnräder mit größerem und kleinerem Radius (unrunde Zahnräder) ein Planetengetriebe oder auch ein Zykloidgetriebe etc. Diese Zahnräder und Getriebe sind Stand der  
30 Technik.

Erfindungsgemäß wird noch eine Lösung vorgeschlagen, die ohne Zahnräder auskommt. Dazu wird die Verbindung zwischen Rotationskolben und Antriebswelle mit drei Hebelarmen hergestellt. Der Steuerhebelarm wird in einer Führungsbahn so gesteuert, daß die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens durch die Hebelbewegung verwirklicht wird.

- 35 Die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens ruft nun allerdings freie rotatorische Massenkräfte hervor. Diese Massenkräfte müssen durch eine gegenläufig zum Rotationskolben vor- und nacheilende Schwungscheibe ausgeglichen werden. Die gegenläufige Vor- und Nacheilung der Schwungscheibe wird ebenfalls mit unrunderen Zahnrädern oder mit dem geschilderten Hebelsystem realisiert.

40 **REGELUNG DER DURCHFLUSSMENGE VON 0 - 100 %**

- Wie bereits dargestellt wurde, hängt bei Kolbenmaschinen die Fördermenge von der Drehzahl ab. Für verschiedene Anwendungsfälle wäre es allerdings vorteilhaft, wenn dieser Zusammenhang nicht gegeben wäre. Dies ist bei der Rotationskolbenmaschine mit gegenständlicher erfindungsgemäßer Entwicklung  
45 möglich.

Das Medium wird nach dem Ansaugen z. B. von 90 bis 180 Grad nicht über den Auslaßkanal weitertransportiert, sondern wieder in den Einlaßkanal zurückgeschoben. Dies wird technisch so ermöglicht, daß der Trennsteg zwischen Einlaß und Auslaß bei 0 und 180 Grad gegen den Uhrzeigersinn verschiebbar bis 90 bzw. 270 Grad angeordnet wird.

- 50 Damit werden die Einlaßkanäle entsprechend der Einstellung der Trennstege in Umfangsrichtung verlängert und die Auslaßkanäle verkürzt. Das Medium wird so nach Überfahren des unteren Totpunktes wieder in die Einlaßkanäle zurückgeschoben.

Die Durchflussmenge kann damit von 0- 100 % geregelt werden. Im Betrieb als Kraftmaschine ist damit Anfahren nur bedingt möglich. Die Rotationskolbenmaschine dreht sich nur, wenn zumindest eine Durchfüh-  
55 rung durch den Rotationskolben über einem Einlaßkanal steht.

Eine Möglichkeit, um im durchflußgeregelten Betrieb immer anfahren zu können ist, einzelne Einlaßkanäle, die von der Durchführung durch den Rotationskolben überfahren werden zu schaffen, und diese Einlaßkanäle während der Startphase mit verdichtetem oder mit Druck beaufschlagtem Medium zu speisen.

Bei Regelung der Durchflußmenge müssen infolge pulsierendem Durchfluß ausreichend Druckspeicher (Windkessel) vorgesehen werden.

#### **DREHRICHTUNGSUMKEHR, MOTORBETRIEB UND TURBINENBETRIEB:**

5

Entsprechend der erfindungsgemäßen Konstruktion ist Drehrichtungsumkehr möglich, indem die Flussrichtung des Mediums durch die Rotationskolbenmaschine umgekehrt wird. Ebenso ist fließender Übergang zwischen Motorbetrieb und Turbinenbetrieb lediglich durch Umkehrung der Energierichtung möglich. Anfahren im unregelmäßigen Turbinenbetrieb ist bei nicht kompressiblen Medien ebenfalls problemlos möglich, da stets mindestens ein Arbeitsraum von der Druckleitung beaufschlagt ist.

10

#### **ROTATIONSKOLBENMASCHINE FÜR KOMPRESSIBLE MEDIEN:**

Prinzipiell kann die Rotationskolbenmaschine in der geschilderten Ausführung für nicht kompressible Medien mit durchgehenden Einlaß- und Auslaßschlitzen auch für kompressible Medien verwendet werden. Vorteilhaft ist diese Ausführungsform allerdings nur, wenn lediglich Transport des Mediums und keine größere Druckerhöhung (Verdichtung) gefordert ist. Zur Verdichtung des kompressiblen Mediums (z. B. Luft) ist eine andere Bauform für die Rotationskolbenmaschine zweckmäßig. Regelung des Mediumsstromes von 0 bis Maximum ist möglich. Konstante Förderung ohne Änderung der Drehzahl ist nur bei unregelmäßigen Rotationskolbenmaschinen für kompressible Medien möglich. Rotationssymmetrischer Lauf ist für ein gegebenes Medium ebenfalls möglich.

15

20

#### **ROTATIONSKOLBENMASCHINE FÜR KOMPRESSIBLE MEDIEN: ARBEITSWEISE ALS MOTOR (VERDICHTER, KOMPRESSOR):**

25

Die Rotationskolbenmaschine in der betrachteten Ausführung wird von einem Motor (z. B. Elektromotor) gegen den Uhrzeigersinn angetrieben.

Das zu verdichtende Medium wird von 90 bis 180 Grad (270 bis 360 Grad) über den Einlaßkanal angesaugt. Von 180 bis 270 Grad (0 bis 90 Grad) wird das Medium im Arbeitsraum verdichtet und erst bei 270 Grad (90 Grad), wenn es bereits verdichtet wurde ausgeschoben. Ist nur Förderung und keine größere Druckerhöhung gefordert, kann auch bereits früher (z. B. bei 260 Grad und 80 Grad) mit dem Ausschoben des komprimierten Mediums (z. B. Luft) begonnen werden. Dies gilt für die Anwendung z. B. als Lüfter.

30

#### **ROTATIONSKOLBENMASCHINE FÜR KOMPRESSIBLE MEDIEN: ARBEITSWEISE ALS TURBINE (KRAFTMASCHINE):**

35

Im Betrieb als Kraftmaschine (z. B. für druckluftbetriebene Werkzeugmaschinen) ist folgende Lösung erforderlich:

Das verdichtete Medium (Druckluft) wird an der Stelle mit dem kleinsten Arbeitsraumvolumen  $V_{\min}$  eingebracht. Dies ist bei 90 und 270 Grad am oberen Totpunkt der Fall. Um eine definierte Drehrichtung in diesem Fall gegen den Uhrzeigersinn zu erhalten, muß die Einlaßöffnung etwa bei 100 bzw. 280 Grad liegen, damit der Rotationskolben beim Anfahren nicht wieder über den oberen Totpunkt zurückdreht. Bei der Arbeitsweise als Kraftmaschine entspannt sich das Medium bis 180 bzw. 0 Grad und verrichtet dabei die mechanische Arbeit durch Entspannen des Mediums. Während der Rotation von 180 bis 270 bzw. 0 bis 90 Grad wird das entspannte Medium über den Auslaßkanal ausgeschoben. Es muß also von 180 bis 270 und von 0 bis 90 Grad ein durchgehender Auslaßkanal geschaffen werden.

40

45

Der Unterschied zu den Maschinen für nicht kompressibles Medium ist, daß von 90 bis 180 (270 bis 360 Grad) kein Medium nachgeschoben wird. Die Antriebsarbeit wird ja durch Entspannung der komprimierten Luft verrichtet. Eine Besonderheit bei der Verwendung als Kraftmaschine ist, daß im ungünstigen Fall, wenn keine Durchführung durch den Rotationskolben über einem Einlaßkanal steht, sich der Rotationskolben nicht drehen kann. Diesem Problem wird damit begegnet, daß von 100 bis 160 Grad (280 bis 340 Grad) kleine Einlaßkanäle oder einzelne Öffnungen installiert werden. Während der Startphase kann Druckluft an diese Kanäle angelegt werden. Wenn eine Durchführung durch den Rotationskolben über diesen gesonderten Einlaßkanälen steht, strömt die Druckluft in den entsprechenden Arbeitsraum. Diese Anfahröffnungen können bei erhöhtem Leistungsbedarf auch betriebsmäßig mit Druckluft gespeist werden. Zur teilweise entspannten Druckluft kommt neue verdichtete Druckluft und damit ein erhöhtes Drehmoment.

50

55

**DARSTELLUNG DER MATHEMATISCHEN ZUSAMMENHÄNGE**

Bei der nachfolgenden Beschreibung der mathematischen Zusammenhänge wird stets von einer zweibogigen Rotationskolbenmaschine ausgegangen. Die Drehrichtung ist gegen den Uhrzeigersinn und beginnt bei 0 Grad. Der Stand der Umdrehung wird in Grad (0 bis 360) angegeben. Die drei Arbeitsräume werden mit I, II und III bezeichnet. Die den Arbeitsräumen gegenüberliegenden Ecken des Rotationskolbens werden mit 1, 2 und 3 bezeichnet.

**GEOMETRISCHE GESTALTUNG:**

10

Für die erfindungsgemäße Darstellung wurden folgende Hauptmaße gewählt:

Exzentrizität e : 12  
Abstand R : 108

15

Ge	Exzenterwellenwinkel
Gk	Rotationskolbenwinkel

$$Ge = 3 * Gk$$

20

Statt der Winkelbezeichnung phi wird hier G verwendet.

Das Verhältnis Abstand R zu Exzentrizität e wurde mit dem Verhältnis 9 : 1 festgelegt. Bei diesem Verhältnis enthält die umhüllende Epitrochoide keine Wendepunkte.

Die einzelnen Punkte Xn und Yn der Epitrochoide errechnen sich mit:

25

$$X_n = (e * \cos(Ge)) + (A * \cos(Ge/3))$$

$$Y_n = (e * \sin(Ge)) + (A * \sin(Ge/3))$$

**VOLUMEN DER ARBEITSRÄUME (KAMMERN):**

30

Zunächst wird untersucht, nach welcher mathematischen Beziehung sich das Volumen der Arbeitsräume berechnen lässt.

35

Dazu ist erkennbar, daß im Bereich OT bei 90 und 270 Grad das Arbeitsraumvolumen  $V_H$  ein Minimum hat und im Bereich UT bei 0 und 180 Grad das Maximum erreicht. Die Zunahme und Abnahme des absoluten Arbeitsraumvolumens erfolgt zwischen  $V_{min}$  und  $V_{max}$  nach der Funktion  $\sin^2$ .

Die Zunahme des Arbeitsraumvolumens dV von OT nach UT sowie die Abnahme des Arbeitsraumvolumens dV von UT nach OT in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit erfolgt nach einer Sinusfunktion. (siehe Figur 40)

40

Die Sinusfunktion ist bei der Rotationskolbenmaschine deshalb gegeben, weil keine Pleuelstange so wie bei der Hubkolbenmaschine für die Übertragung des Kolbenhubes auf die Kurbelwelle erforderlich ist, sondern sozusagen der Kolben direkt auf die Welle wirkt.

45

Bei den Totpunkten 0, 90, 180 und 270 Grad wo auch die Umschaltung zwischen Einlaß und Auslaß stattfindet, erreicht die Zu- und Abnahme des Volumenstromes ein Minimum und geht auf 0. Dies ist sehr vorteilhaft, da so zum Umschaltzeitpunkt zwischen Einlaß und Auslaß der Mediumsstrom 0 ist. Dazwischen steigt der Volumenstrom nach der Sinusfunktion an bis er bei 45, 135, 225, und 315 Grad ein Maximum erreicht um dann wieder abzunehmen und gegen 0 zu gehen.

Es ergeben sich sohin folgende mathematische Beziehungen:

50

$$V_H = V_{min} + ((V_{max} - V_{min}) * (\sin(Gk))^2) \quad \text{für das absolute Arbeitsraumvolumen}$$

$$dV = (V_{max} - V_{min}) * (\sin(2 * dGk)) \quad \text{für das zu- und abnehmende Arbeitsraumvolumen im betrachteten Winkelabschnitt des Rotationskolbens.}$$

55

Es sind jeweils zwei Arbeitsräume mit dem Einlaßkanal und ein Arbeitsraum mit dem Auslaßkanal, bzw. ein Arbeitsraum mit dem Einlaßkanal und zwei Arbeitsräume mit dem Auslaßkanal verbunden.

Wo jeweils zwei Arbeitsräume mit dem Einlaßkanal oder zwei Arbeitsräume mit dem Auslaßkanal verbunden sind, können der Mediumsstrom und die Tangentialkraft dieser beiden Arbeitsräume addiert werden.

$V_{\max}$  und  $V_{\min}$  hängen ausser von den Hauptabmessungen insbesondere von der Gestaltung der Kolben ab. Es ist ein möglichst kleines  $V_{\min}$  anzustreben, da größeres  $V_{\min}$  Wirkungsgradverlust (Schadraum) insbesondere bei kompressiblen Medien bedeutet. Zum  $V_{\min}$  gehört auch die Durchführung durch den Rotationskolben in den Arbeitsraum.

#### KRAFTÜBERTRAGUNG:

10

Die Kraftübertragung zwischen Medium und Maschine findet auf den Kolbenflächen statt. Der Druck des Mediums kann als Flächenkraft gedacht werden. Sie wirkt lotrecht auf die Kolbenfläche und deren gedachte Wirkungslinie geht durch den Mittelpunkt des Rotationskolbens. Die Flächenkraft kann mit Hilfe der Winkelbeziehungen im Mittelpunkt des Rotationskolbens in einen radialen und tangentialen Anteil zerlegt werden. Zur Rotation trägt lediglich der tangential Anteil bei.

15

Wie die Auswertung ergibt, nehmen Radial- und Tangentialkraft entlang einer Sinusfunktion zu bzw. ab. Steht die Kolbenfläche bei 0, 90, 180 oder 270 Grad, ist die Tangentialkraft 0 und die Radialkraft hat ein Maximum. Bei 45, 135, 225 und 315 Grad erreicht die Tangentialkraft  $F_t$  das Maximum und die Radialkraft  $F_r$  geht gegen 0.

20

Es gilt daher:

$$F_t = F \cdot (\sin(2 \cdot G_k))$$

$$F_r = F \cdot (\cos(2 \cdot G_k))$$

$$F = A \cdot p \text{ (Kolbenfläche im Arbeitsraum} \cdot \text{ Druck des Mediums)}$$

25

Das gesamte auf die Exzenterwelle ausgeübte Drehmoment ergibt sich sohin mit

$$M_d = (F_{tI} + F_{tII} + F_{tIII}) \cdot e$$

30

Die Tangentialkräfte der drei Arbeitsräume müssen vorzeichenrichtig addiert werden.

#### VOR- UND NACHEILUNG DES ROTATIONSKOLBENS GEGENÜBER DER ANTRIEBSWELLE:

Für die nachfolgenden Erklärungen wird auf Figur 41 verwiesen:

35

Wird konstante Förderung gefordert, ist folgende Maßnahme erforderlich: Im Bereich von etwa 6,5 Grad bis 15 Grad (Rotationskolben) und Vielfachen davon eilt die Welle gegenüber dem Rotationskolben vor. Im Bereich 0 bis 6,5 Grad und Vielfachen, wo die Förderung kleiner ist, wird die Welle gegenüber dem Rotationskolben verzögert.

40

Aus übersichtsgründen sind Grad Rotationskolben und Grad Welle (Exzenterhilfswelle) hier identisch. Natürlich laufen Exzenterhilfswelle und Welle mit dreifacher Winkelgeschwindigkeit des Rotationskolbens. Dies bedeutet, daß sich ein kompletter Zyklus Vor- und Nacheilung nicht über 30 Grad wie in Figur 41 dargestellt erstreckt sondern über 90 Grad.

Die Welle rotiert also mit konstanter Winkelgeschwindigkeit. Der Rotationskolben eilt der Welle stets vor oder nach.

45

Vor- und Nacheilung für die betreffende Winkelauflösung (z. B. 1 Grad) kann folgendermaßen berechnet werden:

Im Bereich von 0 bis 30 Grad werden zunächst die Förderkurven der Arbeitsräume I und III addiert.

50

Im Bereich von 0 bis 15 Grad wird ausgehend vom Schnittpunkt der Kurve III mit der y-Achse die Fläche unter der addierten Kurve berechnet. Für den gewählten Winkelabschnitt (z. B. 1 Grad) wird die mittlere Fläche berechnet. Sie liegt etwa bei 6,5 Grad. Die mittlere Fläche wird dann durch die Flächen unter den Winkelabschnitten 1, 2, 3, bis 15 Grad dividiert. Man erhält so die korrigierten Winkelabschnitte. Im Bereich 0 bis 6,5 Grad sind sie kleiner als 1 Grad. Von 6,5 bis 15 Grad sind sie größer als 1. Die korrigierten Winkelabschnitte werden jeweils zu den vorher berechneten Winkelabschnitten addiert. Die Gesamtsumme dieser korrigierten Winkelabschnitte muß wieder 15 Grad sein.

55

Im Bereich von 15 bis 30 Grad sind die korrigierten Winkelabschnitte zu 15 Grad gespiegelt. Dann wiederholt sich die Vor- und Nacheilung über den restlichen Rotationswinkelbereich sinngemäß.

Nachstehend werden zur Illustration die Werte im 2 Grad Intervall ausgehend von 0 bis 15 Grad dargestellt. Die maximale Abweichung bei 6,5 Grad beträgt 0,27 Grad.

0	2	4	6	7	8	10	12	14	15
0	1,85	3,76	5,73	6,73	7,74	9,79	11,87	13,96	15

5

**MASSENKRÄFTE:**

Die Rotationskolbenmaschine hat den Vorteil, daß sich die freien Massenkräfte vollständig ausgleichen lassen.

10 Muß allerdings durch Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens konstante Förderung erzielt werden, entstehen durch die Vor- und Nacheilung (Beschleunigung und Verzögerung) des Rotationskolbens freie rotierende Massenkräfte. Diese freien Massenkräfte sowohl des Kolbens als auch des Exzenters müssen durch gegensinnig wirkende Schwungmassen ausgeglichen werden.

15 Zum Ausgleich der Massenkräfte müssen alle freien Massen berechnet werden und dann gegeninnig wirkende Schwungmassen geschaffen werden.

**DARSTELLUNG DER ERFINDUNG ANHAND DER ZEICHNUNGEN:**

20 Eingangs wird festgehalten, daß bei den Zeichnungen primäres Augenmerk darauf gelegt wurde, die Aussage der jeweiligen Zeichnungen herauszuarbeiten. Die Zeichnungen erheben also keinen Anspruch auf formale Richtigkeit. Insbesondere wurde darauf verzichtet, unsichtbare Linien und Kanten ggf. strichliert darzustellen. Die einzelnen Maschinenteile sind fortlaufend numeriert und im Legendeblatt beschriftet. Einlaßkanäle sind punktiert schraffiert. Auslaßkanäle sind gekreuzt schraffiert. Die Schraffur ist als kommen-

25 In **FIGUR 1** wird in der Schnittzeichnung A-A dargestellt, wie die Durchführung durch den Rotationskolben erfindungsgemäß ausgeführt wird.

Diese Ausführung ist vorwiegend für nicht kompressible Medien geeignet. Die Schnittkante A-A wird in Figur 6 dargestellt. Die Pfeile auf der Schnittlinie stellen die Sichtweise von links dar.

30 Exzenterwellenwinkel und Rotationskolbenwinkel sind in Figur 1 in der Ausgangsposition bei 0 Grad.

Das zu fördernde Medium tritt über Anschlüsse (nicht dargestellt) am Ein-Auslaßflansch (11) ein. Es befinden sich jeweils zwei Einlaßkanäle (14) und zwei Auslaßkanäle (15) im Ein- Auslaßflansch (11). Die Einlaßkanäle (14) reichen am Umfang von ca. 60 bis 120 Grad und von 240 bis 300 Grad. Zwischen den Einlaß- und Auslaßkanälen befindet sich ein feststehender Trennsteg (27). Die Durchführungen durch den Rotationskolben (3) befinden sich in der Stellung 0 Grad bei etwa 30 Grad, 120 Grad und 270 Grad. 35 Arbeitsraum II ist in dieser Rotationskolbenstellung mit dem Einlaßkanal (14) verbunden. Arbeitsraum III mit dem Auslaßkanal (15). Arbeitsraum I befindet sich am unteren Totpunkt bei 180 Grad und wird bei der betrachteten Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn vom Einlaßkanal (14) auf den Auslaßkanal (15) umgeschaltet. Die bei 0 Grad aktuellen Durchfluß- und Drehmomentverhältnisse werden in Figur 40 gezeigt.

40 In **FIGUR 1.1** ist die Zeichnung Figur 1 und Figur 6 zusammengefasst. Figur 1.1 wird für die Zusammenfassung vorgeschlagen.

In **FIGUR 2** wurde der Kolben um 30 Grad gegen den Uhrzeigersinn weitergedreht. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) zu Arbeitsraum I steht über dem Auslaßkanal (15), da das Arbeitsraumvolumen abnimmt. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) zu Arbeitsraum II steht über dem Einlaßkanal (14), da das Arbeitsraumvolumen zunimmt. Arbeitsraum III hat den oberen Totpunkt OT erreicht und wird vom Auslaßkanal (15) auf den Einlaßkanal (14) umgeschaltet. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) steht über dem Trennsteg (27). Der Mittelpunkt des Rotationskolbens MK ist bis 90 Grad weitergewandert, während der Rotationskolben (2) sich um 30 Grad um die eigene Achse gedreht hat.

45 In **FIGUR 3** ist der Mittelpunkt MK des Rotationskolbens bei 180 Grad. In Arbeitsraum I wird weiter Medium über den Auslaßkanal (15) ausgeschoben. Arbeitsraum II hat den unteren Totpunkt bei 0 Grad erreicht und wird vom Einlaßkanal (14) auf den Auslaßkanal (15) umgeschaltet. In Arbeitsraum III nimmt das Arbeitsraumvolumen zu. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) steht über dem Einlaßkanal (14).

50 In **FIGUR 4** ist der Mittelpunkt des Rotationskolbens MK bei 270 Grad. Arbeitsraum I hat nun den oberen Totpunkt bei 270 Grad erreicht. In Arbeitsraum II nimmt das Volumen wieder ab. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) steht über dem Auslaßkanal (15). In Arbeitsraum III nimmt das Volumen weiter zu. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) steht über dem Einlaßkanal (14).

55 In **FIGUR 5** hat der Mittelpunkt des Rotationskolbens MK wieder die Ausgangsposition bei 0 Grad erreicht. Arbeitsraum I steht mit dem Einlaßkanal (14) in Verbindung. Arbeitsraum II mit dem Auslaßkanal (15). Arbeitsraum III wird vom Einlaßkanal (14) auf den Auslaßkanal (15) umgeschaltet. Arbeitsraum I hat von

Figur 1 bis Figur 4 einen kompletten Auslaßzyklus durchlaufen. Arbeitsraum III hat von Figur 2 bis Figur 5 einen kompletten Einlaßzyklus durchlaufen.

Verlauf des jeweiligen Arbeitsraumvolumens und Drehmomentes können mit Figur 40 verfolgt werden.

In **FIGUR 6** ist die Rotationskolbenmaschine aus Figur 1 im Schnitt B-B dargestellt. Auf der rechten Seite ist der Ein- Auslaßflansch (11) mit den in dieser Schnittdarstellung sichtbaren Einlaßkanälen (14) dargestellt. Der Rotationskolben (2) ist auf der Welle (4) und dem Exzenter (6) mit den Exzenterlagern (7) gelagert. Durch den Rotationskolben (2) führen die beiden Durchführungen (3) vom Einlaßkanal (14) in den jeweiligen Arbeitsraum. Am Antriebsflansch (10) befindet sich das Ritzel (9) in dem der auf dem Rotationskolben (2) befindliche Zahnkranz (8) kämmt. Die Welle (4) mit dem Exzenter (6) ist im Ein- Auslaßflansch (11) und im Antriebsflansch (10) mit den Wellenlagern (5) gelagert.

In Figur 6 ist noch die Schnittlinie A-A für die Figuren 1-5 dargestellt. Für die Breite der Einlaßkanäle (14) und Auslaßkanäle (15) steht ein konstruktiv vorgegebenes Maß zur Verfügung. Sollte damit nicht das Auslangen gefunden werden bzw. die Strömungsverluste zu hoch werden, könnten am Antriebsflansch (10) ebenfalls Einlaß- und Auslaßkanäle mit der zugehörigen Durchführung durch den Rotationskolben (3) installiert werden. Zahnkranz (8) und Ritzel (9) werden dann weiter nach innen verschoben. Es können für größere Druckerhöhungen (Verdichtungen) auch mehrere Rotationskolbenmaschinen hintereinander (in Reihe) geschaltet werden. Im Ein- Auslaßflansch (11) kann dann z. B. der Einlaßkanal (14) und im Antriebsflansch (10), der zugleich Ein- Auslaßflansch für die nächste Stufe ist kann der Auslaßkanal (15) für diese Stufe und der Einlaßkanal (14) für die nächste Stufe untergebracht werden. Eine weitere Möglichkeit, um für die Einlaß- Auslaßkanäle mehr Raum zu schaffen, ist die Wahl einer kleineren Exzentrizität.

Die in **FIGUR 1** bis **FIGUR 6** dargestellte Ausführung für die Rotationskolbenmaschine kann für viele Anwendungsfälle verwendet werden. So zum Beispiel als Hydraulikpumpe oder Hydraulikturbine. Der Vorteil gegenüber den herkömmlichen technischen Lösungen ist höherer Wirkungsgrad, mehr Laufruhe durch fehlende freie Massenkräfte und kompaktere Bauweise. Bei der Anwendung als Wasserpumpe ist es zweckmäßig, Zahnkranz und Ritzel außerhalb des Gehäuses unterzubringen und die Durchführung vom Antriebsflansch zum Rotationskolben mit einer Dichtung (Stopfbuchse) abzudichten. Der Rotationskolben kann mit Wellenlager und Exzenterlager so gelagert werden, daß am Einlaß- Auslaßflansch kein Lager mehr erforderlich ist.

In den **FIGUREN 7** bis **16** sind weitere Möglichkeiten für die Gestaltung der Ein- und Auslaßeinheit dargestellt. Je nach kompressiblem oder nicht kompressiblem Medium, oder ob Durchfluß unabhängig von der Drehzahl geregelt werden soll, muß die Einlaß- Auslaßeinheit entsprechend den Erfordernissen ausgeführt werden.

In **FIGUR 7** wird eine Ausführung vorwiegend für Förderung von nicht kompressiblem Medium dargestellt. Sie ist geeignet, den Durchfluß des zu fördernden Mediums unabhängig von der Drehzahl zu regeln. Dies wird erfindungsgemäß so durchgeführt, daß der Trennsteg (23) zwischen Einlaß und Auslaß bei 120 Grad und bei 300 Grad gegen den Uhrzeigersinn in Umfangsrichtung verschiebbar ausgeführt wird. Der Trennsteg (27) bei 60 Grad und 240 Grad ist feststehend.

Der in Umfangsrichtung drehbare Trennsteg (23) wird in einer Führung (22) mit einem Hebelarm (25) zusätzlich um seine eigene Achse drehbar angeordnet. Der Hebelarm (25) wird mit dem Steuerzapfen (26), der in der Führungsbahn für den Steuerzapfen (24) läuft nach der Durchführung durch den Rotationskolben (3) ausgerichtet. Der drehbare Trennsteg (23) wird mit Hilfe der Verschiebeeinheit (21) in Umfangsrichtung verschoben.

Die drehbare Anordnung ist erforderlich, da die Durchführung durch den Rotationskolben (3) während der Rotation infolge der Exzentrizität nicht radial ausgerichtet ist. Der in Umfangsrichtung verschiebbare Trennsteg (23) muß daher nach der Durchführung durch den Rotationskolben (3) in radialer Richtung ausgerichtet werden.

In **FIGUR 8** und **FIGUR 9** sind die Schnitte D-D und E-E durch den Trennsteg (23) dargestellt.

Mit dieser technischen Ausführung lt. **FIGUR 7** kann eine regelbare Hydraulikpumpe oder Hydraulikturbine gebaut werden. Da diese Maschine insbesondere bei kleinem Mediumstrom stoßweise fördert, sind ausreichend Druckspeicher vorzusehen. Diese Ausführung ist dann zweckmäßig, wenn Drehzahl- oder Leistungsregelung der Antriebsmaschine bzw. angetriebenen Maschine oder sonstige Regelung des Mediumsstromes nicht möglich ist.

In **FIGUR 10** reichen die Einlaßkanäle (14) von 90 bis 180 und von 270 bis 360 Grad. Die Auslaßkanäle (15) reichen von 0 bis 90 und von 180 bis 270 Grad. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) befindet sich in der Mitte zwischen zwei Eckpunkten des Rotationskolbens (2).

Diese Ausführung hat den Vorteil, daß der Bereich am unteren Totpunkt bei 0 und 180 Grad von der Durchführung durch den Rotationskolben (3) langsamer überfahren wird.

Für Anwendungen kann das langsame Überfahren des Trennsteges bei 0 und 180 Grad ausgenützt werden.

Insbesondere bleibt mehr Zeit, druckloses Medium auszuschieben.

In **FIGUR 11** ist für den Einlaßkanal (14) nur eine einzelne Öffnung als Einlaßkanal (14) bei etwa 100 Grad und 280 Grad vorgesehen. Diese Ausführung ist vorwiegend für kompressible Medien in der Betriebsart als Kompressor oder Verdichter vorgesehen. Die Durchführung durch den Rotationskolben (3) befindet sich in der Mitte zwischen zwei Eckpunkten des Rotationskolbens (2). Sie kann hier kleiner ausgeführt werden, da die Einlaßkanäle (14) und Auslaßkanäle (15) so angeordnet wurden, daß ihnen die Durchführung durch den Rotationskolben (3) stets folgen kann. Dies hat den Vorteil, daß die Durchführung durch den Rotationskolben und damit auch  $V_{\min}$  sehr klein gehalten werden kann.

In **FIGUR 12** ist eine Ausführung für vorwiegend kompressibles Medium in der Betriebsart regelbare Kraftmaschine (Turbine) mit Drehrichtungsumkehr dargestellt. Die Drehrichtung ist in der gezeichneten Ausführung gegen den Uhrzeigersinn.

Das Medium (z. B. Druckluft) wird über die beiden Einlaßöffnungen (28) bei 100 und 280 Grad eingebracht. Die Einlaßöffnung (28) wird bei 100 und 280 Grad situiert, um die definierte Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn zu erhalten. Sollte beim Anfahren der Turbine gerade keine Durchführung durch den Rotationskolben (3) über der Einlaßöffnung (28) stehen, könnte sich der Rotationskolben nicht drehen. Es werden daher Anfahrhilfen (32) geschaffen. Es sind dies Öffnungen, durch die Druckluft beim Anfahren eingebracht wird. Im Normalbetrieb haben diese Anfahrhilfen (32) keine Funktion.

Nachdem das verdichtete Medium (Druckluft) durch die Einlaßöffnung (28) bei 100 bzw. 280 Grad eingebracht wurde, leistet es durch Expansion Arbeit. Der Rotationskolben (2) rotiert von 90 Grad bis 180 Grad und verrichtet dabei mechanische Arbeit. Die Ausschiebephase reicht von 180 bis 270 Grad bzw. 0 bis 90 Grad. Dabei wird das entspannte Medium über die Auslaßöffnung (29) ausgeschoben.

In **FIGUR 13** ist in der Schnittdarstellung F-F des Einlaß- Auslaßflansches (11) dargestellt, wie Durchflußregelung und Drehrichtungsumkehr durchgeführt werden können.

Dazu wird die gesamte Einlaß- Auslaßeinheit (13) (mit Linien 45 Grad schraffiert) um 90 Grad in Umfangsrichtung drehbar aufgebaut. Damit wird die Umkehr der Drehrichtung mit dem Steuerzylinder Drehrichtungsumkehr (19), dem Steuerring Drehrichtungsumkehr (17) und dem Ansteuerkanal Drehrichtungsumkehr (30) ermöglicht.

Die Einlaßkanäle (14) werden bei 90 und 270 Grad positioniert. Die Auslaßkanäle (15) bei etwa 20, 160, 200 und 340 Grad. Das Medium wird also über die Einlaßkanäle (14) und die Einlaßöffnungen (28) sowie die Durchführung durch den Rotationskolben (3) in den Arbeitsraum (20) eingebracht. über die Auslaßöffnungen (29) und die Auslaßkanäle (15) wird das entspannte Medium ausgeschoben. In der Einlaß- Auslaßeinheit drehbar (13) befindet sich der Steuerring Durchflußregelung (16) (Linien senkrecht schraffiert) mit dem Steuerzylinder Durchflußregelung (18), und der Ansteuerkanal Durchflußregelung (31). In der gezeichneten Stellung ist der maximale Durchfluß eingestellt.

In **FIGUR 14** ist die Drehrichtung im Uhrzeigersinn dargestellt. Dazu wurde die Einlaß- Auslaßeinheit (13) um 90 Grad gedreht. Die Auslaßöffnungen (29) reichen jetzt von 100 bis 170 Grad und von 280 bis 350 Grad. Die Einlaßöffnungen (28) befinden sich bei etwa 80 und 260 Grad. Der Steuerring Durchflußregelung (16) wurde in die Mittelstellung verschoben. Dies bedeutet, daß nur bei den ersten vier Auslaßöffnungen (29) ausgeschoben wird. Bei den restlichen vier Auslaßöffnungen (29) wird wieder rückverdichtet. In der nächsten Einlaßphase kann nicht mehr so viel verdichtetes Medium einströmen, da sich bereits zum Teil verdichtetes Medium im Arbeitsraum (20) befindet. Auf diese Art kommt Durchfluß- und Leistungsregelung zustande.

In **FIGUR 15** (Schnitt G-G) ist ein Schnitt bei etwa 170 Grad dargestellt. Hier ist der seitliche Auslaßkanal (15) sowie der Ansteuerkanal für die Drehrichtung (30) zu erkennen. Wird dieser Ansteuerkanal mit Druck beaufschlagt, dreht die Einlaß- Auslaßeinheit (13) gegen den Uhrzeigersinn. Damit läuft auch Rotationskolben (2) gegen den Uhrzeigersinn.

In **FIGUR 16** (Schnitt H-H) ist der Schnitt bei etwa 260 Grad dargestellt. In dieser Zeichnung ist von rechts aus dem Einlaß- Auslaßflansch (11) kommend der Einlaßkanal (14) dargestellt. Es wird noch darauf hingewiesen, daß dieser Einlaßkanal (14) in den Zeichnungen 13 und 14 der Übersicht halber gezeichnet wurde obwohl er in dieser Darstellung nicht sichtbar ist.

Mit den in den **FIGUREN 12 bis 16** aufgezeigten Möglichkeiten kann also mit kompressiblem Medium eine Turbine in beiden Drehrichtungen durchflußgeregelt betrieben werden. Die Drehrichtungsumkehr kann entweder von Hand aus durch Verdrehen des Steuerringes, oder mit Beaufschlagung durch das Druckmedium durchgeführt werden. Die Durchflußregelung könnte lastabhängig oder handbetätigt geführt werden. Mögliche Anwendungen wären z. B. druckluftbetriebene Werkzeuge (Druckluftschrauber, Druckluftbohrmaschinen etc.). Mit der in **FIGUR 12** dargestellten Ausführung ohne Drehrichtungsumkehr kann vor allem kompressibles Medium transportiert werden. Anwendungen wären z. B. Lüfter in verschiedensten technischen Ausführungen aber auch Kompressoren für Luft, Kühlmittel sowie Gasturbinen und Dampfturbinen.

In den **FIGUREN 20 bis 27** werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie konstanter Durchfluß ohne freie Massenkräfte erzielt werden kann.

Konstanter Durchfluß kann erzielt werden, indem der Rotationskolben gegenüber der Welle im 15 Grad Intervall um maximal 0,27 Grad auf den Rotationskolben bezogen vor- bzw. nacheilt.

5 Der Lösungsgang ist erfindungsgemäß, daß die Vor- und Nacheilung entweder durch geeignete unrund laufende Zahnräder oder mit einem Hebelsystem durchgeführt wird.

In den **FIGUREN 20 bis 22** ist erfindungsgemäß ein Hebelsystem vorgeschlagen das folgendermaßen arbeitet:

10 Auf der Exzenterhilfswelle (35), die vom Rotationskolben (2) angetrieben wird, werden zwei Gelenke Exzenterhilfswelle (43) an der Exzenterhilfswelle (35) angebracht. An der Welle (3) wird der Antriebsgelenkhebel (38) mit dem Gelenk Antriebswelle (41) angebracht. Der Steuergelenkhebel (39), ist mit dem Gelenk Antriebswelle (41) drehbar verbunden. Das Zwischengelenk (42) ist mit dem Steuergelenkhebel (39) fest verbunden. Die Verbindung zwischen Gelenk Antriebswelle (41) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43) wird mit dem Zwischengelenkhebel (40) hergestellt. Damit wird mit den Gelenken Zwischengelenk (42), Gelenk Exzenterhilfswelle (43) und Gelenk Antriebswelle (41) ein Dreieck gebildet. Wird der Steuergelenkhebel (39) nach aussen ausgelenkt, verkürzt sich der Winkel zwischen Antriebsgelenkhebel (38) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43). Die Welle (4) eilt gegenüber dem Rotationskolben (2) vor. Wird der Steuergelenkhebel (39) nach innen ausgelenkt, vergrößert sich der Winkel zwischen Antriebsgelenkhebel (38) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43). Die Welle (4) eilt gegenüber dem Rotationskolben (2) bzw. der Exzenterhilfswelle (35) nach.

20 Die radiale Drehung des Steuergelenkshebels (39) wird über die Führungsrolle Innenbahn (36) und die Führungsrolle Aussenbahn (37) die in der im Antriebsflansch (10) eingefrästen Führungsbahn für Vor- und Nacheilung (34) laufen durchgeführt. Die Führungsbahn für Vor- und Nacheilung (34) mit den Führungsrollen ist in FIGUR 21 nochmals gesondert dargestellt. Die Auslenkung des Steuergelenkshebels (39) wird mit den Werten aus der erforderlichen Vor- und Nacheilung (siehe Figur 41) und den Winkelbeziehungen am Steuergelenkhebel (39) ermittelt. Der Steuergelenkhebel (39) wird in Umfangsrichtung über die Führungsrollen (36,37) hinaus bis etwa 170 Grad weitergeführt um mit der Schwungmasse Steuergelenkhebel (44) einen Massenausgleich für die hin- und hergehenden Bewegungen zu schaffen. Aus Festigkeits- und Symmetriegründen wird das gesamte Hebelsystem um 180 Grad in Umfangsrichtung verschoben ebenfalls installiert.

30 In **FIGUR 22** Schnitt M-M ist ein Schnitt durch die Gelenkhebel dargestellt. Da durch die Vor- und Nacheilung freie rotatorische Massen an Rotationskolben (2) sowie der Exzenterhilfswelle (35) entstehen, ist es erforderlich, einen Massenausgleich zu schaffen. Daher wird das System mit den Hebelarmen auch für den gegenläufigen Antrieb der Schwungmasse (45) angewendet.

35 Auf der Exzenterhilfswelle (35), die vom Rotationskolben (2) angetrieben wird, werden zwei Gelenke Exzenterhilfswelle (43) angebracht. An der Hilfswelle Schwungmasse (46) wird der Antriebsgelenkhebel (38) mit dem Gelenk Schwungmasse (47) angebracht. Der Steuergelenkhebel (39), ist mit dem Gelenk Schwungmasse (47) drehbar verbunden. Das Zwischengelenk (42) ist mit dem Steuergelenkhebel (39) fest verbunden. Die Verbindung zwischen Gelenk Schwungmasse (47) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43) wird mit dem Zwischengelenkhebel (40) hergestellt. Damit wird mit den Gelenken Zwischengelenk (42), Gelenk Exzenterhilfswelle (43) und Gelenk Schwungmasse (47) ein Dreieck gebildet. Wird der Steuergelenkhebel (39) nach aussen ausgelenkt, verkürzt sich der Winkel zwischen Antriebsgelenkhebel (38) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43). Die Hilfswelle Schwungmasse (46) eilt gegenüber dem Rotationskolben (2) vor. Wird der Steuergelenkhebel (39) nach innen ausgelenkt, vergrößert sich der Winkel zwischen Antriebsgelenkhebel (38) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43). Die Hilfswelle Schwungmasse (47) eilt gegenüber dem Rotationskolben (2) bzw. der Exzenterhilfswelle (35) nach.

45 Die radiale Drehung des Steuergelenkshebels (39) wird über die Führungsrolle Innenbahn (36) und die Führungsrolle Aussenbahn (37) die in der im Ein-Auslaßflansch (11) eingefrästen Führungsbahn für Vor- und Nacheilung (34) laufen durchgeführt.

Für die Auslegung der Schwungmasse müssen alle freien rotatorischen Massenkräfte berechnet werden. 50 Die erforderliche Führungsbahn für Vor- und Nacheilung der Schwungmasse kann dann mit den Winkelbeziehungen ermittelt werden.

Das gesamte Hebelsystem kann natürlich auch in einem gesonderten Gehäuse untergebracht werden.

Diese Lösung zur Erlangung einer konstanten Förderung ohne freie Massenkräfte hat vor allem den Vorteil, daß durch das Hebelsystem praktisch keine Einbußen an Wirkungsgrad auftreten.

55 In **FIGUR 23** Schnitt R-R und der Schnittdarstellung **FIGUR 24** ist eine Lösung mit Planetengetriebe dargestellt.

An der Innenseite der Exzenterhilfswelle (35) befindet sich das Außenzahnrad Antriebsgetriebe (51). Am Antriebsflansch (10) sind die Planetenzahnräder Antriebsgetriebe (50) mit der Hilfswelle Planetenrad

Antriebsgetriebe (57) gelagert. Auf der Welle (4) ist das Innenzahnrad Antriebsgetriebe (52) angebracht. Das Planetengetriebe wird als un rundes Getriebe mit in Umfangsrichtung oder radialer Richtung versetzten Zähnen ausgeführt, damit die erforderliche Vor- und Nacheilung lt. Figur 41 realisiert werden kann.

In **FIGUR 24** ist mit dem Schnitt S-S ein Schnitt durch die Planetenräder dargestellt. Für den Antrieb der Schwungscheibe wurde hier ebenfalls das Planetengetriebe verwendet. Mit der Exzenterhilfswelle (35) wird das Außenzahnrad Schwungmasse (54) angetrieben.

Über das Planetenzahnrad Schwungmasse (53) auf der Hilfswelle Planetenzahnrad Schwungmasse (56) wird das Innenzahnrad Schwungmasse (55) angetrieben. Das Innenzahnrad Schwungmasse (55) bildet mit der Hilfswelle Schwungmasse (46) und der Schwungmasse (45) eine Einheit. Das Planetengetriebe Schwungmasse und insbesondere das Aussenzahnrad Schwungmasse (54) wird als un rundes Getriebe ausgeführt und so gestaltet, daß die freien rotatorischen Massen ausgeglichen werden.

Drehzahlübersetzung zwischen Exzenterhilfswelle (35) und Welle (4) kann mit dem Planetengetriebe ebenfalls durchgeführt werden.

In den Darstellungen **FIGUR 25** bis **FIGUR 27** wird das Getriebe für Antrieb sowie Schwungscheibe nicht unterhalb des Rotationskolbens sondern ausserhalb in einem getrennten Gehäuse (60) angeordnet. Von der Abtriebswelle (61), die mit der Welle (3) der Rotationskolbenmaschine gekuppelt wird, wird das Antriebsrad (62) angetrieben. Mit einem innenliegenden Zahnrad wird das Hilfsrad (63) angetrieben. Vom Hilfsrad (63) mit dem Innenzahnrad Antrieb (64) wird das Antriebsritzel (65) mit der Antriebsweile (69) angetrieben. Zugleich wird mit dem Hilfsrad (63) und dem Innenzahnrad Schwungscheibe (66) das Ritzel Schwungscheibe (67) mit der Welle Schwungscheibe (68) und der Schwungmasse (45) angetrieben. Die Innenzahnrad Antrieb (64) mit dem Antriebsritzel (65) werden als un runde Zahnräder ausgeführt um die Vor- Nacheilung zu realisieren. Mit dem Zahnradpaar Innenzahnrad Schwungscheibe (66) und Ritzel Schwungscheibe (67) wird der Massenausgleich durchgeführt.

In **FIGUR 26** mit dem Schnitt T-T ist ein Schnitt durch die Antriebsräder gelegt.

In **FIGUR 27** mit dem Schnitt U-U ist ein Schnitt durch das Zahnradpaar für den Massenausgleich gelegt.

**FIGUR 28** zeigt die technische Ausführung einer Rotationskolbenmaschine, wo die Antriebseinheit mit den erforderlichen Lagern Wellenlager (5), Exzenterlager (7), Hilfslager Rotationskolben (48), Zahnkranz (8), Ritzel (9) und der Welle (4) mit Exzenter (6) in einem eigenen Gehäuse untergebracht ist. Der Rotationskolben (2) läuft in der Epitrochoide (1), die gegenüber der Antriebseinheit mit einer Stopfbuchse (49) oder sonstigen geeigneten Dichtungen abgedichtet ist. Diese Ausführung ist vor allem bei verunreinigten und nicht schmierenden Medien erforderlich und zweckmäßig.

In **FIGUR 30** ist eine Anwendung für stufenlose Regelung eines Hydraulikstromes dargestellt, wie sie zum Beispiel für den Antrieb in einem Kraftfahrzeug geeignet wäre.

Eine Antriebsmaschine (80) (Elektromotor, Benzinmotor, Dieselmotor, Gasturbine etc.) treibt das Aussenzahnrad eines Planetengetriebes (81) an. Mit den Planetenrädern wird die Hauptrotationskolbenmaschine (82) angetrieben. Der aus der Hauptrotationskolbenmaschine (82) kommende verdichtete Mediumsstrom wird über die Durchflussregelventile (86) zu den vier Antriebsrotationskolbenmaschinen (84) geleitet. Die Antriebsrotationskolbenmaschinen (84) treiben die Antriebsräder (85) an. Sollen sich die Antriebsrotationskolbenmaschinen (84) und Antriebsräder (85) langsamer drehen, wird der Mediumsstrom mit den Durchflussregelventilen (86) gedrosselt. Der unter Druck stehende Mediumsstrom gelangt dann über das Durchflussregelventil Steuerturbine (87) zur Steuerrotationskolbenmaschine (83), die das Aussenzahnrad des Planetengetriebes (81) antreibt. Die Steuerrotationskolbenmaschine (83) wird so angetrieben, daß sie in der Kraftrichtung die Antriebsmaschine (80) unterstützt. Die Drehzahl der Hauptrotationskolbenmaschine (82) sinkt durch den Differentialeffekt des Planetengetriebes (81) in dem Maße ab, wie die Drehzahl der Steuerrotationskolbenmaschine (83) zunimmt. Die Antriebsmaschine (80) wird damit ebenfalls entlastet und die Leistungszufuhr und Drehzahl können verringert werden. Bei der Auslegung wird die Steuerrotationskolbenmaschine (83) zweckmäßigerweise kleiner als die Hauptrotationskolbenmaschine (82) ausgelegt.

Die Pfeile zeigen die Kraftrichtung (mechanisch oder hydraulisch) an. Die Drehzahl der Antriebsmaschine (80) kann bei gegebenem Leistungsbedarf so gesteuert werden, daß sie einen optimalen Wirkungsgrad erreicht. Die Leistung der Antriebsmaschine (80) kann also genau dem Bedarf angepaßt werden. Der Differentialeffekt zwischen den vier Antriebsrädern ergibt sich automatisch. Weiters kann ähnlich wie beim ABS eine ASR (Anti-Schlupf-Regelung) installiert werden. Die Regelung des gesamten Systems wird zweckmäßigerweise mit einem Mikrocomputer durchgeführt. Die Leistung der Antriebsmaschine (80) wird dann vom Mikrocomputer vorgegeben. Der Fahrer stellt mit dem Gaspedal statt der Motordrehzahl die Fahrtgeschwindigkeit ein. Mit diesem Antriebssystem können durch optimalen wirtschaftlichen Betrieb der Antriebsmaschine bedeutende Energieersparnisse getätigt werden.

In **FIGUR 40** sind die Kurven  $V_{HI}$ ,  $V_{HII}$  und  $V_{HIII}$  dargestellt. Diese Kurven stellen den Verlauf des absoluten Arbeitsraumvolumens abhängig vom Winkel dar. Die Kurven folgen einer  $\sin^2$ -Funktion.

Die Kurven  $dV_I$ ,  $dV_{II}$  und  $dV_{III}$  stellen die Zu- und Abnahme des Mediumsstromes in den jeweiligen Arbeitsräumen dar. Die Kurven  $Md_I$ ,  $Md_{II}$  und  $Md_{III}$  stellen den Drehmomentverlauf der einzelnen Arbeitsräume dar. Diese Kurven folgen einer einfachen Sinusfunktion. Weiters kann aus Figur 40 ersehen werden, wie das absolute Arbeitsraumvolumen zwischen dem Maximalwert  $V_{max}$  (unterem Totpunkt) und dem Minimalwert  $V_{min}$  (oberem Totpunkt) pendelt.

Die Sinuskurven  $dV$  wie auch die Sinus- Kurven, die den Drehmomentverlauf darstellen, nehmen positive und negative Werte an. Je nachdem ob der Arbeitsraum in der Einlaß- oder Auslaßphase (Druck- oder Saugphase) ist. Die Kurven der einzelnen Arbeitsräume sind um 60 Grad verschoben.

Oberhalb der x-Achse wird gefördert. Daher ist  $dV$  positiv. Unterhalb der x-Achse wird angesaugt.  $dV$  ist negativ.

Analog zu den  $dV$ - Kurven laufen die Drehmomentkurven des Tangentialmomentes, die gestrichelt dargestellt sind. Unterhalb der x- Achse wurden die  $Md$  Kurven mit kleinerer Amplitude dargestellt. Damit wurde angedeutet, daß der Druck in der Ansaugleitung kleiner sein kann als in der Druckleitung. Damit ist auch das aufzubringende Drehmoment kleiner.

In **FIGUR 41** sind die Auswirkungen der Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens dargestellt. Wo zwei Arbeitsräume (druck- oder saugseitig) zur Förderung beitragen, werden die beiden Kurven addiert. Auf der X-Achse ist unten die Gradteilung der Antriebs- bzw. Abtriebswelle  $/3$  dargestellt. Auf der Oberseite ist die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens dargestellt. Im Ausschnitt A ist die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens (Oberseite) gegenüber der Antriebswelle (Unterseite) in Vergrößerung dargestellt. Weiters sind die Linien für den konstanten Mediumsfluß und das konstante Drehmoment  $dV_{mittel}$  und  $Md_{mittel}$  eingetragen, die sich durch die Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens ergeben. Aus Übersichtsgründen sind Grad Rotationskolben und Grad Welle (Exzenterhilfswelle) hier identisch. Natürlich laufen Exzenterhilfswelle und Welle mit dreifacher Winkelgeschwindigkeit des Rotationskolbens. Dies bedeutet, daß sich ein kompletter Zyklus Vor- und Nacheilung nicht über 30 Grad wie in Figur 41 dargestellt erstreckt, sondern über 90 Grad. Dem wurde auch in FIGUR 21 mit der Führungsbahn für Vor- und Nacheilung Rechnung getragen.

#### LEGENDE:

- 30 (X) X - Achse
- (Y) Y - Achse
- (E) Einlaßkanal (14)
- (A) Auslaßkanal (15)
- (M) Mittelpunkt des gesamten Systems
- 35 (MK) Mittelpunkt des Rotationskolbens
- (OT) Oberer Totpunkt (90 und 270 Grad)
- (UT) Unterer Totpunkt (0 und 180 Grad)
- (R) Radius Rotationskolben
- (e) Exzentrizität
- 40 (1) Epitrochoide (Peritrochoide)
- (2) Rotationskolben
- (3) Durchführung durch Rotationskolben
- (4) Welle
- (5) Wellenlager
- 45 (6) Exzenter
- (7) Exzenterlager
- (8) Zahnkranz
- (9) Ritzel
- (10) Antriebsflansch
- 50 (11) Ein- Auslaß Flansch
- (13) Einlaß- Auslaßeinheit drehbar
- (14) Einlaßkanal (E)
- (15) Auslaßkanal (A)
- (16) Steuerring Durchflußregelung
- 55 (17) Steuerring Drehrichtungsumkehr
- (18) Steuerzylinder Durchflußregelung
- (19) Steuerzylinder Drehrichtungsumkehr
- (20) Arbeitsraum

- (21) Verschiebeeinheit
- (22) Führung für drehbaren Trennsteg
- (23) Trennsteg drehbar
- (24) Führungsbahn für Steuerzapfen
- 5 (25) Hebelarm
- (26) Steuerzapfen
- (27) Trennsteg feststehend
- (28) Einlaßöffnungen
- (29) Auslaßöffnungen
- 10 (30) Ansteuerkanal Drehrichtungsumkehr
- (31) Ansteuerkanal Durchflußregelung
- (32) Anfahrereinlaßöffnungen
- (34) Führungsbahn für Vor- und Nacheilung
- (35) Exzenterhilfswelle
- 15 (36) Führungsrolle Innenbahn
- (37) Führungsrolle Aussenbahn
- (38) Antriebsgelenkhebel
- (39) Steuergelenkhebel
- (40) Zwischengelenkhebel
- 20 (41) Gelenk Antriebswelle
- (42) Zwischengelenk
- (43) Gelenk Exzenterhilfswelle mit Gelenkhebel
- (44) Schwungmasse Steuergelenkhebel
- (45) Schwungmasse
- 25 (46) Hilfswelle Schwungmasse
- (47) Gelenk Schwungmasse
- (48) Hilfslager Rotationskolben
- (49) Stopfbuchse
- (50) Planetenzahnrad Antriebsgetriebe
- 30 (51) Aussenzahnrad Antriebsgetriebe
- (52) Innenzahnrad Antriebsgetriebe
- (53) Planetenzahnrad Schwungmasse
- (54) Aussenzahnrad Schwungmasse
- (55) Innenzahnrad Schwungmasse
- 35 (56) Hilfswelle Planetenrad Schwungmasse
- (57) Hilfswelle Planetenrad Antriebsgetriebe
- (60) Gehäuse
- (61) Abtriebswelle
- (62) Antriebsrad
- 40 (63) Hilfsrad
- (64) Innenzahnrad Antrieb
- (65) Antriebsritzel
- (66) Innenzahnrad Schwungscheibe
- (67) Ritzel Schwungscheibe
- 45 (68) Welle Schwungscheibe
- (69) Antriebswelle
- (70) Innenzahnrad Antriebsrad
- (80) Maschine zur Krafterzeugung (Dieselmotor, Benzinmotor, Gasturbine)
- (81) Getriebeeinheit (Planetengetriebe)
- 50 (82) Hauptrotationskolbenmaschine
- (83) Steuerrotationskolbenmaschine
- (84) Antriebsrotationskolbenmaschinen
- (85) Antriebsräder
- (86) Durchflussregelventile
- 55 (87) Durchflussregelventil Steuerturbine
- (88) Sammelbehälter Hydraulikmedium
- (89) Hydraulikdruckleitung
- (90) Hydrauliksaugleitung

## LITERATUR

Patentschriften

[DE 2 021 513, DE 2 242 247, DE A1 2 402 084 und 0 094 379 A1]

- 5 DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau Ausgabe 16  
 ÖLHYDRAULIK G. Bauer Teubner Studienskripten  
 OTTO- UND DIESELMOTOREN Grohe Vogel Buchverlag

## Patentansprüche

10

1. Rotationskolbenmaschine mit einem Mantel in Epitrochoidenform (1) oder Peritrochoidenform vorzugsweise in zweibogiger Ausführung mit dreieckigem Rotationskolben (2) zum Transport von kompressiblen und nichtkompressiblen Gasen, Flüssigkeiten oder Emulsionen, nachfolgend Medien genannt, in der Betriebsart Kraftmaschine (Turbine) oder Arbeitsmaschine (Pumpe) dadurch gekennzeichnet, daß das Medium an jeweils einer oder beiden Stirnseiten (10,11) des Gehäuses durch vorzugsweise in Umfangsrichtung verlaufende Einlaßkanäle (14) und Auslaßkanäle (15) mit einem Trennsteg (27) vorzugsweise mit der Breite der Durchföhrung durch den Rotationskolben (3) als Trennung zwischen Einlaßkanälen (14) und Auslaßkanälen (15) gefördert wird, und durch Durchföhrungen durch den Rotationskolben (3), welche an den Stirnseiten des Rotationskolbens (2) in Achsrichtung eintreten und in den Arbeitsräumen (20) in radialer Richtung wieder austreten an einer oder beiden Stirnseiten (10,11) vorzugsweise zwischen den Eckpunkten des Rotationskolbens (2) angeordnet sind und so die Umschaltung des Mediumsflusses zwischen Einlaßkanal (14) und Auslaßkanal (15) durch den rotierenden Rotationskolben (2) durchgeföhrt wird, und daß sich die vorzugsweise drei Durchföhrungen durch den Rotationskolben (2), wenn ein Stirnflansch als Einlaß- Auslaßflansch (11) ausgeföhrt ist oder vorzugsweise sechs Durchföhrungen durch den Rotationskolben (2) wenn beide Stirnflansche als Einlaß-Auslaßflansche (11) angeordnet sind jeweils vorzugsweise in der Mitte zwischen zwei Eckpunkten des Rotationskolbens (2) befinden und sich die vier Trennstege (27) zwischen Einlaßkanal (14) und Auslaßkanal (15) vorzugsweise jeweils bei 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad befinden und der Einlaßbereich bei der Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn vorzugsweise von 90 Grad bis 180 Grad und von 270 Grad bis 360 Grad reicht, und der Auslaßbereich vorzugsweise von 0 Grad bis 90 Grad und von 180 Grad bis 270 Grad und bei Drehrichtung im Uhrzeigersinn der Einlaßbereich vorzugsweise von 90 Grad bis 0 Grad und von 270 Grad bis 180 Grad und der Auslaßbereich vorzugsweise von 180 Grad bis 90 Grad und von 360 Grad bis 270 Grad reicht, oder daß die Rotationskolbenmaschine im Gegenstrom durchströmt wird, wobei an beiden Stirnseiten ein Einlaß- Auslaßflansch (10) und im Rotationskolben insgesamt sechs Durchföhrungen durch den Rotationskolben (3) untergebracht sind und in der Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn der Einlaßbereich des Mediumsstromes von Stirnseite Antrieb nach Stirnseite Abtrieb von 90 Grad bis 180 Grad, und der zugehörige Auslaßbereich von 180 Grad bis 270 Grad reicht und für den Mediumsstrom von Stirnseite Abtrieb nach Stirnseite Antrieb der Einlaßbereich von 270 Grad bis 360 Grad und der Auslaßbereich von 0 Grad bis 90 Grad reicht und in der Drehrichtung mit dem Uhrzeigersinn der Einlaßbereich des Mediumsstromes von Stirnseite Antrieb nach Stirnseite Abtrieb von 270 Grad bis 180 Grad und der zugehörige Auslaßbereich von 180 Grad bis 90 Grad reicht und für den Mediumsstrom von Stirnseite Abtrieb nach Stirnseite Antrieb der Einlaßbereich von 90 Grad bis 0 Grad und der Auslaßbereich von 0 Grad bis 270 Grad reicht und daß bei der Anwendung als Verbrennungskraftmaschine (Turbine) das Medium (Benzin oder Gasgemisch) mit einer geeigneten Vorrichtung an den oberen Totpunkten gezündet wird.

2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1. mit Einlaßkanal (14) und Auslaßkanal (15) dadurch gekennzeichnet, daß zur raschen Überföhrung des Umschaltbereiches über den Trennstegen (27) zwischen Einlaßkanal (14) und Auslaßkanal (15) der Umschaltpunkt jeweils vorzugsweise auf den Schnittlinien liegt, die durch die Schnittpunkte des Exzentrizitätskreises mit dem Koordinatenkreuz gebildet werden, und so der Umschaltbereich bei einer zweibogigen Rotationskolbenmaschine vorzugsweise bei etwa 60 Grad, 120 Grad, 240 Grad und 300 Grad liegt, und in der Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn der Einlaßbereich vorzugsweise von 60 Grad bis 120 Grad und von 240 Grad bis 300 Grad reicht und der Auslaßbereich von 120 Grad bis 240 Grad und von 300 Grad bis 60 Grad reicht, und in der Drehrichtung im Uhrzeigersinn der Einlaßbereich vorzugsweise von 120 Grad bis 240 Grad und von 300 bis 60 Grad reicht, und der Auslaßbereich von 60 Grad bis 120 Grad und von 240 Grad bis 300 Grad reicht und die Durchföhrungen durch den Rotationskolben (3) aus der Mitte zwischen zwei Eckpunkten des Rotationskolbens ebenfalls um vorzugsweise 60 Grad im Uhrzeigersinn verdreht werden.

3. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1. - 2. in durchflußregelbarer Ausführung für kompressible und nichtkompressible Medien dadurch gekennzeichnet, daß der jeweils gegenüberliegende Umschaltbereich zwischen Einlaß und Auslaß, also der jeweils gegenüberliegende Trennsteg (27) feststehend ausgeführt wird und die anderen gegenüberliegenden Trennstege (23) in einer Verschiebeeinheit (21) in Umfangsrichtung drehbar angeordnet sind, und daß die drehbaren Trennstege (23) auf der Verschiebeeinheit (21) um ihre eigene Achse mit einem Hebelarm (25), der mit dem Steuerzapfen (26), in einer Führungsbahn für den Steuerzapfen (24) in Umfangsrichtung drehbar angeordnet wird, drehbar sind, sodaß die drehbaren und verschiebbaren Trennstege (23) stets parallel zum Durchführungsschlitz durch den Rotationskolben (3) ausgerichtet sind, und das Medium je nach Stellung der verschiebbaren Trennstege (23) teilweise bis zur Gänze wieder in den Einlaßkanal (14) zurückgespeist wird und für die Umkehr der Drehrichtung die gesamte Einlaß- Auslaßeinheit (13) um 90 Grad in Umfangsrichtung drehbar angeordnet wird und daß als Anfahrhilfe im Betrieb als Kraftmaschine (Turbine) gesondert Anfahrleinlaßöffnungen (32) im Bereich von vorzugsweise 120 Grad bis 150 Grad und von 300 Grad bis 330 Grad für Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn und Anfahrleinlaßöffnungen (32) von vorzugsweise 30 Grad bis 60 Grad und 210 Grad bis 240 Grad für Drehrichtung im Uhrzeigersinn angeordnet werden, und diese nach Erfordernis vorzugsweise beim Anfahren mit Medium beaufschlagt werden.
4. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1-3 in Ausführung für nichtkompressible und vorzugsweise kompressible Medien in durchflußregelbarer Ausführung und mit Drehrichtungsumkehr dadurch gekennzeichnet, daß in den Stirnflanschen eine um 90 Grad in Umfangsrichtung mit geeigneten Betätigungsvorrichtungen wie Handbetätigung, Betätigung mit Zahnrad und Zahnkranz oder Betätigung mit einem runden Zylinder, angetrieben mit kompressiblem oder nichtkompressiblem Medium drehbare Einlaß- Auslaßeinheit (13) eingebaut wird, in der bei der betrachteten Drehrichtungseinstellung Rotation gegen den Uhrzeigersinn Einlaßöffnungen (28) in der drehbaren Einlaß-Auslaßeinheit (13) zum radial aus dem Stirnflansch bei 90 Grad und 180 Grad kommenden Einlaßkanal (14) vorzugsweise bei 100 Grad verlaufend zum Einlaßkanal (14) bei 90 Grad und 280 Grad verlaufend zum Einlaßkanal (14) bei 270 Grad sowie 170 Grad verlaufend nach 180 Grad und 350 Grad verlaufend nach 0 Grad eingebracht werden, wobei in der betrachteten Drehrichtungseinstellung gegen den Uhrzeigersinn die Einlaßöffnungen (28) bei 170 Grad und 350 Grad keine Funktion haben und abgesperrt sind, und von 10 bis 80 Grad sowie von 190 bis 260 Grad in der Einlaß- Auslaßeinheit (13) Auslaßöffnungen (29) oder Auslaßkanäle (15) vorzugsweise nach Anspruch 3. eingebracht werden und vorzugsweise bei 10, 170, 190 und 350 Grad in den Stirnflanschen Auslaßkanäle (15) geschaffen werden und die Auslaßöffnungen (29) mit einem in Umfangsrichtung mit geeigneten Betätigungsvorrichtungen wie Handbetätigung, Betätigung mit Zahnrad und Zahnkranz oder Betätigung mit einem Zylinder mit kompressiblem oder nichtkompressiblem Medium drehbaren Durchflußsteuerring, der vorzugsweise im Bereich von 10 bis 80 Grad in Umfangsrichtung verstellbar ist, gedreht werden können, sodaß das Medium abhängig von der Stellung des Durchflußsteuerringes entweder durch den im Einlaß- Auslaßflansch (11) feststehenden Auslaßkanal (15) ausgeschoben wird oder wieder rückverdichtet wird, und daß bei Drehrichtung im Uhrzeigersinn die Einlaß- Auslaßeinheit (13) um 90 Grad im Uhrzeigersinn verschoben wird, sodaß die Auslaßöffnungen (29) von 90 Grad bis 180 Grad und von 270 Grad bis 360 Grad reichen, die Einlaßöffnungen (28) bei 80 Grad und 260 Grad zu den Einlaßkanälen (14) hin geöffnet sind und die Einlaßöffnungen (28) bei 10 Grad und 190 Grad gesperrt sind, und daß als Anfahrhilfe im Betrieb als Kraftmaschine (Turbine) gesondert Einlaßöffnungen (32) im Bereich von vorzugsweise 120 Grad bis 150 Grad und von 300 Grad bis 330 Grad für Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn und Einlaßöffnungen (32) zum Anfahren von vorzugsweise 30 Grad bis 60 Grad und 210 Grad bis 240 Grad für Drehrichtung im Uhrzeigersinn angeordnet werden, und diese nach Erfordernis vorzugsweise beim Anfahren oder bei erhöhtem Leistungsbedarf beaufschlagt werden und daß in der Ausführung für tragbare Werkzeugmaschine der Behälter mit verdichtetem Medium (Druckluftbehälter) direkt an die Werkzeugmaschine (Druckluftbohrmaschine, Druckluftschrauber etc.) angebaut wird und bei Bedarf an der Druckluftversorgung nachgeladen wird.
5. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 - 4 dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Geometrie der einzelnen Arbeitsräume bedingte gleichzeitige Zunahme und Abnahme des gesamten Mediumstromes durch die Rotationskolbenmaschine ausgeglichen wird, indem entweder in einem gesondert angeordneten und vorzugsweise an die Rotationskolbenmaschine angeflanschten Gehäuse oder im Gehäuse der Rotationskolbenmaschine selbst an der Antriebswelle des angeflanschten Gehäuses (69) oder an der Antriebswelle der Rotationskolbenmaschine (4) ein Antriebsgelenkshebel (38) mit dem Antriebsgelenk (41) angebracht ist, am Antriebsgelenk (41) der Steuergelenkhebel (39) mit dem

Zwischengelenk (42) drehbar angebracht ist, und mit dem Zwischengelenkhebel (40) die Verbindung zwischen Zwischengelenk (42) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43) mit der Exzenterhilfswelle (35) in der Rotationskolbenmaschine oder der mit der Welle der Rotationskolbenmaschine gekuppelten Abtriebswelle (61) des gesondert angeordneten Gehäuses hergestellt wird, und die Vor- und Nacheilung zwischen Rotationskolben mit Exzenterhilfswelle (35) in der Rotationskolbenmaschine oder der mit der Welle der Rotationskolbenmaschine gekuppelten Abtriebswelle (61) des gesondert angeordneten Gehäuses einerseits und Antriebswelle des gesondert angeordneten Gehäuses (69) oder Antriebswelle (4) der Rotationskolbenmaschine andererseits durch Führung des Steuergelenkshebels (39) in radialer Richtung in einer im Antriebsflansch (10) bzw. Ein- Auslaßflansch (11) der Rotationskolbenmaschine oder in einem Stirnflansch des gesondert angeordneten Gehäuses eingearbeiteten Führungsbahn für Vor- und Nacheilung (34) während der Rotation durchgeführt wird, und daß das Gelenksystem aus Antriebsgelenkhebel (38), Steuergelenkhebel (39) und Zwischengelenkhebel (40) um 180 Grad in Umfangsrichtung gedreht nochmals angeordnet ist und daß am Steuergelenkhebel (39) eine Schwungmasse (44) zum Ausgleich der radial wirksamen Kräfte angebracht wird und damit konstanter Mediumsstrom durch die Rotationskolbenmaschine erreicht wird.

6. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 - 4 dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Geometrie der einzelnen Arbeitsräume bedingte gleichzeitige Zunahme und Abnahme des Mediumsstromes durch die Rotationskolbenmaschine durch ein geeignetes vorzugsweise zusammengesetztes Getriebe mit Zwischenrad wie Planetengetriebe, Zykloidgetriebe oder anderem Getriebe, welches entweder in einem gesondert angeordneten und vorzugsweise an die Rotationskolbenmaschine angeflanschten Gehäuse, oder in der Rotationskolbenmaschine selbst angeordnet ist ausgeglichen wird, indem vom Rotationskolben (3) eine zentrisch rotierende Exzenterhilfswelle (35) mit einem innenliegenden Zahnrad (51) angetrieben wird, und das innenliegende Zahnrad (51) Planetenräder (50) antreibt und die Planetenräder (50) das auf der Welle (4) sitzende Innenzahnrad Antriebsgetriebe (52) antreiben oder im gesondert angeordneten Gehäuse von der Abtriebswelle (61) ein Antriebsrad (62) mit dem Innenzahnrad Antriebsrad (70) angetrieben wird, und über ein Hilfszahnrad (63) das Antriebsritzel (65) auf der Antriebswelle (69) angetrieben wird und die gesamte Getriebeeinheit als un rundes Getriebe mit in radialer Richtung oder in Umfangsrichtung versetzten Zähnen ausgeführt wird, sodaß die erforderliche Voreilung und Nacheilung zur Erlangung konstanten Durchflusses zwischen Antriebswelle des gesondert angeordneten Gehäuses oder Antriebswelle der Rotationskolbenmaschine einerseits, und Abtriebswelle des gesondert angeordneten Gehäuses oder Rotationskolben mit Exzenterhilfswelle andererseits ermöglicht und damit konstanter Mediumsstrom durch die Rotationskolbenmaschine erreicht wird.

7. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 - 6 dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Vor- und Nacheilung bei Ausführung nach Anspruch 5. und 6. auftretenden freien rotatorischen Massenkräfte des Rotationskolbens mit einer vorzugsweise als Hohlwelle über der Antriebswelle laufenden Hilfswelle Schwungmasse (46) oder in einem gesonderten Gehäuse untergebrachten Hilfswelle oder Hohlwelle Schwungmasse auf der die gegensinnig vor- und nacheilende Schwungscheibe (45) angebracht ist ausgeglichen werden, indem an der Hilfswelle Schwungmasse (46) ein Gelenkshebel mit dem Gelenk Hilfswelle Schwungmasse (47) angebracht ist, und am Gelenk Hilfswelle Schwungmasse (47) der Steuergelenkhebel (39) mit dem Zwischengelenk (42) drehbar angebracht ist, und mit dem Zwischengelenkhebel (40) die Verbindung zwischen Zwischengelenk (42) und Gelenk Exzenterhilfswelle (43) in der Rotationskolbenmaschine oder Antriebsrad (62) des gesondert angeordneten Gehäuses hergestellt wird und die erforderliche gegensinnige Vor- und Nacheilung zwischen Rotationskolben (2) und Exzenterhilfswelle (35) in der Rotationskolbenmaschine oder Antriebsrad (62) des gesondert angeordneten Gehäuses einerseits und Hilfswelle Schwungmasse (46) andererseits durch Führung des Steuergelenkshebels (39) in radialer Richtung in einer im Antriebsflansch bzw. Ein- Auslaßflansch der Rotationskolbenmaschine oder in einem Stirnflansch des gesondert angeordneten Gehäuses eingefrästen Führungsbahn für Vor- und Nacheilung (34) während der Rotation durchgeführt wird, und daß das Gelenksystem aus Gelenk Hilfswelle Schwungmasse Steuergelenkhebel und Zwischengelenkhebel um 180 Grad in Umfangsrichtung gedreht nochmals angeordnet ist und daß am Steuergelenkhebel (39) eine Schwungmasse Steuergelenkhebel (44) zum Ausgleich der radial wirksamen Kräfte angebracht wird

8. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 - 7 dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Vor- und Nacheilung bei Ausführung nach Anspruch 5 und 6 auftretenden freien rotatorischen Massenkräfte des Rotationskolbens durch ein geeignetes vorzugsweise zusammengesetztes Getriebe, Planetenradgetrie-

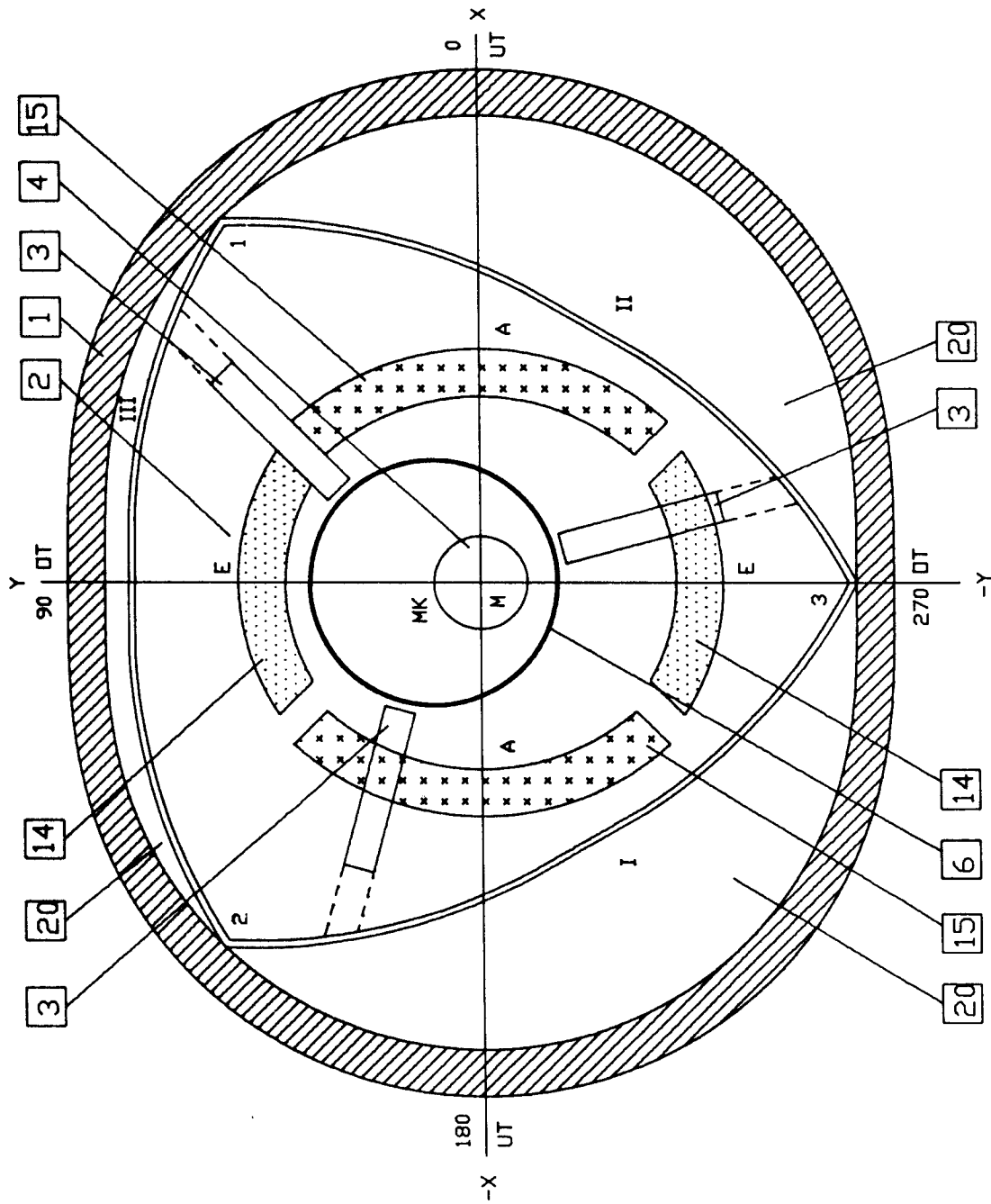
be oder Zykloidgetriebe oder einem anderen Getriebe, welches entweder in einem gesondert angeordneten und vorzugsweise an die Rotationskolbenmaschine angeflanschten Gehäuse oder in der Rotationskolbenmaschine selbst angeordnet ist ausgeglichen werden, indem vom Rotationskolben (3) eine zentrisch rotierende Exzenterhilfswelle (35) mit einem Aussenzahnrad Schwungmasse (54) angetrieben wird und das Aussenzahnrad Schwungmasse (54) das Planetenzahnrad Schwungmasse (53) antreibt und die Planetenzahnräder Schwungmasse (53) das auf der Hilfswelle Schwungmasse (46) drehende Innenzahnrad Schwungmasse (55) antreiben, oder im gesondert angeordneten Gehäuse von der Abtriebswelle (61) ein Antriebsrad (62) mit dem Innenzahnrad Antriebsrad (70) angetrieben wird, und über ein Hilfszahnrad (63) und das Innenzahnrad Schwungscheibe (66) das Ritzel auf der Welle Schwungscheibe (68) mit der Schwungmasse (45) angetrieben wird, und die gesamte Getriebeeinheit als un rundes Getriebe mit in radialer Richtung oder in Umfangsrichtung versetzten Zähnen ausgeführt wird, sodaß die gesamten freien rotatorischen Massenkräfte aufgehoben werden.

9. Technische Anordnung mit zusammengesetztes Getriebe vorzugsweise Planetenradgetriebe oder sonstigem geeignetes Getriebe lt. Stand der Technik und vorzugsweise Rotationskolbenmaschinen nach Anspruch 1 bis 8 mit Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen gekuppelt und dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Rotationskolbenmaschinen nach Anspruch 1 bis 8 mit einem zusammengesetzten Getriebe vorzugsweise Planetenradgetriebe von einer Maschine für Krafterzeugung vorzugsweise Benzinmotor, Dieselmotor, Gasturbine oder Elektromotor etc. angetrieben werden, oder eine Maschine, die mechanische Kraft aufnimmt wie Generator, Pumpe etc. betreiben und vorzugsweise an ein Innenrad oder Außenrad eines zusammengesetzten Getriebes gekuppelt werden, und daß eine Rotationskolbenmaschine, die vorzugsweise mit den Planetenrädern oder dem Hilfszahnrad des zusammengesetzten Getriebes mechanisch gekuppelt ist als Hauptrotationskolbenmaschine arbeitet, und eine Rotationskolbenmaschine vorzugsweise mit dem Aussenrad oder Innenrad des zusammengesetzten Getriebes verbunden als Steuerrotationskolbenmaschine arbeitet und mit Steuerorganen wie Durchflußregelventilen, Flowmetern etc. der Mediumsstrom durch die Hauptrotationskolbenmaschine und die Steuerrotationskolbenmaschine derart gesteuert wird, daß für die Energierichtung von der Maschine für Krafterzeugung (Motor etc.) zur Hauptrotationskolbenmaschine und zum Verdichteten oder mit Druck beaufschlagten Medium, falls nicht die gesamte von der Maschine für Krafterzeugung dargebotene Energie von den der Hauptrotationskolbenmaschine nachgeschalteten Energieverbrauchern benötigt wird, die Überschußenergie, die von der Hauptrotationskolbenmaschine als verdichtetes Medium dargeboten wird in die Steuerrotationskolbenmaschine eingespeist wird, diese als Maschine für Krafterzeugung (Turbine) arbeitet und damit die Kraftmaschine unterstützt und in weiterer Folge durch die Übersetzung des Getriebes auch die Drehzahl der Hauptrotationskolbenmaschine reduziert wird und diese damit weniger verdichteten Mediumsstrom liefert, und daß in einer weiteren Betriebsart mit gleitendem Übergang mechanische Energie in die Steuerrotationskolbenmaschine gespeist wird und diese so wie die Hauptrotationskolbenmaschine als Maschine, die mechanische Energie aufnimmt und Energie an das Medium abgibt (Motor) arbeitet; und daß für die Energierichtung vom Verdichteten oder mit Druck beaufschlagten Medium über die Hauptrotationskolbenmaschine zur Maschine, die mechanische Kraft aufnimmt (Generator etc.) falls vom Generator nicht die gesamte dargebotene Energie benötigt wird die Überschußenergie, die von der Hauptrotationskolbenmaschine als mechanische Energie dargeboten wird in die Steuerrotationskolbenmaschine eingespeist wird, diese als Maschine, die mechanische Energie aufnimmt und hydraulische Energie abgibt (Motor) arbeitet und damit die Maschine, die mechanische Kraft aufnimmt (Generator etc.) entlastet und in weiterer Folge durch die Übersetzung des Getriebes auch die Drehzahl der Hauptrotationskolbenmaschine reduziert wird und diese damit weniger mechanische Energie liefert, und daß in einer weiteren Betriebsart mit gleitendem Übergang Energie aus dem Medium in die Steuerrotationskolbenmaschine gespeist wird und diese so wie die Hauptrotationskolbenmaschine als Maschine, die Energie aus dem Medium aufnimmt und mechanische Energie abgibt (Turbine) arbeitet und daß diese technische Anordnung mit Hilfe der Durchflußregelorgane, die von einer geeigneten, vorzugsweise elektronischen Regeleinrichtung gesteuert werden, auch als Kupplung und Drehzahlübersetzung arbeitet.

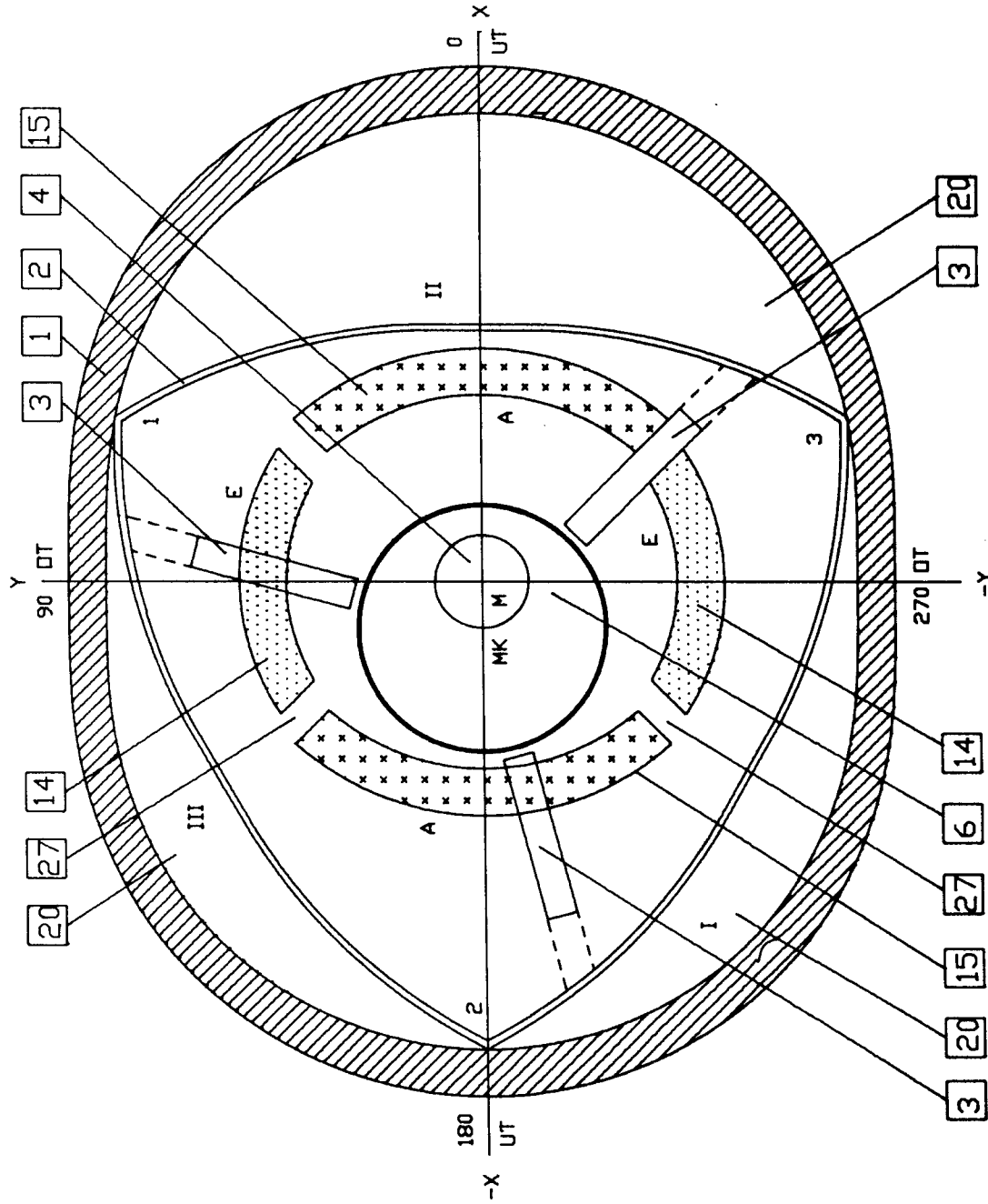
10. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile Welle (4) mit Exzenter (6), Zahnkranz (8), Ritzel (9), die Lagerung für Welle (5) und Hilfslager Rotationskolben (48), sowie alle bei Bedarf erforderlichen Einbauten für Vor- und Nacheilung des Rotationskolbens und Schwungmassenausgleich in einem gesonderten Antriebsgehäuse untergebracht werden, und nur mehr der Rotationskolben (2) in der Epitrochoide (1) läuft, und daß als Dichtung zwischen Antriebsgehäuse und Epitrochoide eine Stopfbuchse (49) oder ähnliche geeignete Dichtungen verwendet werden.



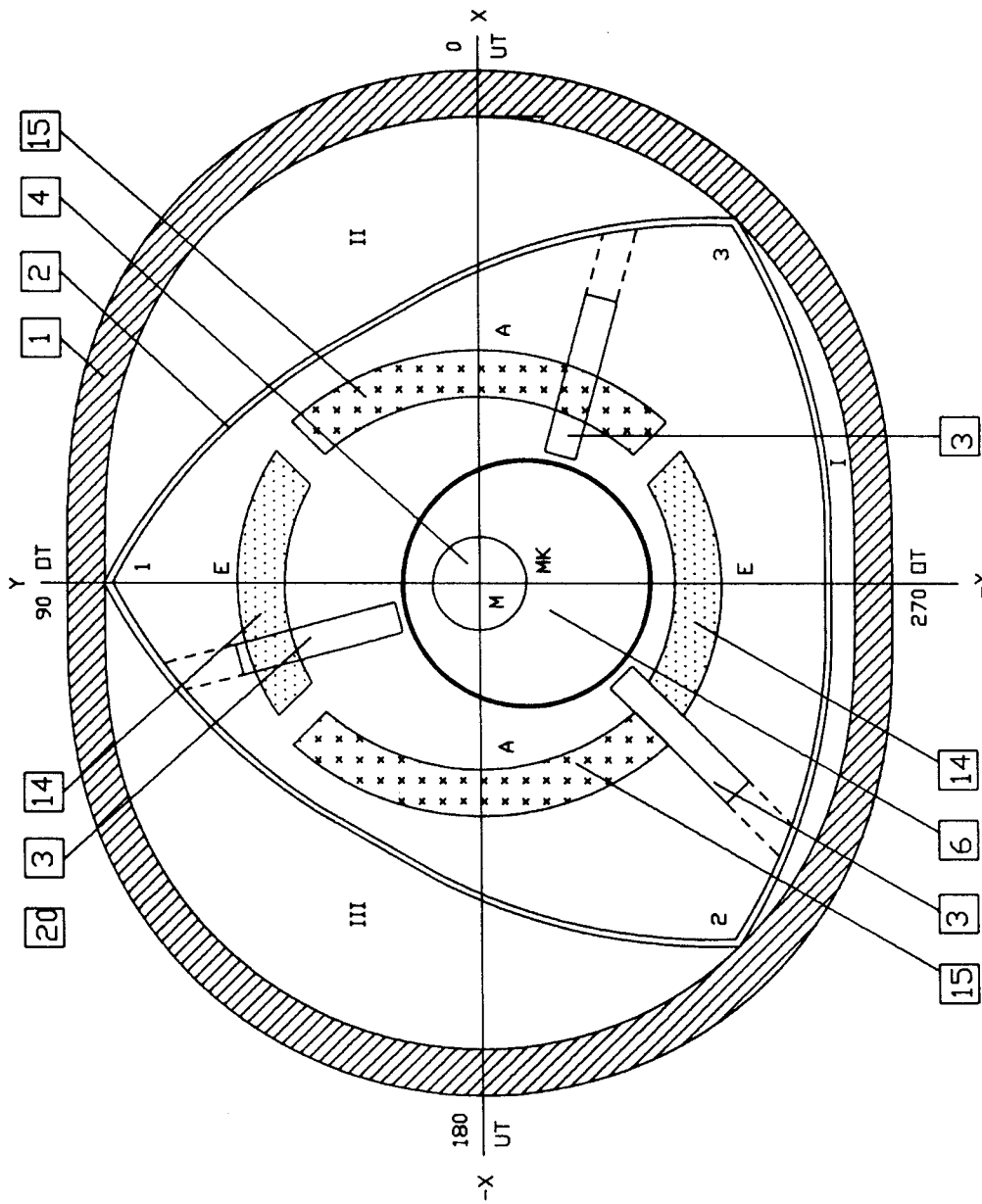




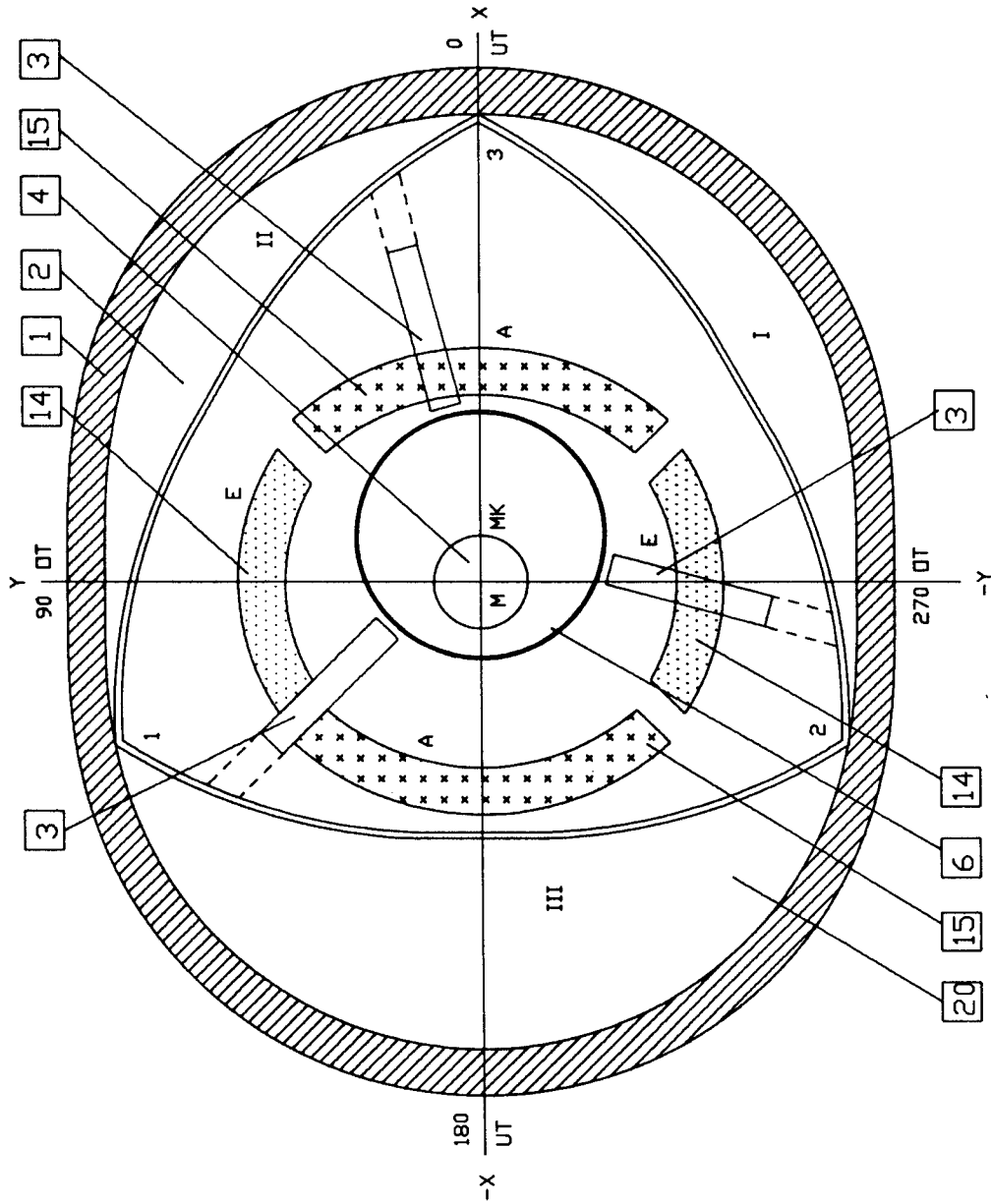
FIGUR 2



FIGUR 3

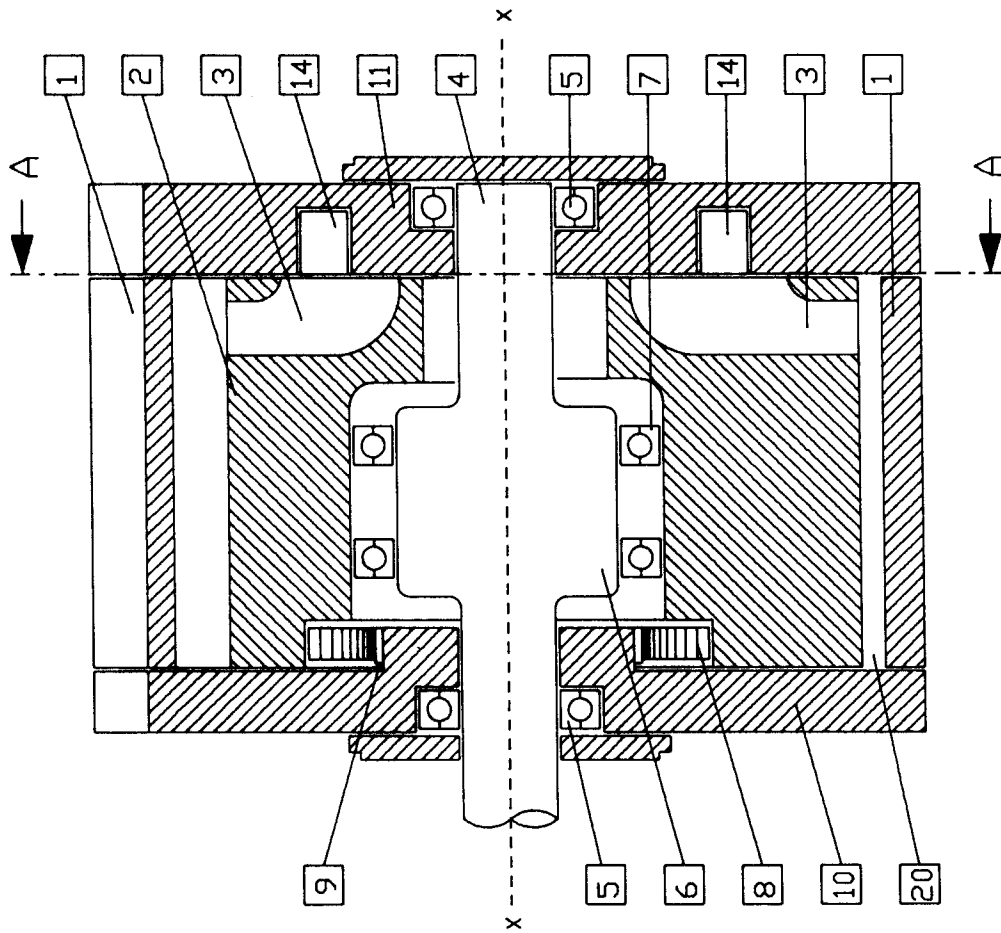


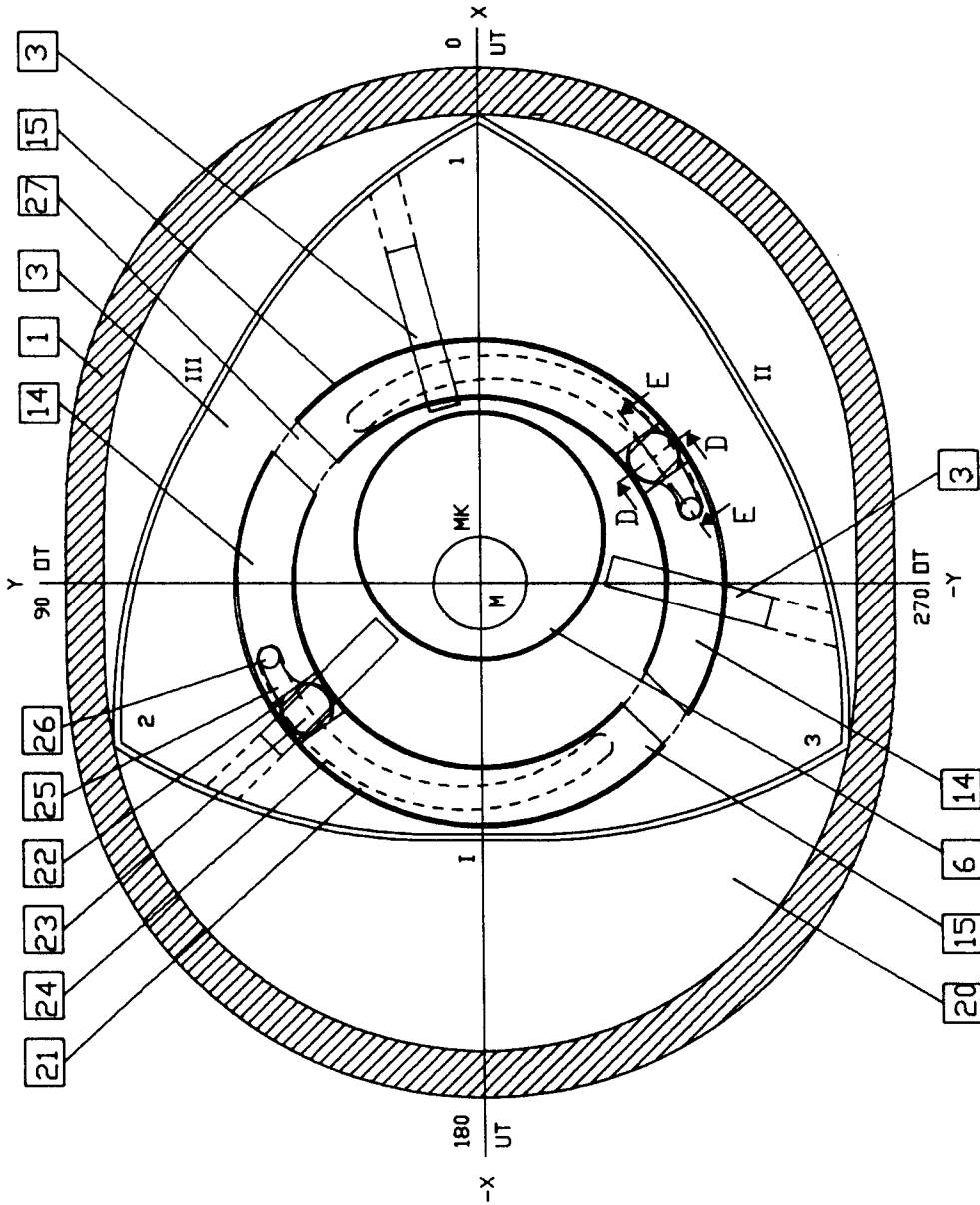
FIGUR 4



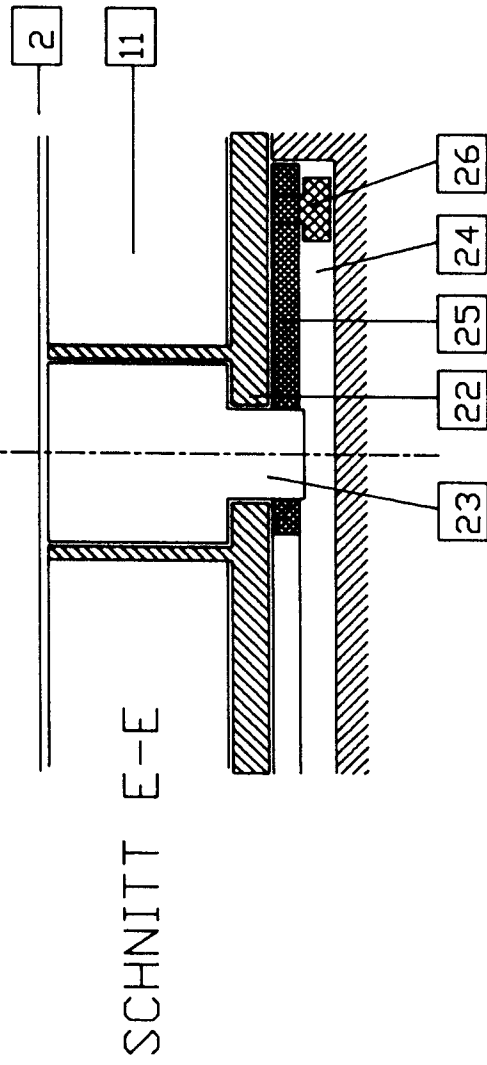
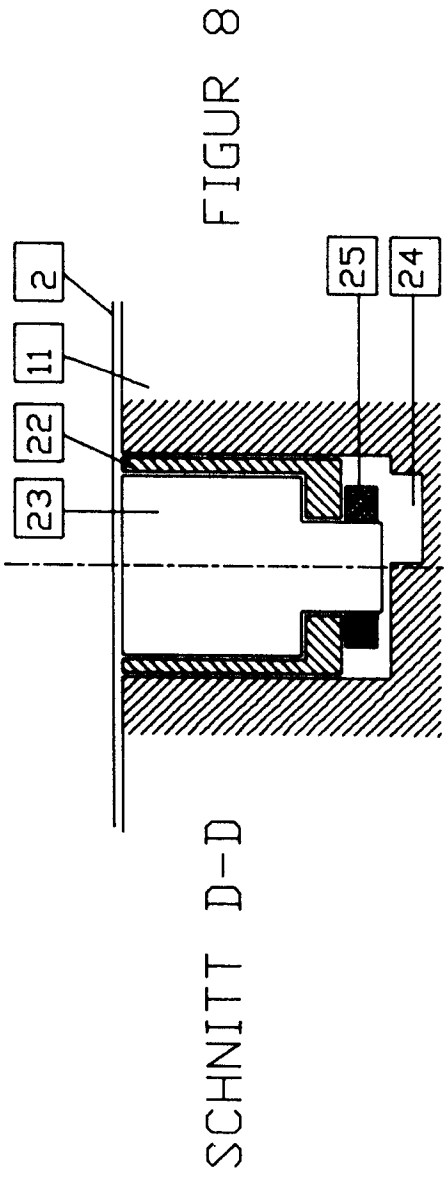
FIGUR 5

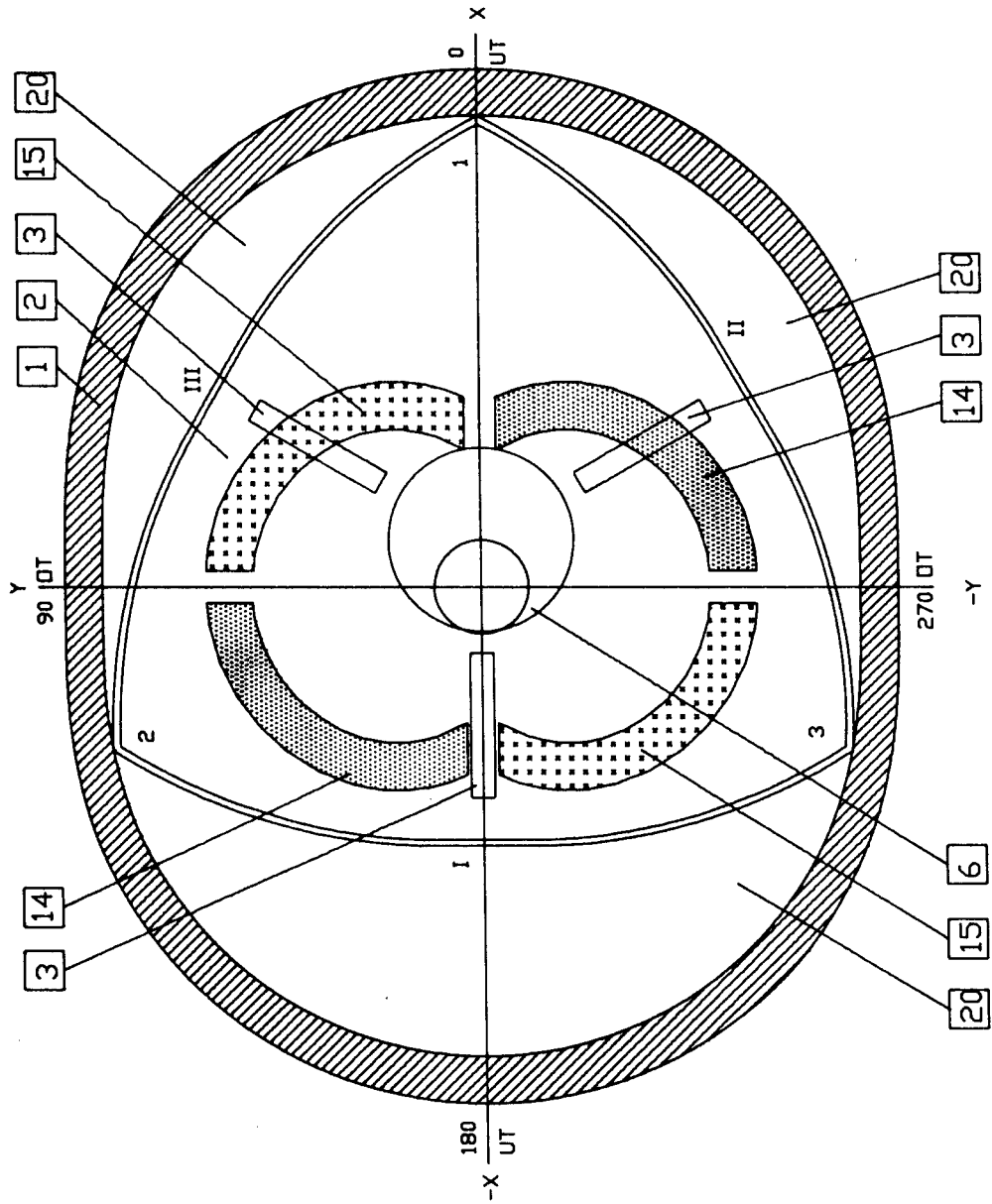
SCHNITT B-B  
FIGUR 6



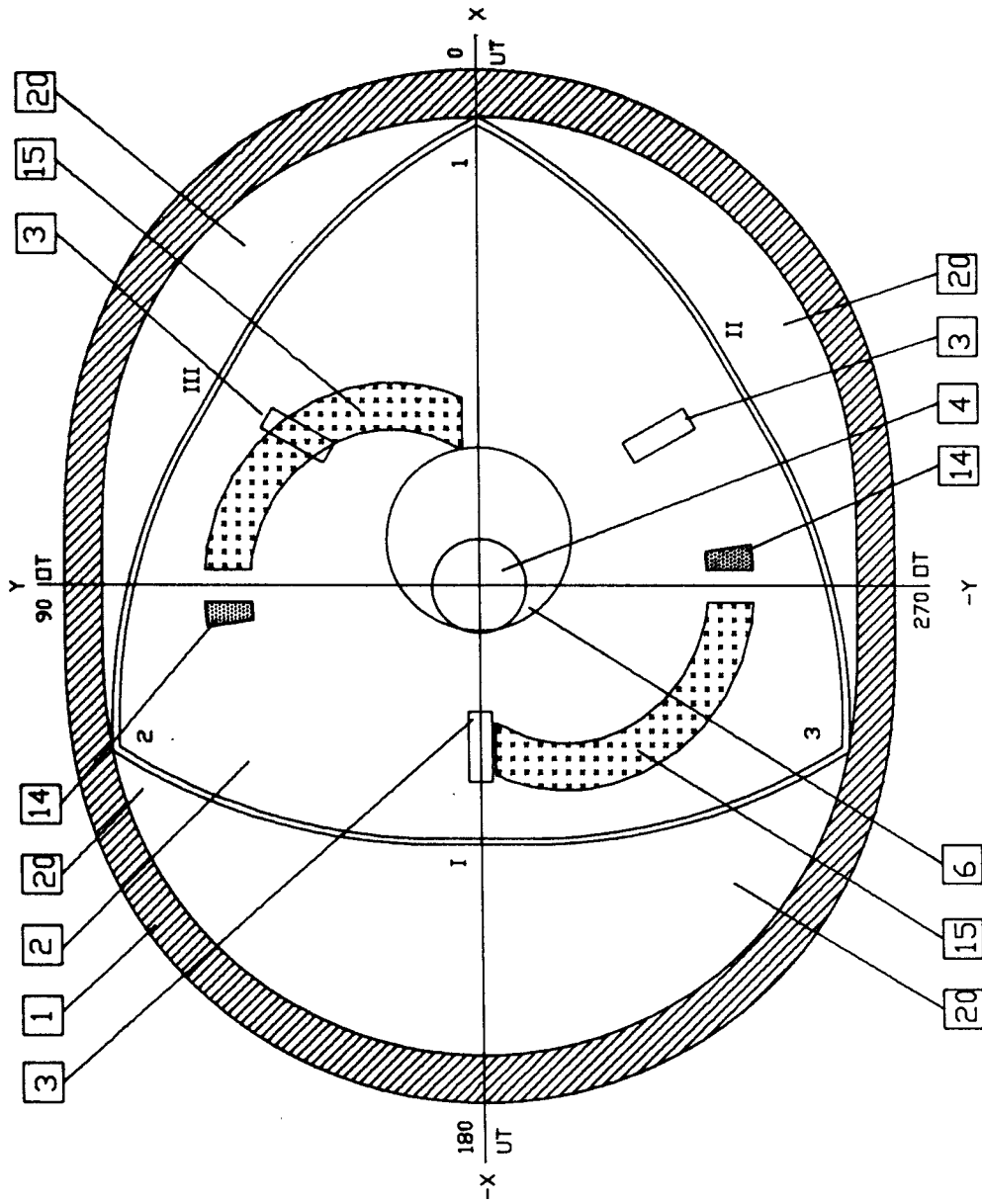


FIGUR 7





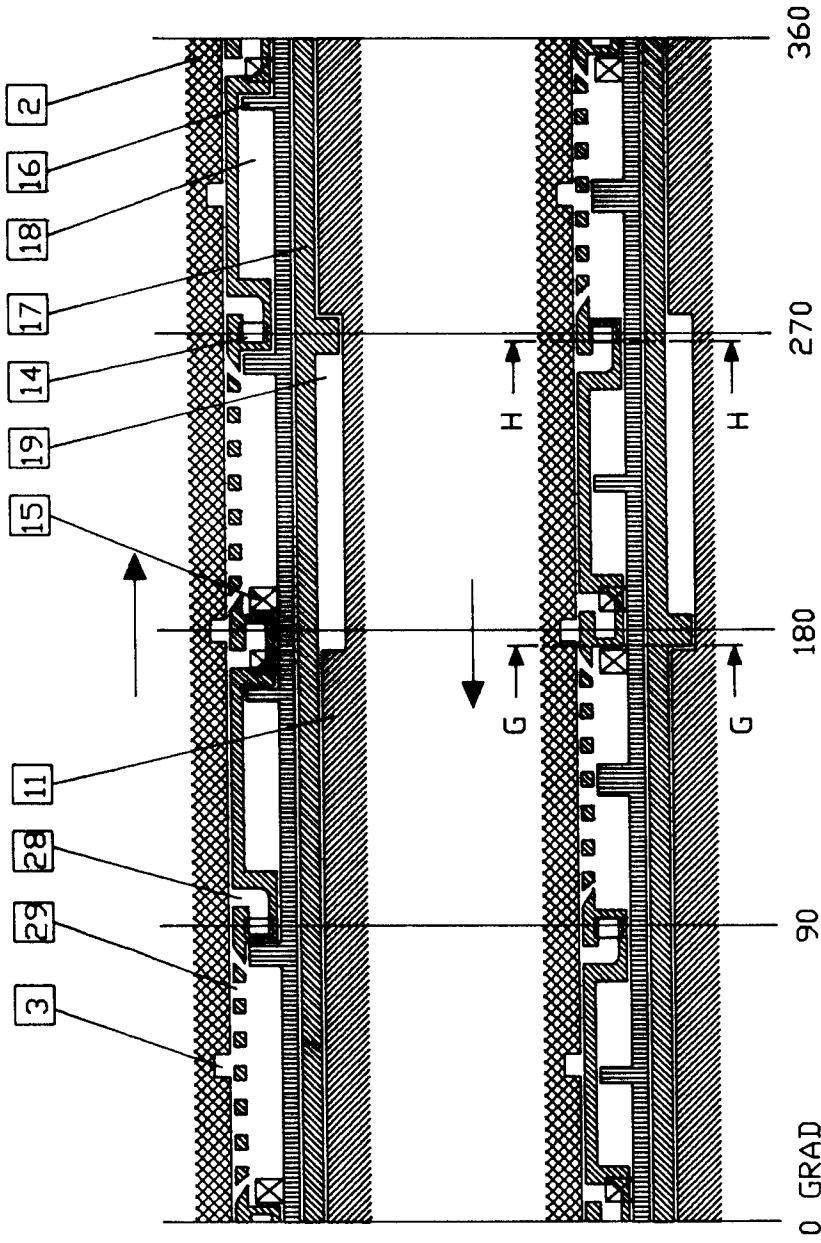
FIGUR 10



FIGUR 11



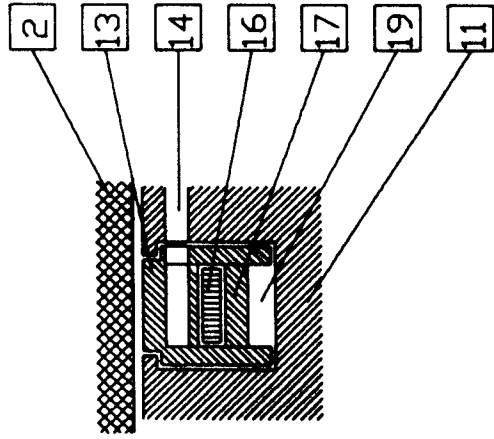
FIGUR 13



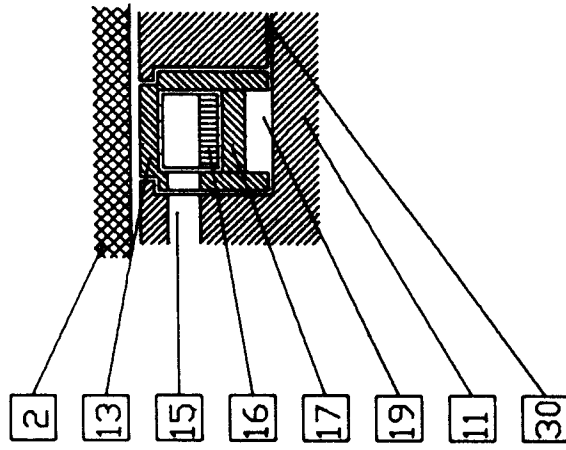
FIGUR 14

SCHNITT F--F

SCHNITT H-H



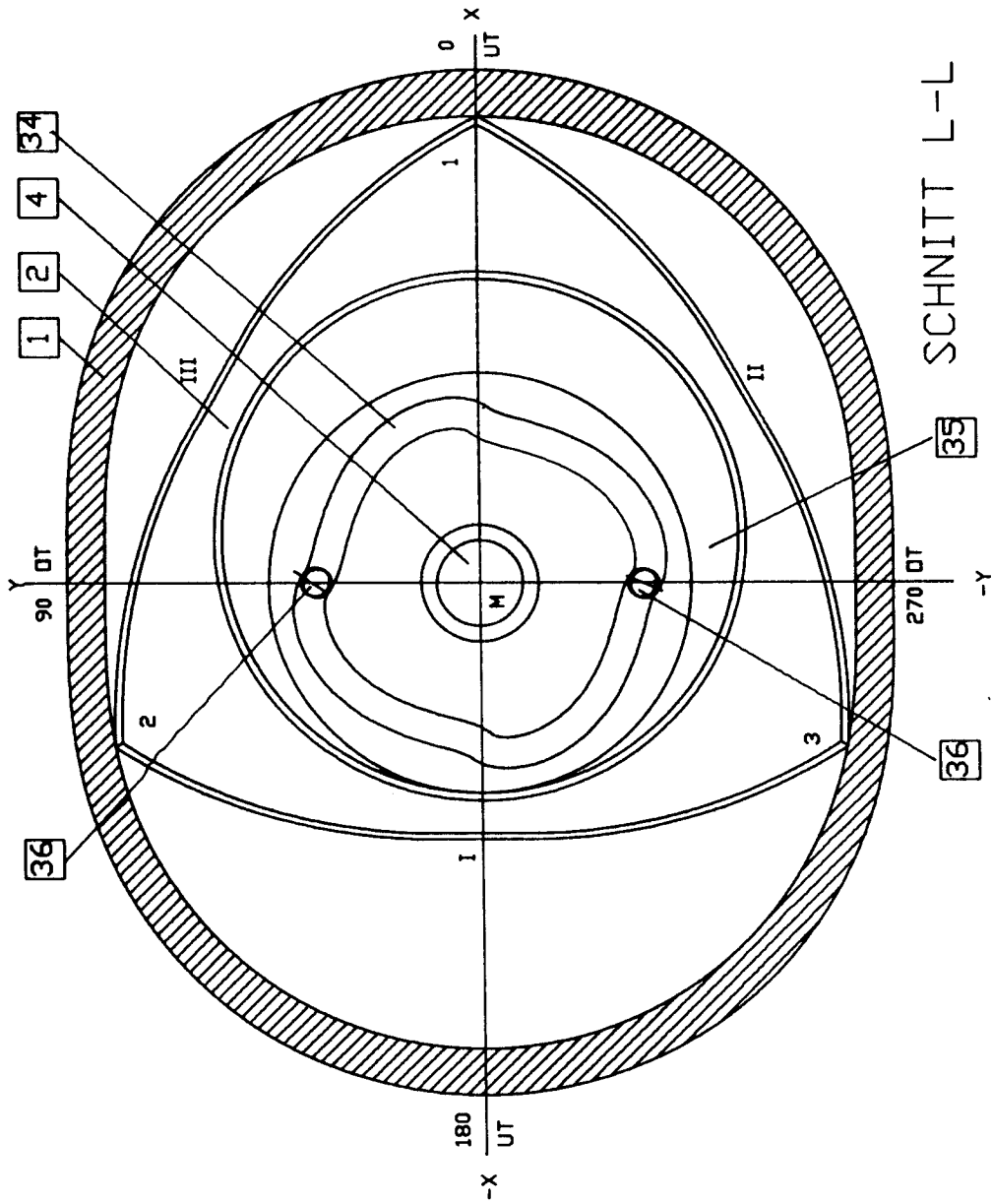
SCHNITT G-G



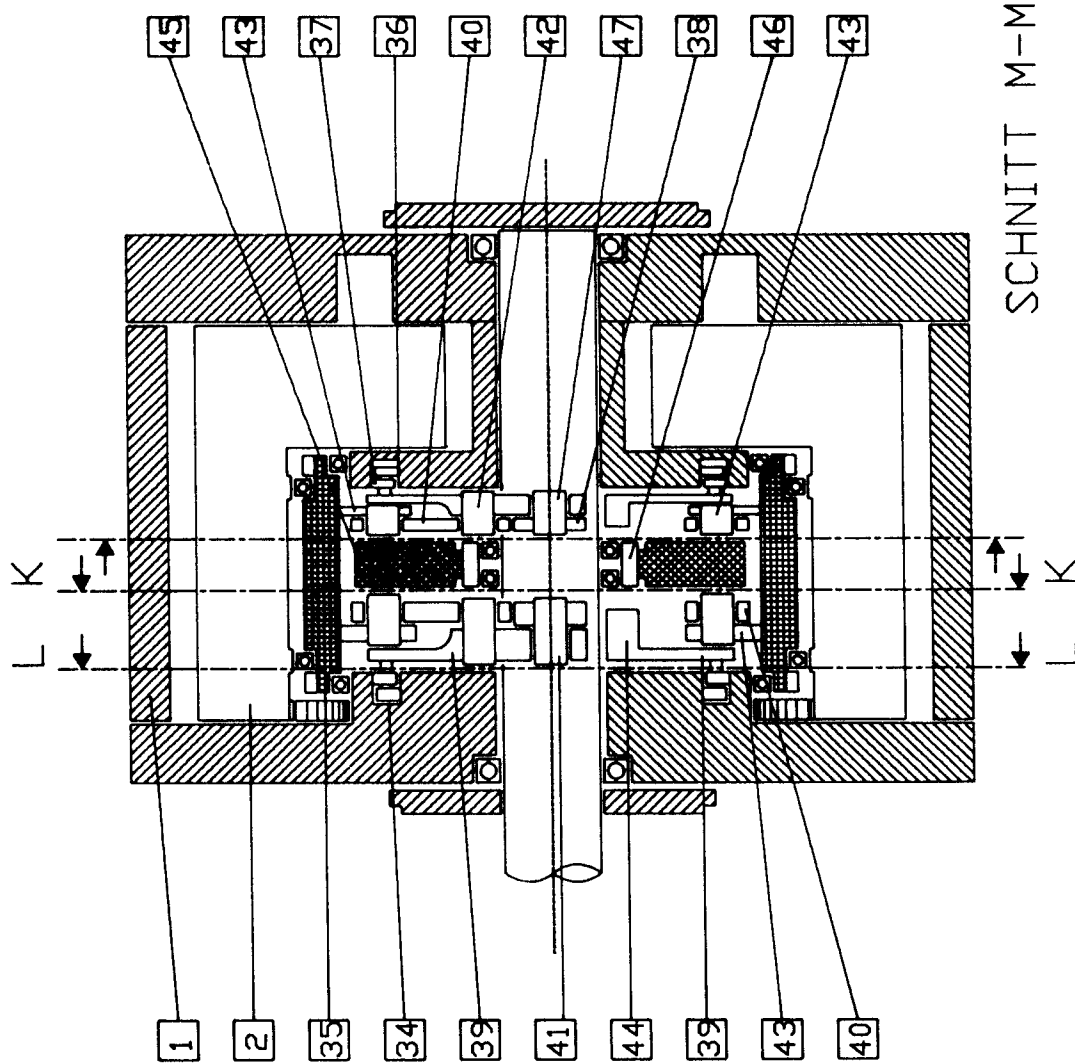
FIGUR 16

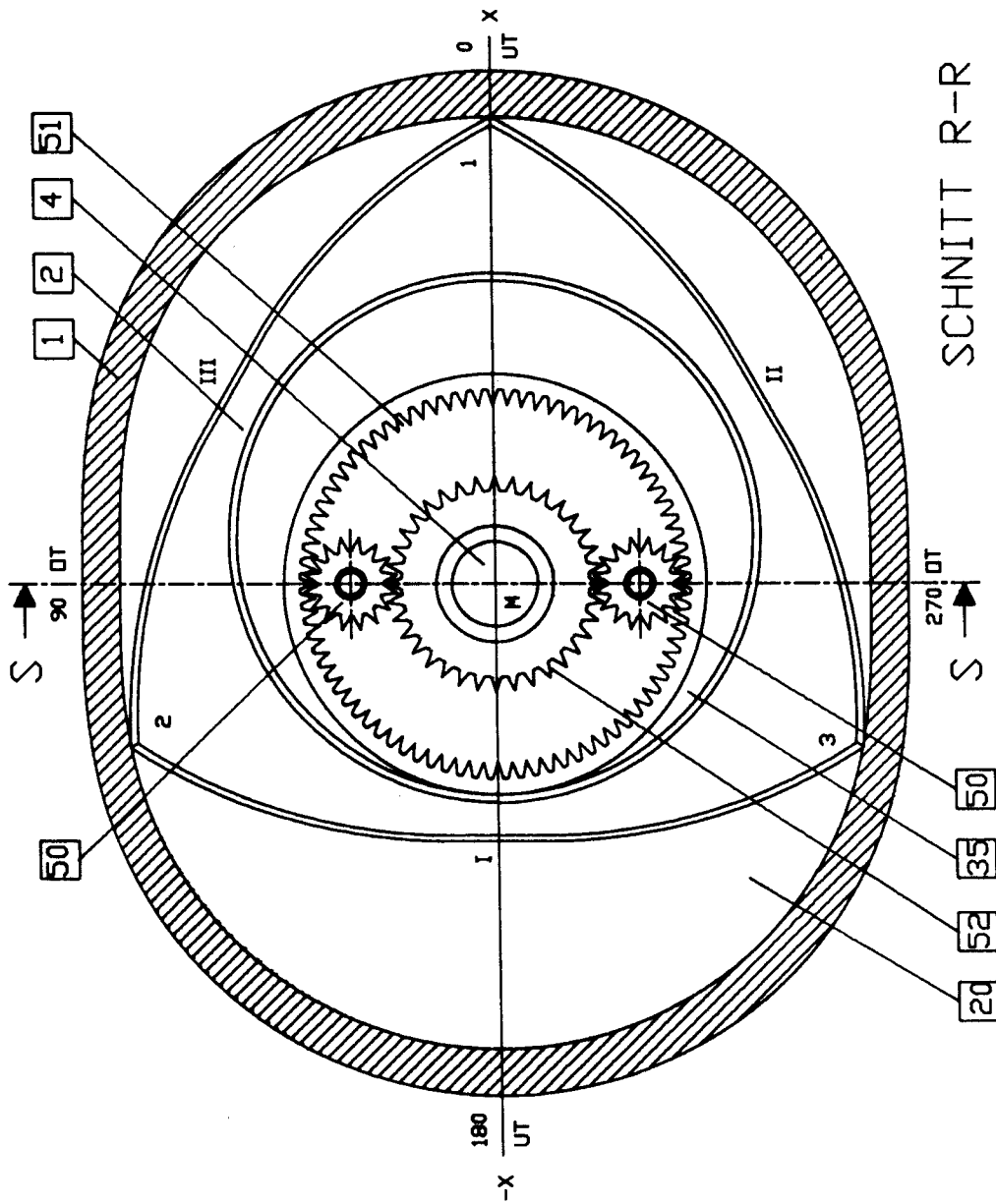
FIGUR 15





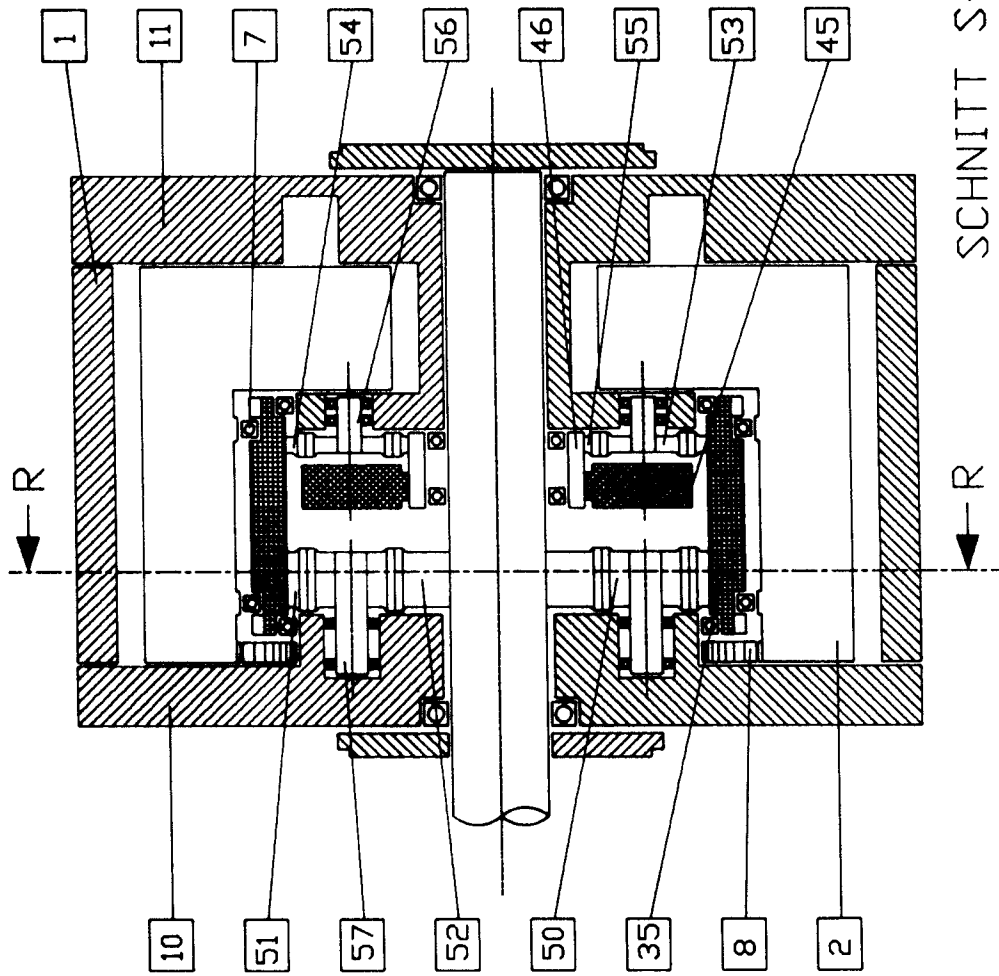
FIGUR 21



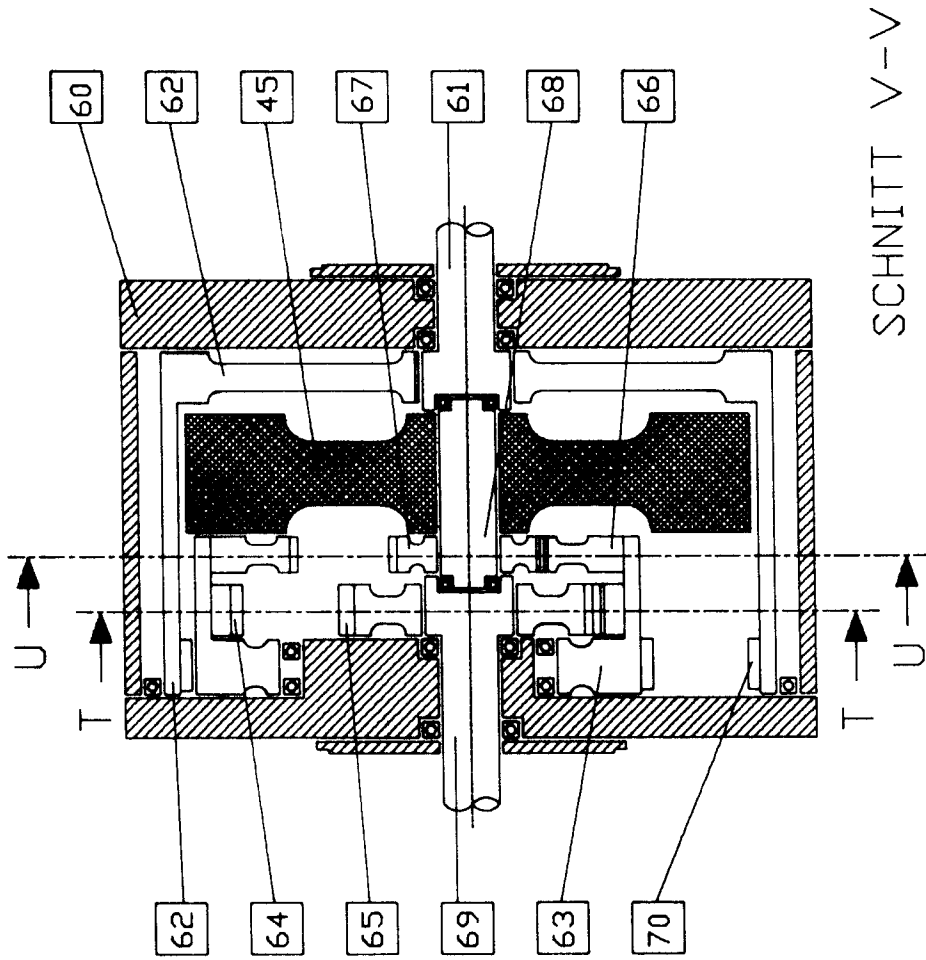


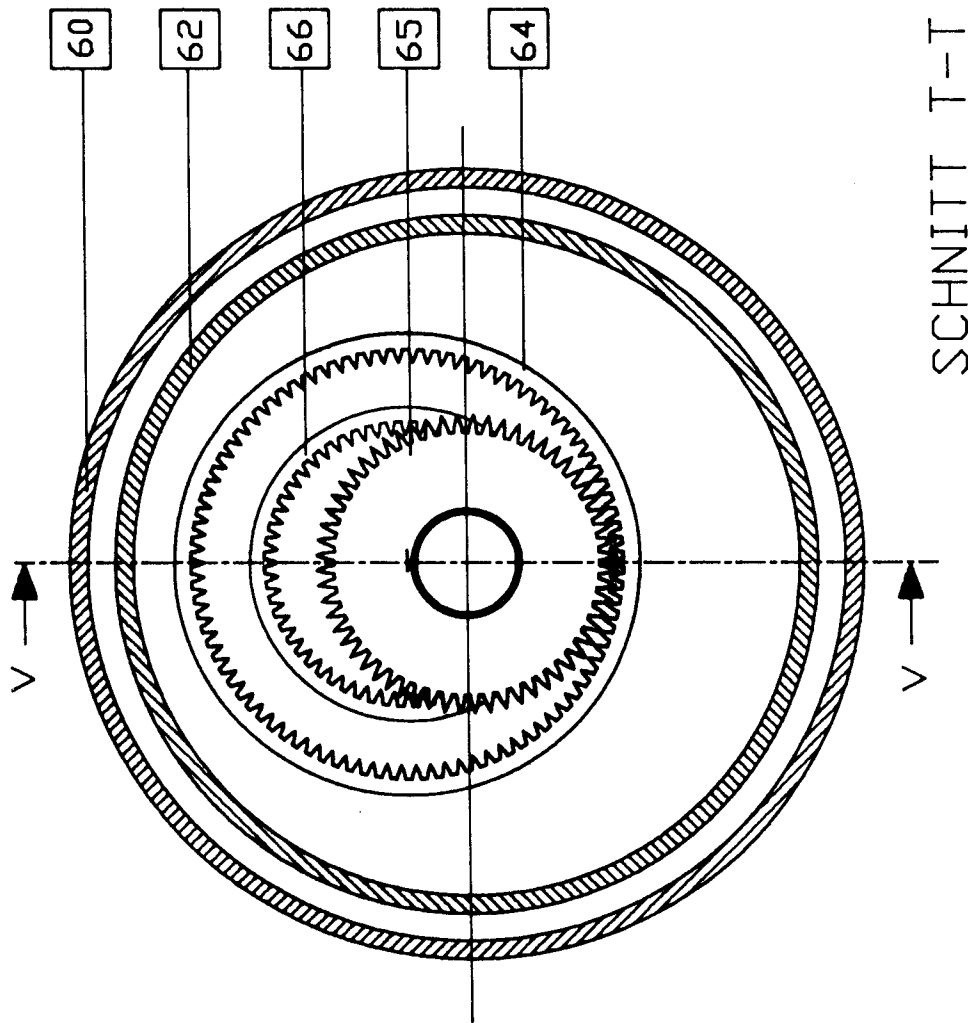
SCHNITT R-R

FIGUR 23



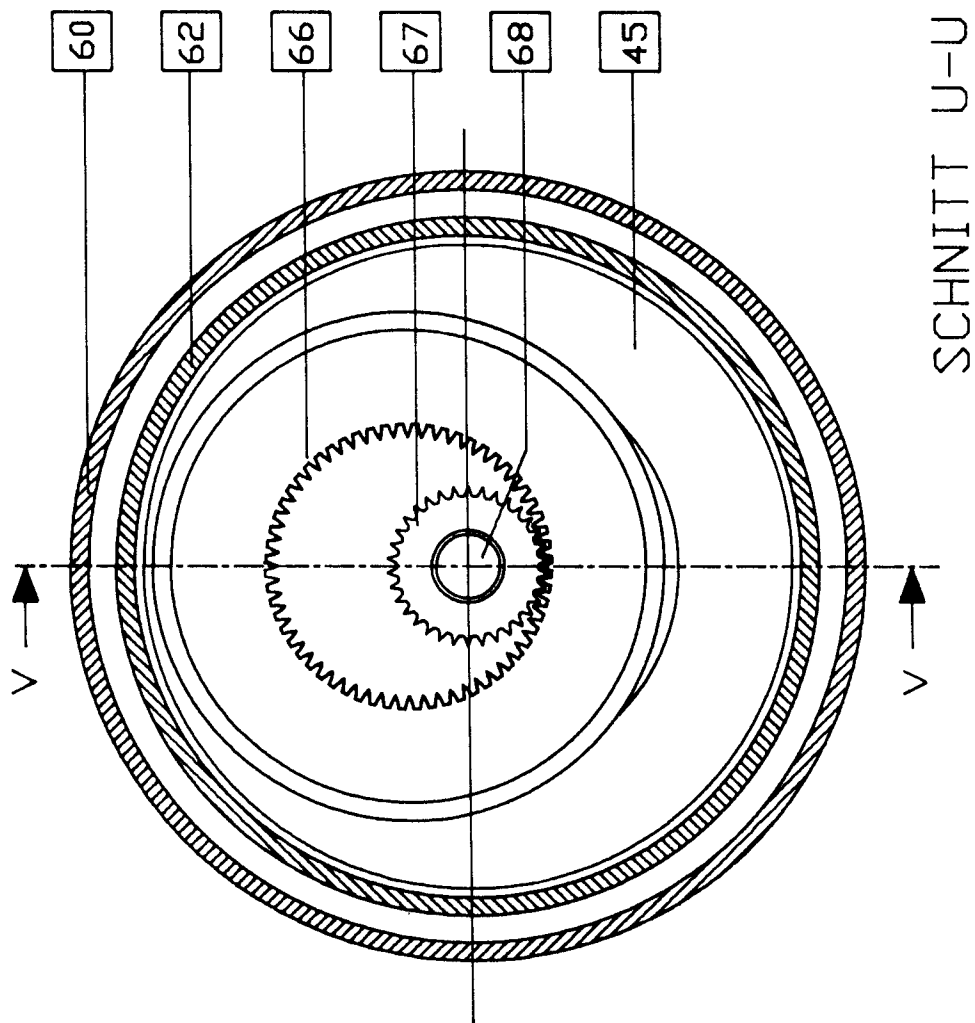
SCHNITT S-S  
FIGUR 24





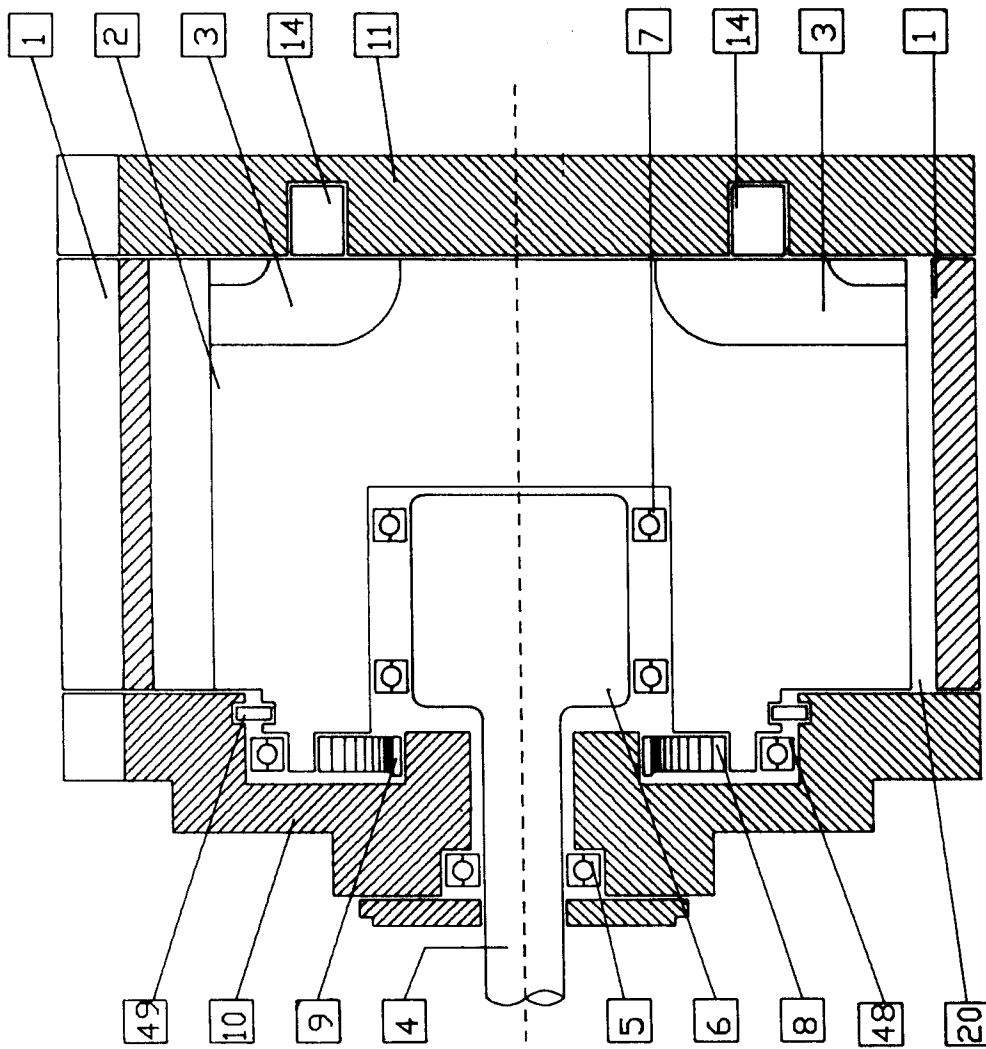
SCHNITT T-T

FIGUR 26

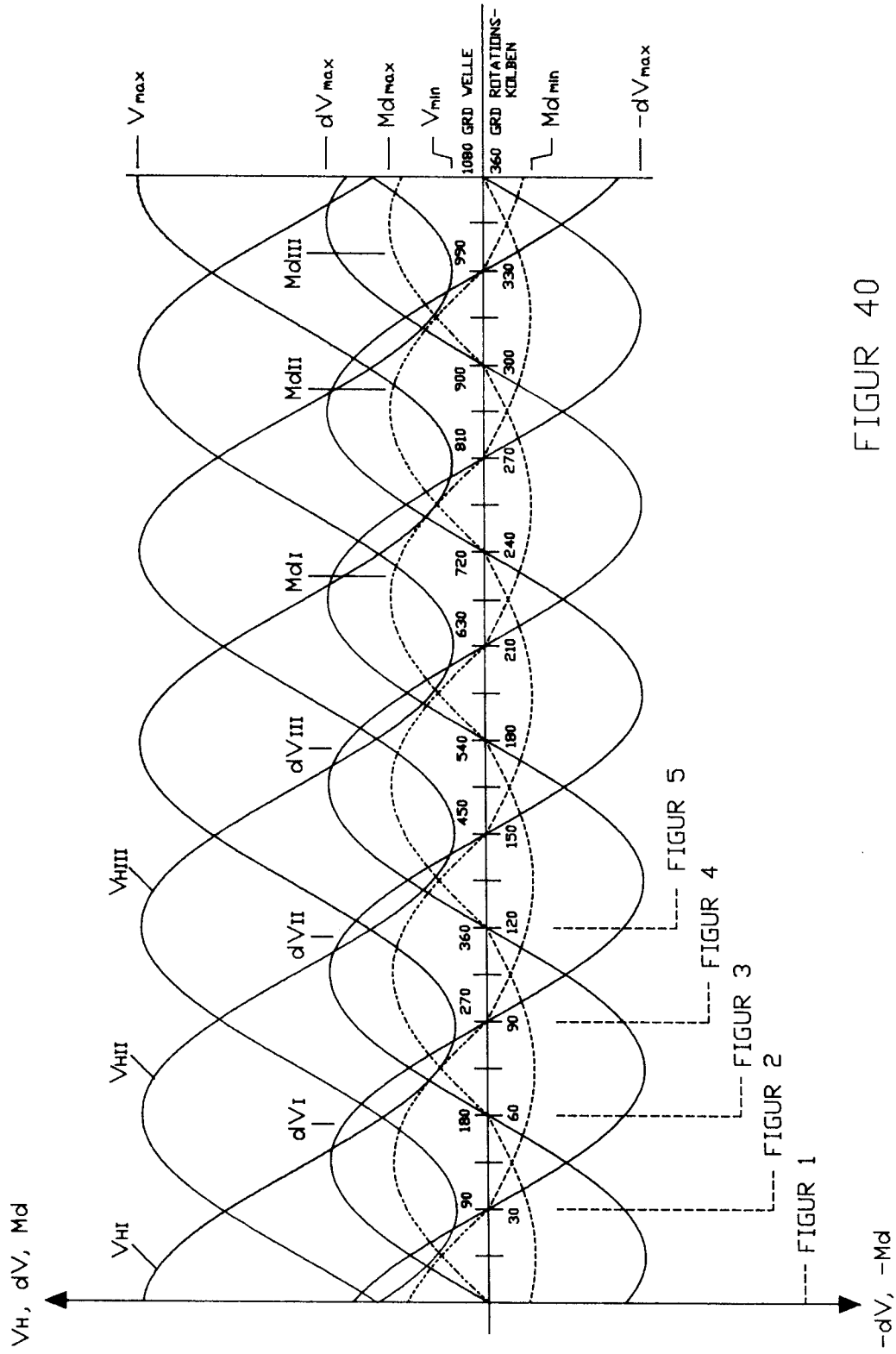


FIGUR 27

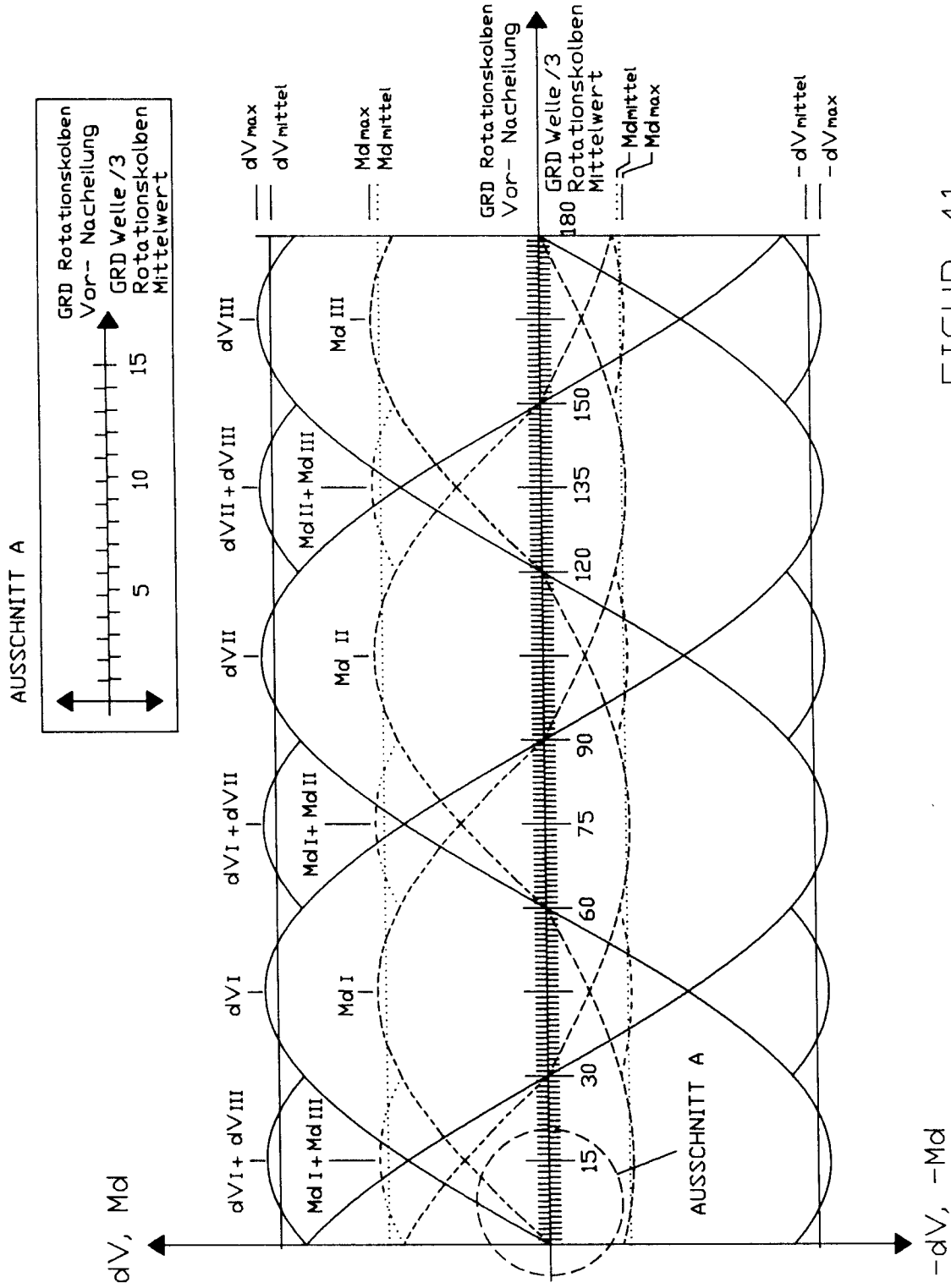
FIGUR 28







FIGUR 40



FIGUR 41



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	US-A-3 825 375 (DEANE) * Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 63; Abbildungen 1-5 * * Spalte 6, Zeile 64 - Spalte 9, Zeile 45; Abbildungen 6-9 * * Spalte 9, Zeile 63 - Spalte 10, Zeile 53; Abbildungen 10-12 * ---	1,2,3,9	F01C1/22
A	DE-A-2 316 522 (ECKHARDT) * Seite 1 - Seite 2; Abbildungen * ---	1	
A	DE-B-1 115 267 (MOTOREN-WERKW MANNHEIM) * Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 37; Abbildungen *	1,6,8	
A	DE-B-1 194 636 (BETEILIGUNGS- UND PATENTVERWALTUNGSGESELLSCHAFT) -----		
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)</b>
			F01C F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30 JULI 1992	Prüfer KAPOULAS T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			