

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem Einlassventil zur Steuerung eines drallerzeugenden Einlasskanals und zumindest einem Auslassventil zur Steuerung eines Auslasskanals pro Zylinder, wobei durch Verändern der Steuerzeiten des Einlassventils und/oder des Auslassventils Abgas aus dem Auslasskanal in den Zylinder rückgeführt werden kann.

Aus der AT 003 134 U1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Viertaktbrennkraftmaschine mit einem Einlassventil und einem Auslassventil pro Zylinder bekannt, welche über eine gemeinsame Nockenwelle betätigt werden. Im Teillastbereich wird durch eine Phasenverstellung der Nockenwelle der Auslass- und Einlassschluss in Richtung spät verschoben. Dadurch kommt es zu einer Entdrosselung sowie zu einer inneren Abgasrückführung. Dies ermöglicht einerseits eine Verringerung der Emissionen und andererseits eine Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs.

Weiters ist es bekannt, im Teillastbereich einen Drall der Einlassströmung im Brennraum zu generieren, um den Kraftstoffverbrauch zu senken. Bei Volllast hingegen ist zur Erzielung der maximalen Leistung ein möglichst hoher Füllungsgrad ohne Drall gewünscht. Diese Flexibilität – drallbehaftete Einlassströmung bei Teillast, dralllose Einlassströmung mit hohem Durchfluss bei Volllast – kann bei Brennkraftmaschinen mit zwei Einlasskanälen pro Zylinder durch Kanalabschaltung während des Teillastbetriebes erzielt werden.

Bei Brennkraftmaschinen mit nur einem Einlassventil und einem Auslassventil pro Zylinder ergibt sich die Problematik, dass bei der Auslegung des Einlasskanals ein Kompromiss zwischen Drallerzeugung bei Teillast und maximalen Durchfluss bei Volllast gefunden werden muss, wobei der Zielkonflikt besteht, dass der Durchfluss durch den Einlasskanal mit der Stärke des erzeugten Dralles abnimmt.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und einerseits bei Teillast niedrigen Kraftstoffverbrauch und Emissionen und andererseits bei Volllast hohe Leistung zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass der Auslasskanal für das in den Brennraum rückströmende Abgas als drallerzeugender Kanal, vorzugsweise als Tangentialkanal, ausgebildet ist. Gemäß der Erfindung wird somit der Auslasskanal in die Drallgenerierung der Strömung im Zylinder eingebunden. Der Drall innerhalb des Zylinderraumes wird somit sowohl mit dem Auslasskanal, als auch mit dem Einlasskanal generiert. Dadurch ist es möglich, die Drallkomponente des Einlasskanals zu verringern, um auf diese Weise den Durchfluss durch den Ein-

lasskanal bei Volllast zu erhöhen. Wesentlich ist, dass der Drall zufolge des rückströmenden Abgases aus dem Auslasskanal und der Drall zufolge der Frischgasströmung aus dem Einlasskanal die gleiche Orientierung aufweisen, so dass eine gegenseitige Verstärkung auftritt.

Um einen hohen Drall im Brennraum zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn die Strömungsmittellinie des Einlasskanals im Bereich der Einlassöffnung mit einer Zylindermittelpunkt und Ventilmittelpunkt verbindenden Geraden einen Winkel zwischen etwa 80° und 120° aufspannt. Zusätzlich ist es besonders günstig, wenn die Strömungsmittellinie des Auslasskanals im Bereich der Auslassöffnung mit einer Zylindermittelpunkt und Ventilmittelpunkt verbindenden Geraden einen Winkel zwischen etwa 80° und 120° aufspannt.

Besonders gute Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn die Achse des Auslasskanals mit einer Zylinderachsparallelen einen Winkel $>0^\circ$, vorzugsweise $>30^\circ$, besonders vorzugsweise $>60^\circ$ einschließt. Auch der Einlasskanal kann in dieser Weise geformt sein.

Um Strömungsverluste zufolge von Turbulenzerscheinungen zu vermeiden, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Auslasskanal im Bereich des Ventilsitzes im Bereich der der Zylinderkopfebene nächstliegenden Kanalunterseite eine Abrisskante aufweist. Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist, dass die der Zylinderkopfebene entferntere Kanaloberseite des Auslasskanals im Bereich des Ventilsitzes mit der Zylinderachsparallelen einen Winkel $>30^\circ$, vorzugsweise $>60^\circ$, einschließt. Die Kanaloberseite des Auslasskanals ist somit möglichst flach ausgeführt, das heißt, dass der Winkel zwischen der Kanaloberseite und der Ventilachse wesentlich größer als 0° ist. Dies bewirkt ein flaches Einströmen des rückgeführten Abgases in den Zylinder, was zusammen mit der seitlichen Position des Auslassventils im Brennraum einen relativ starken Drall verursacht. Um die Drallwirkung zu verstärken, kann der Auslasskanal zusätzlich im oder gegen den Sinn der Drallrichtung gekrümmt sein.

Gemäß der Erfindung ist somit vorgesehen, dass bei Teillast durch Veränderung der Einlasssteuerzeit und/oder der Auslasssteuerzeit eine interne Rückführung von Abgas aus dem Auslasskanal in den Zylinder durchgeführt wird, wobei während der Abgasrückführung eine asymmetrische Abgasrückführströmung generiert wird. Eine besonders einfache Ausführungsvariante der Erfindung sieht dabei vor, dass bei Teillast durch eine Phasenverstellung der Nockenwelle sowohl die Einlasssteuerzeit, als auch die Auslasssteuerzeit um einen Kurbelwinkel von etwa 30° bis 100° , vorzugsweise etwa 40° bis 80° , nach spät verschoben wird.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Schnitt durch einen Zylinder gemäß der Linie I-I in Fig. 2, Fig. 2 die Kanalanordnung dieser Brennkraftmaschine in einer Draufsicht auf den Zylinder und Fig. 3 ein Ventilhub-Kurbelwinkel-Diagramm.

Die Brennkraftmaschine weist einen Zylinderkopf 1 mit einem Einlassventil 2 und einem Auslassventil 3 pro Zylinder 4 auf, welche zur Steuerung einer Einlassöffnung 5 beziehungsweise einer Auslassöffnung 6 dienen. Über die Einlassöffnung 5 mündet ein Einlasskanal 7 in den Brennraum 8, von welchem über die Auslassöffnung 6 ein Auslasskanal 9 ausgeht.

Der Einlasskanal 7 ist drallerzeugend, vorteilhafterweise als Tangentialkanal, ausgebildet und erzeugt im Brennraum 8 während des Ansaughubes einen Drall D_1 um die Zylinderachse 10.

Im Teillastbereich wird während der Einlassphase eine interne Abgasrückführung durchgeführt, indem beispielsweise das Auslassventil 3 verspätet geschlossen wird. Dadurch gelangt während des Ansaughubes ein Teil des Abgases aus dem Auslasskanal 9 zurück in den Brennraum 8.

Der Auslasskanal 9 ist für das rückströmende Abgas ebenfalls drallerzeugend, vorteilhafterweise auch als Tangentialkanal ausgebildet, so dass das rückgeführte Abgas einen weiteren Drall D_2 im Brennraum 8 generiert. Wesentlich ist, dass sich die Frischgasströmung S_1 durch den Einlasskanal 7 und die Abgasrückführströmung S_2 aus dem Auslasskanal 9 nicht gegenseitig behindern. Um dies zu gewährleisten, ist der Auslasskanal 9 so geformt, dass der durch das rückgeführte Abgas generierte Drall D_2 gleich orientiert ist wie der Drall D_1 zufolge der Frischgasströmung S_1 aus dem Einlasskanal 7. Dadurch entsteht eine Verstärkung des Dralles D_1 aus dem Einlasskanal 7. Dies ermöglicht es, den Einlasskanal 7 weniger drallerzeugend, dafür auf größeren Durchfluss auszulegen, um die Leistung bei Volllast zu erhöhen, ohne Kraftstoffverbrauch und Emissionen bei Teillast zu verschlechtern.

Als Tangentialkanal ist hier ein Kanal zu verstehen, dessen Strömungsmittellinie 7a, 9a im Bereich der Einlassöffnung 5 beziehungsweise Auslassöffnung 6 mit einer Zylindermittelpunkt 10b und Ventilmittelpunkt 2a, 3a verbindenden Geraden r_1 , r_2 einen Winkel ε_1 , ε_2 zwischen 80° und 120° aufspannt, wie in Fig. 2 angedeutet ist.

Um die gewünschte Drallwirkung zu erreichen, weist die Strömungsmittellinie 9a des Auslasskanals 9 bezüglich der Zylinderachse 10 beziehungsweise bezüglich

einer Zylinderachseparallelen 10a einen Winkel $\beta > 0^\circ$, welcher vorteilhafterweise mindestens 30° , bevorzugt mindestens 60° beträgt. Auch die Strömungsmittellinie 7a des Einlasskanals 7 ist um einen Winkel α zur Zylinderachse 10 im gleichen Ausmaß geneigt.

Um Turbulenzen bei der Rückströmung des Abgases aus dem Auslasskanal 9 zu vermeiden und Strömungsverluste so gering wie möglich zu halten, weist die der Zylinderkopfebene 11 nächstliegende Kanalunterseite 9b im Bereich des Ventil-sitzes 12 des Auslassventils 3 eine scharf ausgebildete Abrisskante 13 auf. Die der Zylinderkopfebene 11 entferntere Kanaloberseite 9c ist möglichst flach ausgebildet, wobei die Kanaloberseite mit einer Zylinderachseparallelen 10a im Bereich der Mündung 6 einen Winkel δ aufspannt, welcher etwa 30° bis 60° beträgt.

In dem in der Fig. 3 dargestellten Diagramm ist der Ventilhub H über der Kurbelstellung KW in Grad Kurbelwinkel für Einlassventil 2 und Auslassventil 3 jeweils für Vollastbetrieb und Teillastbetrieb aufgetragen. Bezugszeichen E_T bezeichnet den Ventilhub H des Einlassventils 2 bei Teillast, E_V den Ventilhub H des Einlassventils 2 bei Vollast. Der Ventilhub H des Auslassventils 3 für Teillast beziehungsweise für Vollast ist mit A_T beziehungsweise A_V bezeichnet. Deutlich ist zu erkennen, dass bei Teillast die Steuerzeiten des Einlassventils 2 und des Auslassventils 3 nach spät verstellt werden, wobei die Spätverstellung der Einlassnockenwelle etwa 50° beträgt, so dass der Einlassschluss bei 90° bis 140° nach dem unteren Totpunkt UT nach dem Ladungswechsel liegt. Die Steuerzeitverstellung des Auslassventilhubes erfolgt synchron mit der Verstellung des Einlassventilhubes nach spät. Durch die Verschiebung der Einlasssteuerzeit nach spät wird eine Entdrosselung bewirkt, so dass während der Ausschiebphase R die überflüssige Luft im Brennraum wieder in das Saugrohr gegen Umgebungsdruck rückgeblasen wird.

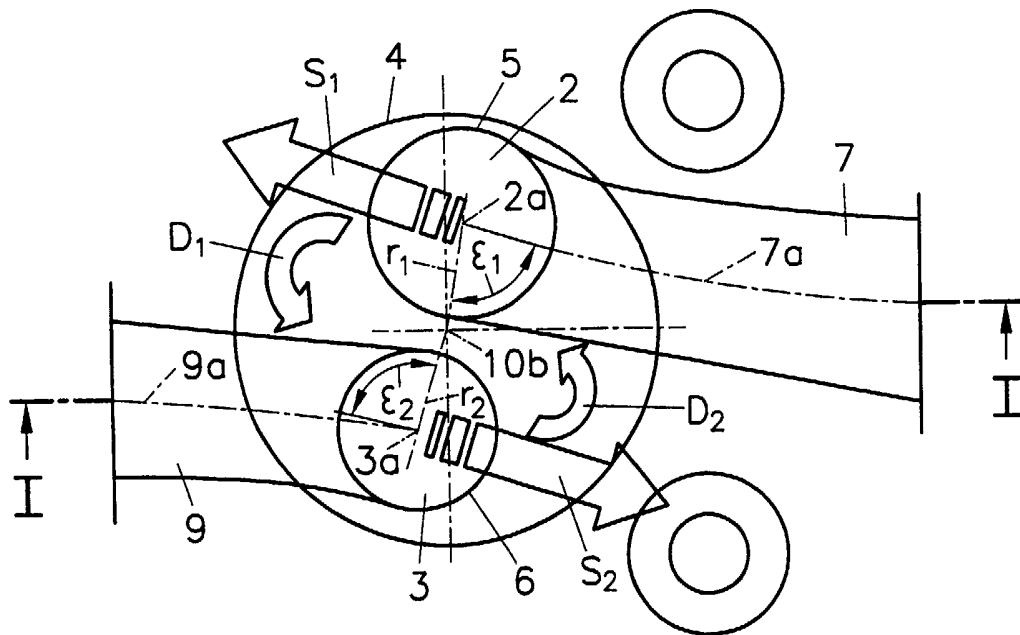
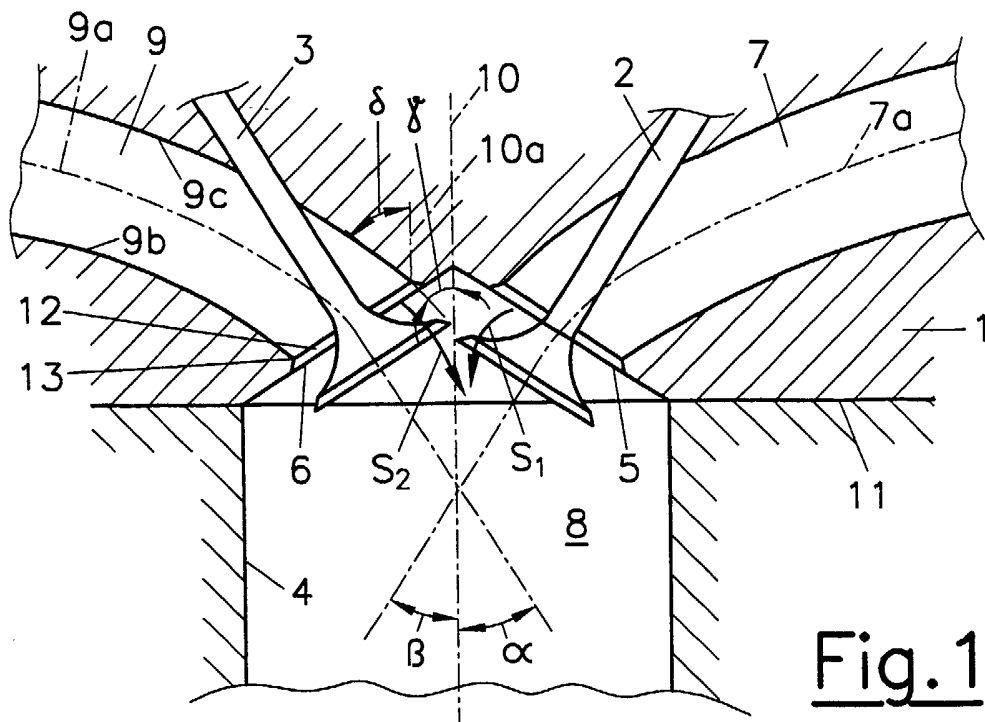
Da auch die Auslasssteuerzeit synchron mit der Einlasssteuerzeit nach spät verstellt wird, so dass der Schließzeitpunkt des Auslassventils 3 nicht vor dem Öffnungszeitpunkt des Einlassventils 2 liegt, wird erreicht, dass auch das Ansaugen während der Phase AGR gegen Umgebungsdruck (Abgasdruck) erfolgt. Dadurch treten äußerst geringe Ladungswechselperluste auf. Gleichzeitig erfolgt eine innere Abgasrückführung während der Phase AGR in den Zylinder 4. Durch die beschriebene konstruktive Ausführung des Auslasskanals 9 strömt das rückgeführte Abgas mit einem Drall D_2 in den Zylinder 4. Während der Phase AN wird Luft beziehungsweise Gemisch aus dem Einlasskanal 7 in den Zylinder 4 angesaugt. Der drallerzeugend ausgebildete Einlasskanal 7 erzeugt einen weiteren Drall D_1 im Zylinder 4, welcher sich mit dem Drall D_2 überlagert. Dadurch ist möglich, den Einlasskanal 7 für weniger Drallerzeugung, aber für größeren Durchfluss auszuze-

gen, wodurch die Höchstleistung bei Volllast erhöht werden kann, ohne dass bei Teillast ein höherer Kraftstoffverbrauch und höhere Emissionen in Kauf genommen werden müssen.

ANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine mit mindestens einem Einlassventil (2) zur Steuerung eines drallerzeugenden Einlasskanals (7) und zumindest einem Auslassventil (3) zur Steuerung eines Auslasskanals (9) pro Zylinder (4), wobei durch Verändern der Steuerzeiten des Einlassventils (2) und/oder des Auslassventils (3) Abgas aus dem Auslasskanal (9) in den Zylinder (4) rückgeführt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslasskanal (9) für das in den Brennraum (8) rückströmende Abgas als drallerzeugender Kanal, vorzugsweise als Tangentialkanal, ausgebildet ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drall (D_2) zufolge der Abgasrückführströmung (S_2) aus dem Auslasskanal (9) und der Drall (D_1) zufolge der Frischgasströmung (S_1) aus dem Einlasskanal (7) die gleiche Orientierung aufweisen.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsmittellinie (7a) des Einlasskanals (7) im Bereich der Einlassöffnung (2) mit einer Zylindermittelpunkt (10b) und Ventilmittelpunkt (2a) verbindenden Geraden (r_1) einen Winkel (ε_1) zwischen etwa 80° und 120° aufspannt.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsmittellinie (9a) des Auslasskanals (9) im Bereich der Auslassöffnung (3) mit einer Zylindermittelpunkt (10b) und Ventilmittelpunkt (3a) verbindenden Geraden (r_2) einen Winkel (ε_2) zwischen etwa 80° und 120° aufspannt.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achse (9a) des Auslasskanals (9) mit einer Zylinderachsparallelen (10a) einen Winkel (α) $>0^\circ$, vorzugsweise $>30^\circ$, besonders vorzugsweise $>60^\circ$ einschließt.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslasskanal (9) im Bereich des Ventilsitzes (12) im Bereich der der Zylinderkopfebene (11) nächstliegenden Kanalunterseite (9b) eine Abrisskante (13) aufweist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die der Zylinderkopfebene (11) entferntere Kanaloberseite (9c) des Auslasskanals im Bereich des Ventilsitzes (12) mit der Zylinderachsparallelen (10a) einen Winkel (δ) $>30^\circ$, vorzugsweise $>60^\circ$, einschließt.

8. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Teillast durch Veränderung der Einlasssteuerzeit und/oder der Auslasssteuerzeit eine interne Rückführung von Abgas aus dem Auslasskanal (9) in den Zylinder (4) durchgeführt wird, wobei während der Abgasrückführung eine asymmetrische Abgasrückführströmung (S_2) generiert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Teillast durch eine Phasenverstellung der Nockenwelle sowohl die Einlasssteuerzeit, als auch die Auslasssteuerzeit um einen Kurbelwinkel (KW) von etwa 30° bis 100° , vorzugsweise etwa 40° bis 80° , nach spät verschoben wird.



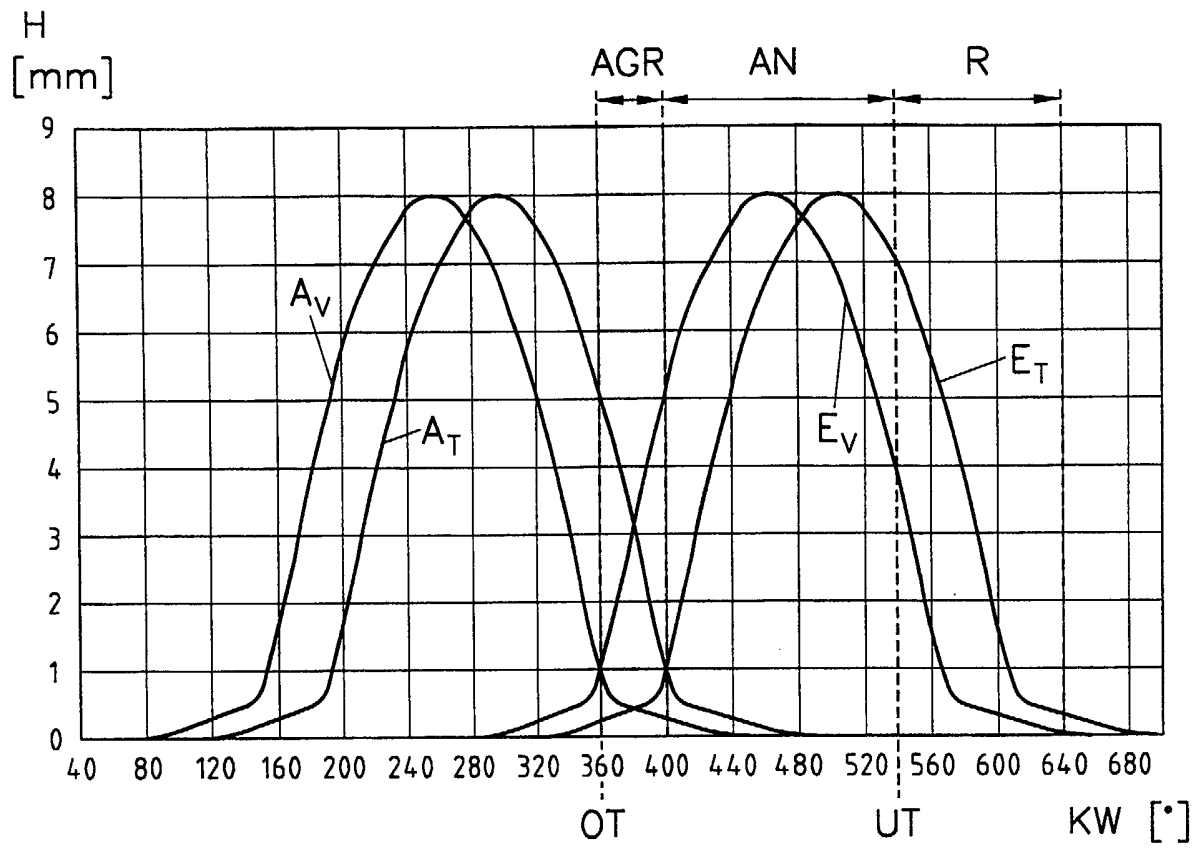


Fig.3



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95

TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A

Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW

IBAN: AT36 6000 0000 0516 0000 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

RECHERCHENBERICHT

zu 14 GM 303/2001-1,2

Ihr Zeichen: 54664

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁷: F 02 F 1/42, F 02 B 31/00

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F 02 B, F 02 F

Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 bis 12 Uhr 30, Dienstag von 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamtes betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax Nr. 01 / 534 24 - 737) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 738 oder - 739) oder per e-mail: Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Bestellung gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentedokumenten allfällige veröffentlichte **"Patentfamilien"** (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter Telefonnummer 01 / 534 24 - 738 oder - 739 (Fax. Nr. 01/534 24 - 737; e-mail: Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at).

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
X	US 4 354 463 A (OTANI et al.), 19. Oktober 1982 (19.10.82)	1 - 9
X	US 4 905 646 A (TANAHASHI), 6. Mai 1990 (06.05.90)	1 - 4, 6, 8, 9
X	JP 09-144547 A (HINO MOTORS LTD), 3. Juni 1997 (03.06.97)	1 - 5
X	WO 01/16469 A1 (ZALKIN), 8. März 2001 (08.03.2001)	1 - 5

☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt

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

„A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für den Fachmann naheliegend** ist.

„X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.

„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

„&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;

EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;

RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);

WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 20. November 2001 Prüfer: Dr. Thalhammer



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95

TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW
 IBAN: AT36 6000 0000 0516 0000 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

Folgeblatt zu 14 GM 303/2001-1,2

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
A	US 4 703 734 A (AOYAMA et al.), 3. November 1987 (03.11.87)	1-9
A	EP 0 723 074 A1 (TOYOTA), 24. Juli 1996 (24.07.96)	1-9
☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt		