



19 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 32 325 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 B 53/02**

21 Aktenzeichen: 197 32 325.1  
22 Anmeldetag: 28. 7. 97  
43 Offenlegungstag: 4. 2. 99

**DE 197 32 325 A 1**

71 Anmelder:  
Lübbe, Manfred, Dipl.-Ing., 71229 Leonberg, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

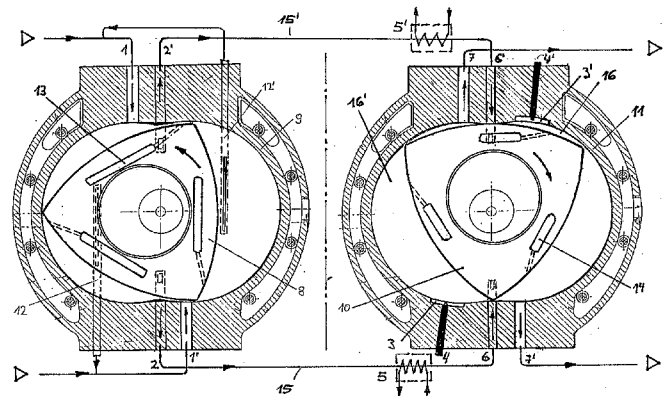
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS	21 43 345
DE-AS	13 01 611
DE	28 38 000 A1
DE-OS	21 26 176
DE-OS	17 51 862
DE-OS	15 76 196
US	32 59 113

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Rotations-Kompressor-Motor

57 Der Rotations-Kompressor-Motor RKM mit innerer Verbrennung besitzt 2 Kreiskolbenmaschinen von denen die eine als Kompressor (9) und die andere als Motor (11) arbeitet. Jede der beiden Kreiskolbenmaschinen besitzt 2 Einlaßbereiche (1 u. 1' bzw. 6 u. 6') und 2 Auslaßbereiche (2 u. 2' bzw. 7 u. 7'). Der Einlaß des Kompressors dient zum Aussaugen der Verbrennungsluft, während der Auslaß (2 u. 2') des Kompressors mit dem Einlaß (6 u. 6') des Motors verbunden ist. Diese Verbindung ist beheizbar, so daß unabhängig von der Verdichtung des Kompressors die Verbrennungslufttemperatur konstant gehalten werden kann. Durch Steuerschieber (12 u. 12') ist es möglich beliebige Verdichtungen und damit auch beliebige Füllungsgrade des Motors zu erreichen.



**DE 197 32 325 A 1**

## Beschreibung

## Beschreibung allgemein

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Wärmekraftmaschine mit innerer Verbrennung. Derartige, periodisch arbeitende Wärmekraftmaschinen – allgemein Verbrennungsmotoren – dienen zur Umwandlung von, in Kraftstoffen enthaltener Energie, in mechanische Arbeit.

## Stand der Technik

Da die Funktion des direkteinspritzenden Dieselmotors allgemein hinlänglich bekannt ist, sei deshalb hier nur eine kurze Beschreibung aufgezeigt.

Unter Dieselmotor wird ein Hubkolbenmotor mit innerer und damit heterogener Gemischbildung und Selbstzündung verstanden. Im Kompressionstakt wird Luft auf 30 bis 50 bar verdichtet und dabei auf 600 bis 800°C erhitzt. Diese Temperatur reicht aus um den kurz vor Kompressionsende nahe dem oberen Totpunkt eingespritzten Kraftstoff zur Selbstzündung zu bringen. Der Ablauf der nachfolgenden Verbrennung sowie die Ausnutzung der angesaugten Verbrennungsluft und damit der erzielbare Mitteldruck hängen bei heterogenen Verfahren entscheidend von der Gemischbildung ab.

Auf der Basis von Kreiskolbentriebwerken sind bisher keine nennenswerten Dieselmotoren serienreif hergestellt worden, mit Ausnahme des fremdgezündeten Motors der Wankel Rotary GmbH in Krob.

## Darstellung der Erfindung

Die Bezugszeichen sind auf **Fig. 1** bezogen.

## Kennzeichnende Merkmale

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen verbesserten Dieselmotor mit Kreiskolbenmaschine – vornehmlich nach dem Wankelmotorprinzip – zu erstellen, der jedoch den Nachteil des Wankelprinzips eliminiert, keine genügend hohe Kompression zur Selbstzündung des Kraftstoffes zu erreichen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß jeweils zur Kompression und zur Expansion ein separates Kreiskolbentriebwerk eingesetzt wird, wobei die Hubvolumina nicht gleich groß sein müssen.

Die beiden Triebwerke sind auf einer gemeinsamen Welle angeordnet (2 Scheibenkreiskolbenmotor), wobei die Auslässe des Kompressors (9) mit den Einlässen des Motor (11) – Expander – über Verbindungskanäle miteinander verbunden sind. Durch die Ausführung der Ein- und Auslässe nicht am Umfang, sondern an den Seiten der Kreiskolbenmaschinen ist es möglich diese Öffnungen durch den Rotationskolben zu übersteuern um so mit Hilfe von, in den Rotor eingelassenen Steuerkanälen (13 u. 14) genaue Steuerzeiten auswählen zu können.

Weiterhin ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichtung des Kompressors mittels der Steuerschieber (12 u. 12') verändert und daß die komprimierte Luft auf dem Weg vom Kompressor (9) zum Motor (11) beheizt werden kann. Dies geschieht in einem beheizbaren Booster. Damit wird erfindungsgemäß erreicht, daß die Verbrennungsluft bis zu 900°C erreichen kann und dabei die Druckwerte im Bereich von 20 bis 120 bar durch den variablen Kompressor frei eingestellt werden können.

Dies wirkt sich sehr vorteilhaft auf den Kraftstoffverbrauch, die Schadstoffentwicklung, den Wirkungsgrad und das Drehmoment aus.

Durch die Bausweise dieser Triebwerke entstehen in Kompressor und Motor jeweils zwei Teil-Triebwerke. Folglich ist der Bauaufwand nicht größer als bei einem 2 Scheiben Wankeltriebwerk.

## Funktionsbeschreibung

Bei abgeschlossener Kompression wird die komprimierte Luft über einen Verbindungskanal (15 u. 15') in den Motor gepreßt, wobei die Aus- bzw. Einlässe durch Seitenaus-/einlässe (2 u. 2', 6 u. 6') realisiert werden, die durch den Kreiskolben übersteuert werden. In den Kreiskolben (8 u. 10) beider Maschinen sind Steuerkanäle (13 u. 14) eingelassen, die die Verbindung vom Kompressionsraum bzw. Expansionsraum zum Verbindungskanal herstellen. Die Steuerkanäle enden in Verbindungsbohrungen, die ihrerseits an der Radialseite der Kolben enden.

Da der beidseitig durch die beiden Kreiskolben abgedichtete Verbindungskanal zwischen Kompressor und Motor unter Druck bleibt ist er als Totraum unwirksam und muß somit bei der Kompressionsberechnung nicht berücksichtigt werden.

Der Kompressor (9) kann bei entsprechender Auslegung wesentlich mehr Luft komprimieren, als zur Verdichtung auf 1 : 23 (beispielsweise) nötig wäre. Die Mehrförderung wird durch die Steuerschieber (12 u. 12') auf das benötigte Maß begrenzt um es bei spontaner Leistungsanforderung unverzüglich abrufen zu können.

Die Steuerschieber (12 u. 12') erfüllen die Funktion eines Bypasses mit einstellbarem Schließzeitpunkt. Der Steuerschieber ist ein Rohr, das einen Schlitz in Form einer steilen Schraube besitzt. Dieses Rohr läuft in einer Bohrung in den Seitenwänden des Kompressors. Diese Bohrung ist durch linear angebrachte kleine Bohrungen in den Kompressorseitenwänden so mit dem Kompressionsraum verbunden, daß der Kreiskolben diese Bohrungen bei seiner Drehung nach und nach übersteuert. Je nach Stellung des schraubenförmigen Schlitzes im Steuerschieber wird festgelegt bis zu welcher Stellung der Bypass die Luft während des Kompressionsvorganges wieder zur Ansaugöffnung zurückführt. So kann die Luftmenge in gewissen Grenzen – bis zu ca. 70% des gesamten Volumens – verändert werden.

Damit wird einerseits ein variabler Verdichtungsdruck erreicht, und andererseits steht z. B. bei niedriger Drehzahl spontan soviel Verbrennungsluft zur Verfügung, daß eine weit größere Menge Kraftstoff eingespritzt werden kann als beim normalen Dieselmotor bei der selben Drehzahl. Dadurch wird es ermöglicht bei niedriger Drehzahl ein überdurchschnittlich großes, bisher unerreichtes Drehmoment abrufen zu können.

Vorteilhafter Weise wirken sich zwei weitere bauartbedingte Faktoren ebenfalls positiv aus:

1. Außer der Brennkammer in die die Verbrennungsluft durch die Steuerkanäle und die Verbindungsbohrungen durch den Kolben hindurch eingeblasen wird, ist ein ebenfalls mit komprimierter Luft gefüllter Brennraum vorhanden. Dadurch verläuft die Druckamplitude nach dem Zündvorgang flacher.
2. Der Kurbelwellendrehwinkel des aufgezeigten Wankeltriebwerkes beträgt ca. 260° in der Expansionsphase. Beim Dieselmotor sind dies gerade mal 130°, bedingt durch frühe Öffnungswinkel der Auslaßventile, ca. 50° vor "UT". Somit hat das gezündete Gemisch doppelt soviel Zeit zu Expansion und auch die Aus-

stoßphase ist bei dieser Triebwerksgeometrie günstiger.

Da sich die 130° bezüglich der Drehmomentabgabe auf 2 Kurbelwellenumdrehungen beziehen, entspräche dies bei einer Kw-Umdrehung 65°. Verglichen mit 260° ergibt sich eine 4 mal solange Drehmomententwicklung, womit sich der RKM mit einem 8 Zylinder 4-Taktmotor vergleichen läßt. Bezüglich der Laufruhe ist er jedoch selbst einem 12 Zylinder überlegen, da er sich im Gegensatz zu diesem komplett auswuchten läßt.

Durch geringe Fertigungstoleranzen und Material mit geringer Temperatúrausdehnung und geringer Wärmeleitfähigkeit z. B. Aluoxid wird eine geringe Wärmeabstrahlung des Motors erreicht. Der Motor wird quasi "wärmedicht" ausgelegt.

Werden gleichzeitig die sonst üblichen Dichtleisten weglassen und minimierte Spaltverluste akzeptiert, so entsteht ein extrem reibungsarmes Triebwerk.

Da im Kompressortriebwerk (9) nur Luft verdichtet wird, und im Motor (11) nur komprimierte Luft mit dem dort eingespritzten Kraftstoff expandiert, kann keine Verschleppung der Gase erfolgen. Auch kann der Kompressor "kalt" und der Motor "heiß" bleiben.

Der optimale Phasenwinkel zwischen den beiden Rotationskolben liegt bei ca. +90° für den Kompressor, wobei auch andere Winkel bei entsprechender Ausgestaltung der Steuerkanäle (13 u. 14) realisierbar sind.

Die Kraftstoffzufuhr erfolgt durch Direkteinspritzung von vorwiegend Dieselmotorkraftstoff, wobei die Verdichtungstemperatur durchaus ausreicht auch höher entzündliche Kraftstoffe zu entzünden, zum Beispiel kann auch Benzin direkt eingespritzt werden.

Durch die Konstruktion dieses Rotations-Kompressor-Motors werden bisher nicht vorhandene Freiheitsgrade bezüglich der Variabilität des Motorarbeitsdruckers erreicht, da der Hubraum des Kompressor unabhängig vom Hubraum des Motors gewählt werden kann.

Da durch die Motorgeometrie im "OT" außer der Brennkammer (3 u. 3') auch ein Brennraum (16) entsteht, der ebenfalls mit komprimierter Luft gefüllt ist, steht bei der Selbstzündung des Kraftstoffes ein größeres Raumvolumen zur Verfügung was den Druckverlauf weniger steil gestaltet.

Durch den hohen Luftüberschuß wird auch der Schadstoffausstoß verringert.

Wertet man in einer kleinen Abgasturbine oder nach geschalteter "Wankelscheibe" die restliche Abgasenergie zum Antrieb des Stromgenerators aus, so können alle Nebenaggregate wie Servolenkung, Licht, Klima, usw. direkt von der Batterie aus betrieben werden, womit der Motor weniger Drehmasse beschleunigen muß.

Bringt man zwischen Kompressor und Motor ein Heizelement – Booster – so an, daß die komprimierte Luft auf dem Weg zwischen Kompressor und Motor erhitzt werden kann, so läßt sich die Lufttemperatur im Brennraum auf z. B. 800 bis 900°C konstant halten.

Zusätzlich zur konstanten Temperatur kann der Druck der komprimierten Verbrennungsluft durch die Steuerschieber zwischen 20 bar und 120 bar variiert werden.

Dies erlaubt eine freie Brennstoffwahl und einen gleichbleibenden Wirkungsgrad über den gesamten Leistungsbe-  
reich, da immer ein Optimum an Druck und Temperatur im Brennraum eingestellt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Rotations-Kompressor-Motor mit innerer Verbrennung mit

– zumindest 2 Hohlzylindern (9 u. 11), die mit Luft oder einen anderen gasförmigen Medium befüllbar sind,

– einen Kreiskolben als Verdränger in jeden Hohlzylinder,

– zumindest 2 Einlässe (1 u. 1', 6 u. 6') und 2 Auslässe (2 u. 2', 7 u. 7') an jedem Hohlzylinder (9 u. 11), wobei die Auslässe (2 u. 2') des Hohlzylinders (9), mit den Einlässe (6 u. 6') des Hohlzylinders (11) so verbunden sind, daß das Medium (z. B. Luft) stets in gleicher Strömungsrichtung hindurch geführt wird, und somit der Kreiskolben (8) nur als Kompressor und der Kreiskolben (10) nur als Motor wirksam werden kann,

– dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor (8, 9) so viel "Hubraum" besitzt, daß die verdichtete Menge des Mediums ausreicht, den Verbindungskanal (15 bzw. 15'), die Brennkammer (3 bzw. 3') und den Brennraum (16 bzw. 16') mit dem Medium so zu füllen, daß dort ein Druck entsteht, der ausreicht, den mittels Einspritzdüsen (4 u. 4') eingespritzten Kraftstoff zur Selbstentzündung zu bringen, und daß

– die durch die Ausgestaltung der Hohlzylinder und der Kreiskolben entstehende Aufteilung der Hohlzylinder in zwei oder mehrere Teiltriebwerke so genutzt wird, daß alle Teiltriebwerke am Arbeitsprozeß teilnehmen.

2. RKM nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslässe (2 u. 2') des Kompressors (8, 9) und die Einlässe (6 u. 6') des Motors (10, 11) als Seiteneinlässe bzw. Seitenauslässe ausgebildet sind.

3. RKM nach Anspruch 1+2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreiskolben (8 bzw. 10) so mit Steuerkanälen (13 u. 14) und Verbindungsbohrungen ausgestattet sind, daß die Auslässe (2 u. 2') des Kompressors mit den Kompressorräumen in Verbindung stehen und die Seiteneinlässe (6 u. 6') des Motors mit den Brennräumen (16 u. 16') in Verbindung stehen.

4. RKM nach Anspruch 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor (8 u. 9) mit Steuerschiebern (12 u. 12') ausgestattet ist, die so ausgestaltet sind, daß sie als variabler Bypass wirken, und somit die Verdichtung in weitem Bereich steuerbar ist.

5. RKM nach einem der vorangenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Verbindungskanäle (15 u. 15') eine Vorrichtung – Booster – zum Nachheizen des Mediums eingefügt ist, die es ermöglicht Temperatur und Druck des verdichteten Mediums in weitem Bereich zu beeinflussen.

6. RKM nach einem der vorangenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkanäle (13 u. 14') so ausgestaltet sind, daß die im Verbindungskanal (15 u. 15') zwischen Auslaß Kompressor (2 u. 2') und Einlaß Motor (6 u. 6') unter Druck stehende Menge Medium nach Befüllen von Brennraum und Brennkammer so durch die von den Kreiskolben abgedeckten Ein- Auslässe der Verbindungskanäle so unter Druck bleiben, daß die Volumenmenge des Verbindungskanals nicht wesentlich bei der Berechnung der Kompression als Totraum berücksichtigt werden muß.

7. RKM nach einem der vorangenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der RKM eine Turbine oder Kreiskolbenmaschine nachgeschaltet ist zum Antrieb eines Stromgenerators, der alle relevanten Nebenaggregate bedient, so daß die momentane Drehmasse des RKM klein gehalten werden kann.

8. RKM nach einem der vorangenannten Ansprüche, da-

durch gekennzeichnet, daß der Bypaß im Kompressor nicht durch Steuerschieber, sondern durch Druckventile realisiert ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen 5

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

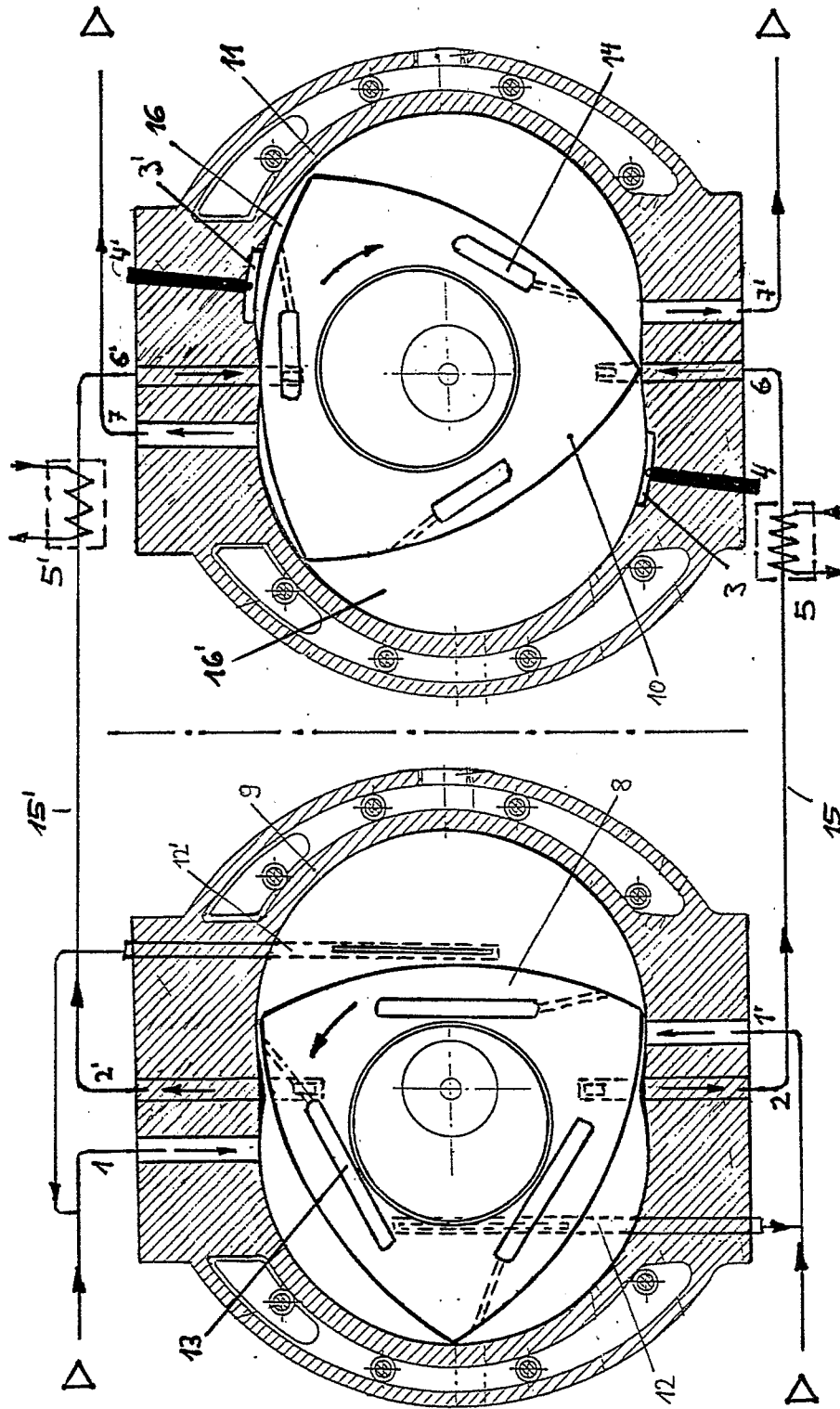


Fig. 1 Prinzipschema  
Rotationskompressormotor  
Lübbe RKM