

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: GM 288/02

(22) Anmeldetag: 7. 5.2002

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 3.2003

(45) Ausgabetag: 25. 4.2003

(51) Int.Cl.⁷ : **F02B 3/02**
F02M 42/02, F02D 41/40

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

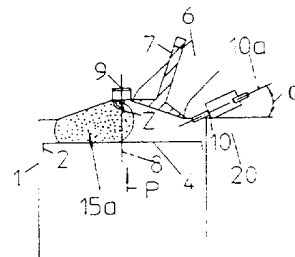
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

KAPUS PAUL DR.
JUDENDORF, STEIERMARK (AT).

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER FREMDGEZÜNDETEN VIERTAKT-BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Viertakt-Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung in zumindest einen Zylinder (1), wobei während der Leerlaufphase der Kraftstoff während eines Zyklus vorzugsweise mehrmals, besonders vorzugsweise zweimal, eingespritzt wird. Um auf möglichst einfache Weise eine Stabilisierung der Verbrennung bei Leerlauf zu erreichen, ist vorgesehen, dass zumindest während der Leerlaufphase im Bereich des oberen Totpunktes (LOT) des Ladungswechsels und/oder während des Ansaugtaktes der Kraftstoff in den Zylinder (1) eingespritzt wird.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Viertakt-Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung in zumindest einen Zylinder, wobei zumindest während der Leerlaufphase der Kraftstoff während eines Zyklus vorzugsweise mehrmals, besonders vorzugsweise zweimal, eingespritzt wird, sowie eine Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, dass fremdgezündete Brennkraftmaschinen mit direkter Einspritzung mit magerem Gemisch schadstoffarm und verbrauchsgünstig betrieben werden können. Insbesondere ist es dabei möglich, diese Vorteile dadurch zu steigern, dass relativ große Ventilüberschneidungen vorgesehen werden. Problematisch sind diese zum Erzielen hoher Leistungsdichte eingesetzten großen Ventilüberschneidungen allerdings im Leerlauf, in welchem Stabilitätsprobleme auftreten.

Es ist bekannt, dass bei einer Brennkraftmaschine durch Mehrfacheinspritzung die Verbrennungsstabilität während des Leerlaufes und bei Teillast erhöht werden kann. Die EP 1 108 877 A2 beschreibt eine fremdgezündete Brennkraftmaschine mit direkter Einspritzung, bei der zur Verbesserung der Verbrennungsstabilität im niedrigen Lastbereich und im Leerlauf eine mehrfache Einspritzung während der Kompressionsphase durchgeführt wird. Die erste Einspritzung erzeugt ein mageres Luft-Kraftstoffgemisch um die Zündkerze, die zweite Einspritzung erzeugt ein entflammbares Luft-Kraftstoffgemisch im Zündkerzenbereich. Durch diese geschichtete Verbrennung können Abgase und Kraftstoffverbrauch verbessert werden. Da beide Einspritzungen während des Kompressionstaktes stattfinden kann aber kein homogenes Grundgemisch ausgebildet werden.

Weiters ist es bekannt, im oberen Lastbereich eine Mehrfacheinspritzung durchzuführen, um die Gemischaufbereitung zu verbessern und die Leistung zu erhöhen. In der EP 0 369 480 A2 ist eine Brennkraftmaschine gezeigt, bei der im oberen Lastbereich eine Doppeleinspritzung durchgeführt wird, wobei eine erste Einspritzung in der ersten Hälfte des Einlasstaktes und eine zweite Einspritzung während des Kompressionstaktes erfolgt.

Die EP 0 943 793 A2 offenbart eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine, bei der in zumindest einem Betriebsbereich eine Schichtladung im Brennraum innerhalb eines mageren homogenen Kraftstoffgemisches erzeugt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art die Verbrennungsstabilität insbesondere im Bereich des Leerlaufes zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zumindest während der Leerlaufphase im Bereich des oberen Totpunktes des Ladungswechsels und/oder während des Ansaugtaktes der Kraftstoff in den Zylinder eingespritzt wird.

In einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass während der Leerlaufphase einmalig im Bereich des oberen Totpunktes des Ladungswechsels eingespritzt wird. Der Kraftstoff wird dabei bei Leerlauf und niedriger Teillast bis zur Rußgrenze im Bereich des oberen Totpunktes auf den Kolben aufgebracht. Dieser Kraftstoff dampft bis zum oberen Totpunkt ab und führt zu einer fetten Gemischwolke an der Zündeinrichtung. Durch das frühe Einspritzen wird ein Großteil der Einspritzmenge annähernd homogen im Brennraum verteilt. Dadurch ist ein Betrieb bei einem Luft/Kraftstoffverhältnis $\lambda=1$, z.B. für einen 3-Wege-Katalysator, möglich. Dieser Betrieb wäre bei reinem Schichtbetrieb, also einer Kraftstoffeinspritzung in der Nähe des oberen Totpunktes der Zündung, nicht möglich.

In einer zweiten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrmals, vorzugsweise zweimal, während der Leerlaufphase eingespritzt wird und eine erste Einspritzung während des Ansaugtaktes durchgeführt wird, wobei der Beginn der ersten Einspritzung in einem Bereich zwischen 0° und 70° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels erfolgt.

Die erste Einspritzung erfolgt zu einem Zeitpunkt, zu welchem sichergestellt ist, dass sich zum Zündungszeitpunkt im Bereich der Zündkerze eine Kraftstoffwolke bildet, die eine Zündung sicher gewährleistet.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung mit Mehrfacheinspritzung ist dabei vorgesehen, dass der Beginn der ersten Einspritzung in einem Bereich zwischen etwa 20° und 70° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels erfolgt. Dadurch kann ein homogenes Grundgemisch erzeugt werden. Die zweite Einspritzung erfolgt in einem Bereich von etwa 60° bis 30° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, wobei bei der ersten und der zweiten Einspritzung etwa die gleiche Kraftstoffmenge eingespritzt wird. Durch die zweite Einspritzung wird eine Ladungsschichtung im Bereich der Zündquelle ermöglicht. Durch die sehr frühe erste Einspritzung wird gewährleistet, dass auch in den übrigen Bereichen des Brennraumes eine gleichmäßige Kraftstoffverteilung erfolgt. Somit kann ein ruhiger Abbrand und eine niedrige Schadstoffbelastung gewährleistet werden.

Um eine rasche Aufheizung eines im Abgassystem vorhandenen Katalysators zu ermöglichen, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Zündungszeitpunkt etwa im

Bereich von 15° bis 30° nach dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt. Die Verbrennung kann über die zweite Einspritzung stabilisiert werden.

In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung mit Mehrfacheinspritzung ist vorgesehen, dass der Beginn der ersten Einspritzung in einem Bereich zwischen 0° und 40° nach dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels erfolgt. Die Einspritzmenge bei der ersten Einspritzung wird dabei so gering gehalten, dass kein Ruß entsteht. Die Einspritzdauer bei der ersten Einspritzung verläuft bevorzugt über etwa 5° bis 10° Kurbelwinkel. Die zweite Einspritzung wird ebenfalls während des Ansaugtaktes durchgeführt, um ein homogenes Kraftstoff-Luftgemisch im Brennraum auszubilden. Die zweite Einspritzung erfolgt dabei nach einer Pause nach der ersten Einspritzung, wobei die Pause zwischen erster und zweiter Einspritzung durch die Wiederholzeit des Injektors bestimmt wird. Auf diese Weise kann eine besonders gute Homogenisierung des Kraftstoff-Luftgemisches im Brennraum erreicht werden und eine Verdünnung des Schmieröles wirksam vermieden werden.

Eine Ölverdünnung kann in weiterer Ausführung der Erfindung auch dadurch vermieden werden, dass der Beginn der ersten Einspritzung in einem Bereich zwischen 20° bis 70° Kurbelwinkel nach dem Ladungswechsel-oberen Totpunkt erfolgt und die zweite Einspritzung mit einer sehr kleinen Kraftstoffmenge über 5° bis 10° Kurbelwinkel relativ spät durchgeführt wird, wobei das Ende der zweiten Einspritzung in der Nähe des unteren Totpunktes nach dem Ansaugtakt liegt. Das späte Einspritzende bei der zweiten Einspritzung würde normalerweise bei flacher Injektoreinbaulage zu Ölverdünnung führen, da der Einspritzstrahl auf die auslassseitige Zylinderwand durch den hohen Strahlimpuls durchspritzt. Bei der genannten kurzen Einspritzdauer reicht allerdings der Impuls nicht zum Durchspritzen aus, so dass es zu keiner Ölverdünnung kommt.

Durch die Doppeleinspritzung ist generell eine Ausweitung des möglichen Einspritzfensters möglich.

Zur Durchführung des Verfahrens ist bei einer fremdgezündeten Viertakt-Brennkraftmaschine mit einem hin- und hergehenden Kolben pro Zylinder und zumindest einer in den Zylinder einmündenden Kraftstoffeinspritzung zur direkten Kraftstoffeinspritzung vorgesehen, dass der Kolben an seiner brennraumseitigen Oberfläche eine Rampe aufweist, welche den eingespritzten Kraftstoff und/oder das Kraftstoff-Luftgemisch zur Zündeinrichtung ablenkt, wobei vorzugsweise die Rampe in der dem Injektor abgewandten Kolbenhälfte angeordnet ist. Zur Generierung einer Ladungsbewegung ist zumindest ein Einlasskanal tumbleerzeugend ausgebildet. Der Injektor weist eine flache Einbaulage auf, wobei vorzugsweise der Winkel zwischen Einspritzstrahlachse und Zylinderkopfebene zwischen 20°

und 45° beträgt. Durch die flache Injektoreinbaulage erfolgt die Einspritzung im Wesentlichen parallel zur Richtung des Einlasstumbles. Dies ermöglicht eine Verstärkung der Ladungsbewegung. Durch die Doppeleinspritzung (teilgeschichtet) ist zusätzlich ein Wegblasen von Restgas vom Zündkerzenbereich möglich, wobei die Restgastoleranz steigt. Durch die höhere Restgastoleranz kann mehr Abgas rückgeführt und somit der Verbrauch durch Entdrosselung verbessert werden.

Um dies zu erreichen, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Abstand zwischen der Rampe und dem dem Injektor abgewandten Kolbenrand etwa 10% bis 40%, vorzugsweise 14% bis 35% des Kolbendurchmessers beträgt, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Rampe eine Leitfläche aufweist, welche mit einer Parallelen zur Zylinderachse einen Winkel zwischen 0° und 20° einschließt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen schematisch:

Fig. 1, 2 und 3, einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer ersten Ausführungsvariante mit einer ersten Kolbenform in drei verschiedenen Kolbenstellungen,

Fig. 4, 5 und 6 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer ersten Ausführungsvariante mit einer zweiten Kolbenform in drei verschiedenen Kolbenstellungen,

Fig. 7, 8 und 9 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer ersten Ausführungsvariante mit einer dritten Kolbenform in drei verschiedenen Kolbenstellungen, Fig. 10 die Einspritzereignisse der ersten Ausführungsvariante über dem Kurbelwinkel aufgetragen,

Fig. 11, 12 und 13 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer zweiten Ausführungsvariante in drei verschiedenen Kolbenstellungen, Fig. 14 die Einspritzereignisse dieser Ausführungsvariante über dem Kurbelwinkel aufgetragen,

Fig. 15, 16 und 17 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer dritten Ausführungsvariante in drei verschiedenen Kolbenstellungen, Fig. 18 die Einspritzereignisse dieser Ausführungsvariante über dem Kurbelwinkel aufgetragen,

Fig. 19, 20 und 21 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer vierten Ausführungsvariante in drei verschiedenen Kolbenstellungen, Fig. 22 die Einspritzereignisse dieser Ausführungsvariante über dem Kurbelwinkel aufgetragen,

Fig. 23, 24 und 25 einen Zylinder einer Brennkraftmaschine für das erfindungsgemäße Verfahren in einer fünften Ausführungsvariante in drei verschiedenen Kolbenstellungen und Fig. 26 die Einspritzereignisse dieser Ausführungsvariante über dem Kurbelwinkel aufgetragen.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In einem Zylinder 1 ist ein hin- und hergehender Kolben 2 angeordnet. An der einem Brennraum 3 zugewandten Oberfläche 4 des Kolbens 2 ist in den in den Fig. 4 bis 25 gezeigten Ausführungsvarianten eine Rampe 5 angeordnet. Die Brennkraftmaschine weist pro Zylinder mindestens einen einen Walzenströmung erzeugenden Einlasskanal 6 auf, welcher durch ein Einlassventil 7 gesteuert wird. Im Bereich der Zylinderachse 8 ist eine Zündeinrichtung 9 angeordnet. Am Rand des Brennraumes 3 mündet einlassseitig ein flach eingebauter Injektor 10 zur direkten Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum 3 ein. Die Strahlachse 10a des Injektors 10 spannt mit der Zylinderkopfebene 20 einen Winkel α von etwa 20° bis 40° auf.

Die Rampe 5 ist in der dem Injektor 10 abgewandten Hälfte des Kolbens 2 angeordnet, wobei der Abstand A zwischen dem Kolbenrand 11 und der Rampe 5 etwa 14% bis 35% des Kolbendurchmessers D beträgt. Im Bereich der Rampe 5 ist einlassseitig eine Kolbenmulde 12 in der Oberfläche 4 des Kolbens 2 ausgebildet. Die Höhe h zwischen dem tiefsten Punkt der Kolbenmulde 12 und dem höchsten Punkt der Rampe 5 beträgt mindestens 8 mm. Ein derartiger Kolben kann auch im geschichteten Leerlaufbetrieb mit Einspritzung des Kraftstoffes in der Kompressionsphase, insbesondere unmittelbar vor dem oberen Totpunkt ZOT der Zündung, verwendet werden. Eine bessere Leerlaufstabilität lässt sich aber erreichen, wenn während der Leerlaufphase im Bereich des oberen Totpunktes LOT des Ladungswechsels und/oder während des Ansaugtaktes der Kraftstoff in den Zylinder eingespritzt wird.

Die Fig. 1 bis 10 zeigen eine erste Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahren mit drei verschiedenen Kolbenformen. In Fig. 1 bis 3 weist der Kolben 2 eine ebene Oberfläche 4 auf. Die Fig. 4 bis 6 zeigen einen Kolben 3 mit einer Rampe 5 und die Fig. 7 bis 9 einen Kolben 3 mit einer Rampe 5 und einer Kolbenmulde 12.

In dieser ersten Verfahrensvariante wird in der Phase des Leerlaufes und gegebenenfalls auch bei niedriger Teillast bis zur Rußgrenze der Kraftstoff einmalig im Bereich des oberen Totpunktes LOT des Ladungswechsels (siehe Fig. 10) in den Zylinder 1 auf die Oberfläche 4 des Kolbens 3 eingespritzt, wie aus den Fig. 1, 4 und 7 hervorgeht. Dieser Kraftstoff dampft bis zum oberen Totpunkt ZOT der

Zündung Z ab und führt zu einer fetten Gemischwolke 15a an der Zündeinrichtung 9. Durch die frühe einmalige Einspritzung E wird ein Großteil der Einspritzmenge annähernd homogen im Brennraum 3 verteilt. Dadurch kann ein Betrieb etwa mit einem 3-Wege-Katalysator bei einem Luft/Kraftstoffverhältnis $\lambda=1$ durchgeführt werden. Dieser Betrieb wäre bei reinem Schichtbetrieb, also einer Einspritzung in der Nähe des oberen Totpunktes ZOT der Zündung Z, nicht möglich, da es zu einem Rußen kommen würde.

Diese durch die fette Gemischwolke 15a gebildete teilweise Ladungsschichtung im homogenen Leerlaufbetrieb kann durch die Rampe 5 und gegebenenfalls durch eine Kolbenmulde 12 vor der Rampe 5 unterstützt werden, wie die Fig. 4 bis 9 zeigen.

Bei dem in den Fig. 11 bis 14 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel wird die erste Einspritzung kurz nach dem oberen Totpunkt LOT des Ladungswechsels durchgeführt. Der Beginn der ersten Einspritzung E_1 liegt im Bereich von etwa 20° bis 70° Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt LOT des Ladungswechsels. Durch diese frühe Einspritzung wird ein homogenes Grundgemisch sichergestellt. Die zweite Einspritzung E_2 erfolgt etwa 60° bis 30° Kurbelwinkel KW vor dem oberen Totpunkt ZOT der Zündung Z, wodurch eine Ladungsschichtung erzeugt wird. Die Aufteilung der Kraftstoffmenge bei der ersten Einspritzung E_1 und der zweiten Einspritzung E_2 ist in etwa gleich. Die Zündung Z erfolgt relativ spät im Bereich von etwa 15° bis 30° Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt ZOT der Zündung Z, um eine rasche Aufwärmung eines nicht weiter dargestellten Katalysators im Abgasstrang zu ermöglichen. Fig. 11 zeigt die erste Einspritzung E_1 zur Erzeugung des homogenen Grundgemisches bei abwärts gehenden Kolben 2. Die Kolbenbewegung ist mit Pfeil P angedeutet. Wie in Fig. 12 dargestellt ist, erfolgt die zweite Einspritzung E_2 in das homogene Grundgemisch während des Kompressionstaktes im Bereich von etwa 60° bis 30° Kurbelwinkel KW vor dem oberen Totpunkt ZOT der Zündung Z. Das Kraftstoff-Luftgemisch wird an der Kolbenmulde 12 und an der Rampe 5 zur Zündeinrichtung 9 umgelenkt. Dadurch entsteht im Bereich der Zündeinrichtung 9 ein fettes zündfähiges Gemisch 16, wie in Fig. 13 dargestellt ist. Außerhalb dieser fetten Zone besteht ein homogenes, mageres Gemisch 15. Durch eine eventuelle Quetschflächenströmung 13 wird zusätzlich das fette Gemisch 16 zur Zündeinrichtung 9 geleitet.

Die Strömungsleitfläche 14 der Rampe 5 weist bezüglich einer Parallelen 8a zur Zylinderachse 8 einen Winkel γ von etwa 0° bis 20° auf.

Die Fig. 15 bis 18 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel. Die in Fig. 15 dargestellte erste Einspritzung E_1 erfolgt während des Einlasstaktes relativ früh, und zwar etwa in einem Bereich von 0° bis 40° Kurbelwinkel KW nach dem oberen

Totpunkt LOT des Ladungswechsels. Die Einspritzmenge ist dabei so gering, dass kein Ruß entsteht. Die Einspritzdauer beträgt nur etwa 5° bis 10° Kurbelwinkel KW. Die in Fig. 16 angedeutete zweite Einspritzung E_2 erfolgt ebenfalls noch im Einlasstakt nach einer kurzen Pause zur ersten Einspritzung E_1 . Diese kurze Pause wird im Wesentlichen durch die Wiederholzeit des Injektors 10 bestimmt. Da erste Einspritzung E_1 und zweite Einspritzung E_2 während des Einlasstaktes stattfinden, wird eine besonders gute Homogenisierung erreicht. Wie in Fig. 17 angedeutet ist, wird ein homogenes Gemisch 15 gezündet. Der Vorteil dieser Variante ist, dass eine Ölverdünnung vermieden werden kann.

Eine Ölverdünnung kann auch bei der in den Fig. 19 bis 22 dargestellten vierten Ausführungsvariante vermieden werden. Die in Fig. 19 dargestellte erste Kraftstoffeinspritzung E_1 erfolgt auch hier während des Einlasstaktes (Fig. 19), wobei der Beginn der ersten Einspritzung E_1 in einem Bereich von etwa 20° bis 70° nach dem oberen Totpunkt LOT des Ladungswechsels liegt (Fig. 12). Die in Fig. 20 gezeigte zweite Einspritzung E_2 erfolgt mit kleinerer Kraftstoffmenge sehr spät während des Einlasstaktes über eine Dauer von etwa 5° bis 10° Kurbelwinkel KW, wobei das Ende der zweiten Einspritzung E_2 im Bereich des unteren Totpunktes UT nach dem Ladungswechsel liegt. Dieses späte Ende der zweiten Einspritzung E_2 würde normalerweise bei flacher Injektorbauart zu einer Ölverdünnung, also einem Durchspritzen des Kraftstoffstrahles zu Folge des hohen Strahlimpulses auf die auslassseitige Zylinderwand führen. Bei der hier erfolgenden kurzen Einspritzdauer reicht der Impuls für ein Durchspritzen zur auslassseitigen Zylinderwand aber nicht aus. Es kommt somit zu keiner Ölverdünnung. Bis zu der in Fig. 21 und 22 angedeuteten Zündung Z entsteht ein weitgehend homogenes Kraftstoff-Luftgemisch 15.

Die Fig. 23 bis 26 zeigen eine fünfte Ausführungsvariante, bei der die erste Einspritzung E_1 während des Einlasstaktes gleichsinnig mit der Einlassströmung 17 aus dem Einlasskanal 6 erfolgt. Der Einlasskanal 6 ist dabei tumbleerzeugend ausgebildet, so dass innerhalb des Zylinders 1 eine von der Einlassseite zur Auslassseite zum Kolben 2 verlaufende Tumbleströmung T erzeugt wird. Wie in der Fig. 23 und 24 dargestellt ist, ist der Einspritzimpuls der ersten Einspritzung E_1 gleichsinnig wie die Tumbleströmung T ausgebildet. Bis zur Zündung Z entsteht im Brennraum 3 ein homogenes Gemisch 15. Kurz vor der Zündung Z wird durch die zweite Einspritzung E_2 während des Kompressionstaktes Restgas von der Zündeinrichtung 9 weggeblasen und ein fettes Gemisch um die Zündeinrichtung 9 erzeugt. Die zweite Einspritzung E_2 erfolgt mit geringerer Kraftstoffmenge als die erste Einspritzung E_1 .

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Viertakt-Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung in zumindest einen Zylinder (1), wobei zumindest während der Leerlaufphase der Kraftstoff während eines Zyklus vorzugsweise mehrmals, besonders vorzugsweise zweimal, eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest während der Leerlaufphase im Bereich des oberen Totpunktes (LOT) des Ladungswechsels und/oder während des Ansaugtaktes der Kraftstoff in den Zylinder (1) eingespritzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Leerlaufphase einmalig im Bereich des oberen Totpunktes (LOT) des Ladungswechsels eingespritzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mehrmals, vorzugsweise zweimal, während der Leerlaufphase eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Einspritzung (E_1) während des Ansaugtaktes durchgeführt wird, wobei der Beginn der ersten Einspritzung (E_1) in einem Bereich zwischen 0° und 70° Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt (LOT) des Ladungswechsels erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beginn der ersten Einspritzung (E_1) in einem Bereich zwischen etwa 20° und 70° Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt (LOT) des Ladungswechsels erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Einspritzung (E_2) während des Kompressionstaktes, vorzugsweise etwa 60° bis 30° vor dem oberen Totpunkt (ZOT) der Zündung (Z) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der ersten und der zweiten Einspritzung (E_1, E_2) etwa die gleiche Kraftstoffmenge eingespritzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zündung (Z) des Kraftstoff-Luftgemisches etwa im Bereich von 15° bis 30° nach dem oberen Totpunkt (ZOT) der Zündung (Z) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beginn der ersten Einspritzung (E_1) in einem Bereich zwischen 0° und 40° Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt (LOT) des Ladungswechsels erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Einspritzung (E_1) und/oder die zweite Einspritzung (E_2) über einen Kurbelwinkelbereich (KW) von etwa 5° bis 10° erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Einspritzung (E_2) während des Ansaugtaktes erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ende der zweiten Einspritzung (E_2) im Bereich des unteren Totpunktes (UT) nach dem Ansaugtakt liegt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftstoff in Richtung einer Einlass-Walzenströmung (T) eingespritzt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftstoffstrahl und/oder das Kraftstoff-Luftgemisch durch eine Rampe (5) an der Kolbenoberfläche (4) in Richtung der Zündeinrichtung (9) gelenkt wird.
14. Fremdgezündete Viertakt-Brennkraftmaschine mit zumindest einem tumbleerzeugenden Einlasskanal (6) und zumindest einer in einen Zylinder (1) mündenden Injektor (10) zur direkten Kraftstoffeinspritzung, wobei die Mündung des Injektors (10) im Bereich des einlassseitigen Zylinderrandes angeordnet ist, mit einem hin- und hergehenden Kolben (2) pro Zylinder (1) und einer im Bereich der Zylinderachse (8) angeordneten Zündeinrichtung (9), zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (2) an seiner brennraumseitigen Oberfläche (4) eine Rampe (5) aufweist, welche den eingespritzten Kraftstoff und/oder das Kraftstoff-Luftgemisch zur Zündeinrichtung (9) ablenkt.
15. Brennkraftmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rampe (5) in der dem Injektor (10) abgewandten Kolbenhälfte angeordnet ist.
16. Brennkraftmaschine nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand zwischen der Rampe (5) und dem dem Injektor (10) abgewandten Kolbenrand etwa 10% bis 40%, vorzugsweise etwa 14% bis 35%, des Kolbendurchmessers (D) beträgt.
17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rampe (5) eine Leitfläche (14) aufweist, welche

mit einer Parallelen (8a) zur Zylinderachse (8) einen Winkel (γ) zwischen etwa 0° und 20° einschließt.

18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (2) eine Kolbenmulde (12) auf der dem Injektor (10) zugewandten Seite der Rampe (5) aufweist, wobei vorzugsweise die in Richtung der Zylinderachse (8) gemessene Höhe (4) zwischen dem tiefsten Punkt der Kolbenmulde (12) und dem höchsten Punkt der Rampe (5) mindestens etwa 8 mm beträgt.
19. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Injektor (10) eine flache Einbaulage aufweist, wobei der Winkel (α) zwischen einer Einspritzstrahlachse (10a) und einer Zylinderkopfebene (20) etwa zwischen 20° bis 40° beträgt.

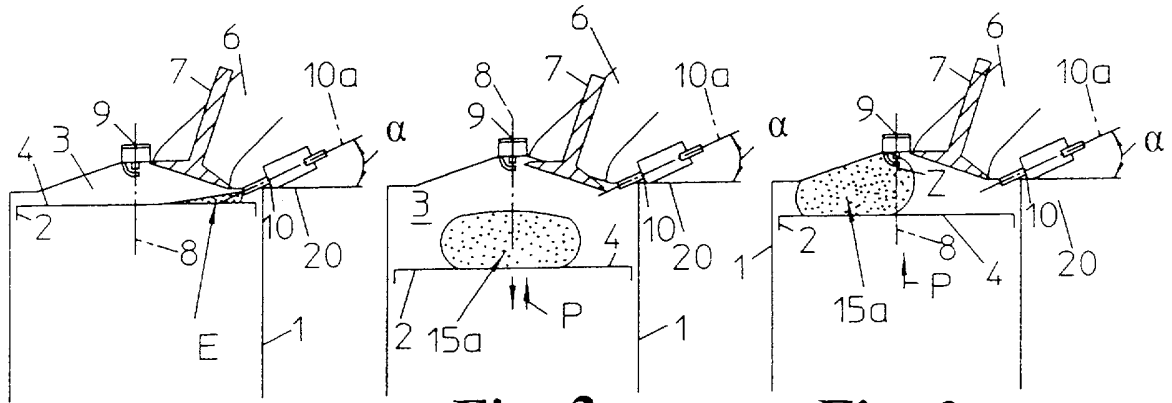


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

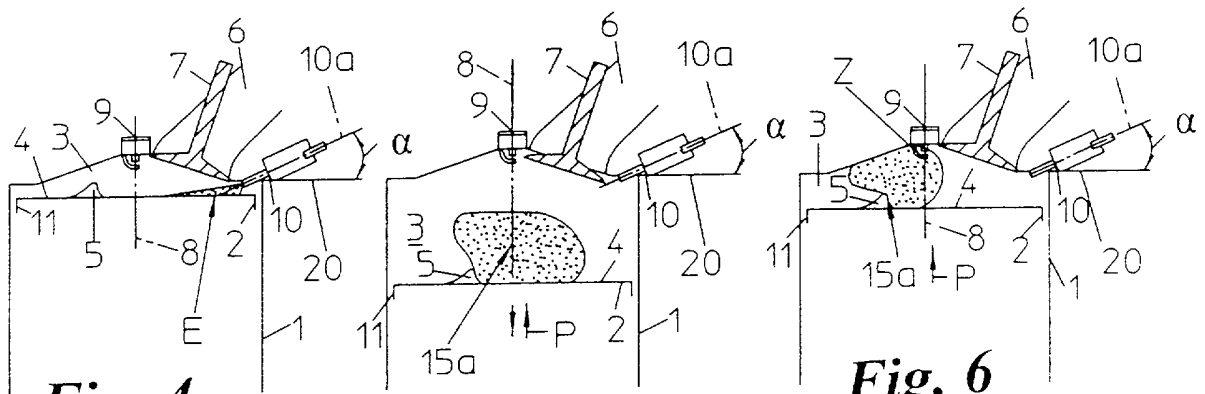


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

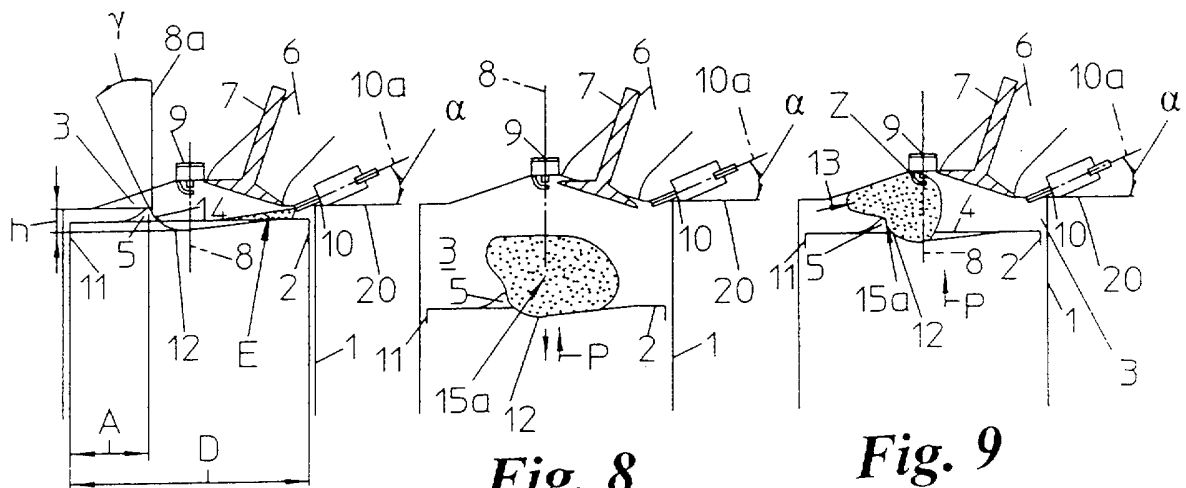


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

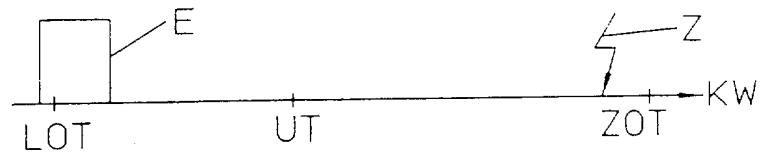


Fig. 10

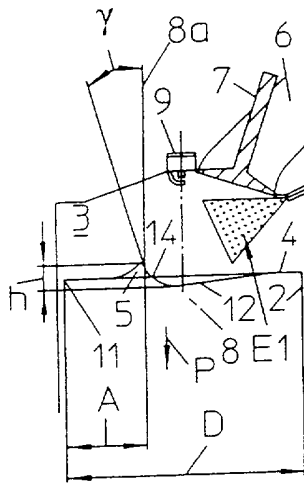


Fig. 11

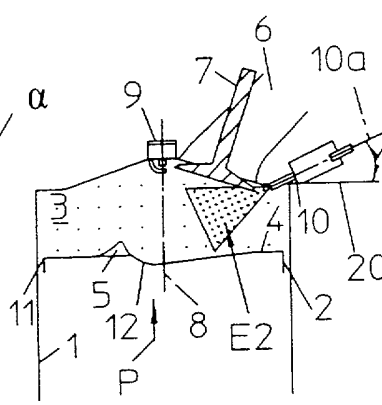


Fig.12

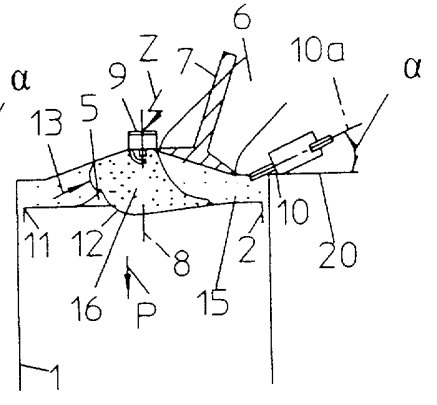


Fig. 13

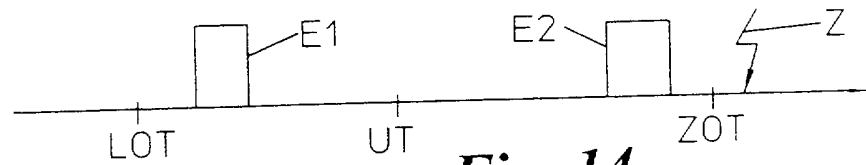


Fig. 14

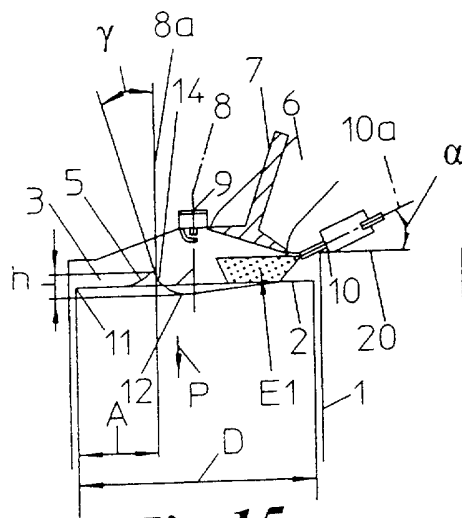


Fig.15

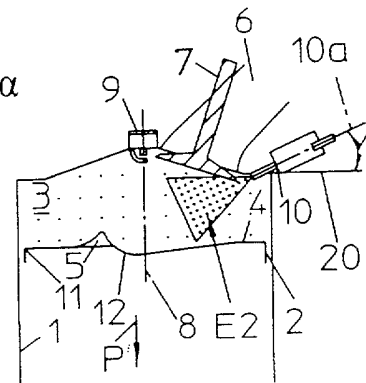


Fig. 16

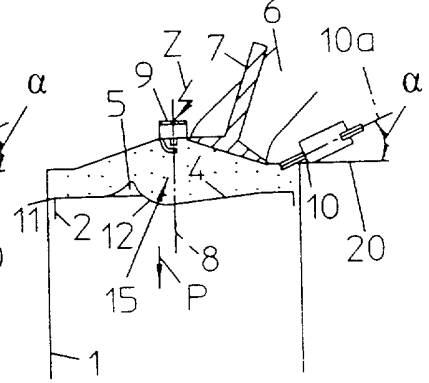


Fig. 17

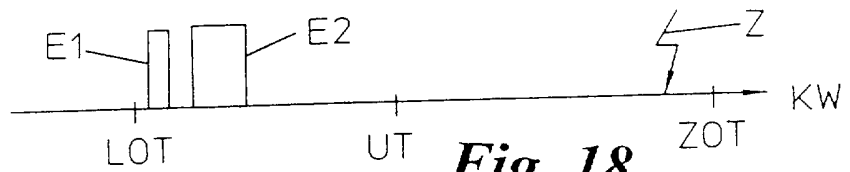


Fig. 18

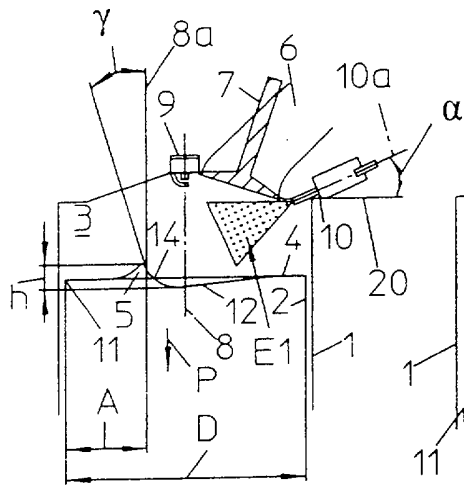


Fig. 19

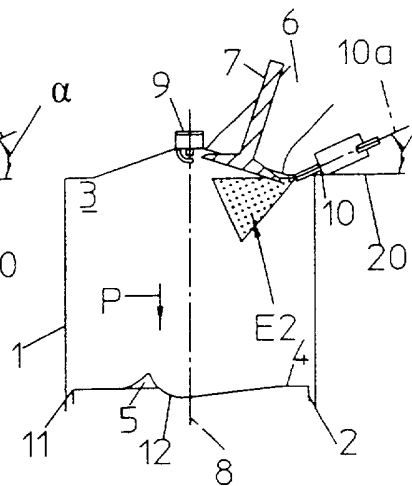


Fig. 20

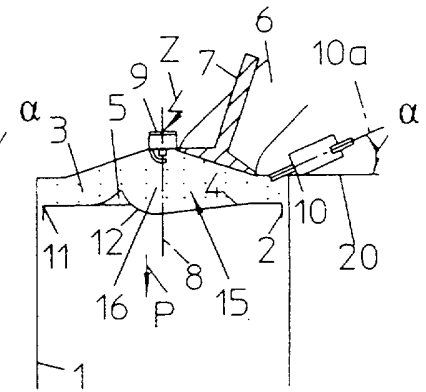


Fig. 21

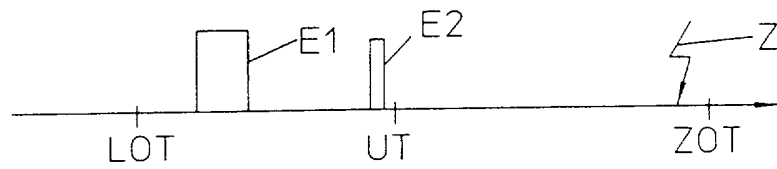


Fig. 22

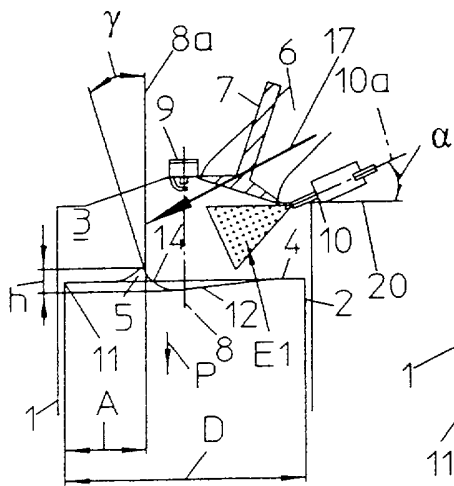


Fig.23

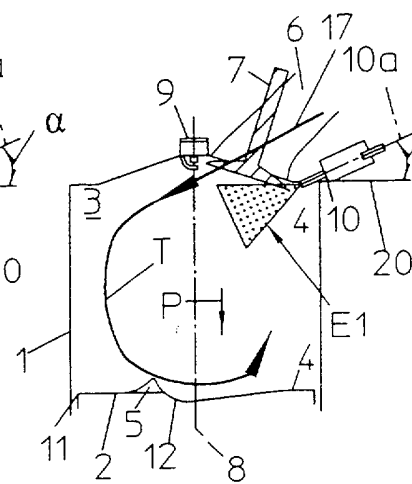


Fig. 24

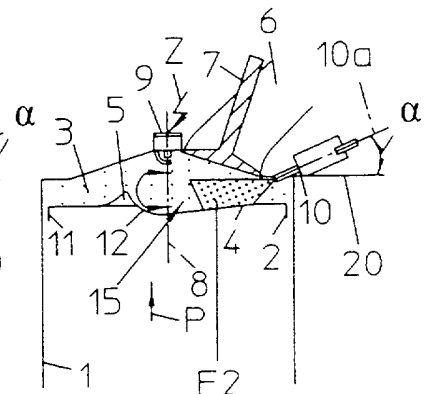


Fig. 25

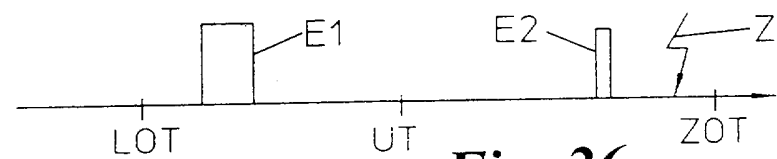


Fig. 26



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Recherchenbericht zu GM 288/2002

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ¹ : F 02 B 3/02, F 02 M 42/02, F 02 D 41/40		
Recherchierte Prüfsubstanz (Klassifikation): F 02 B, F 02 M, F 02 D		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, PAJ		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 07.05.2002 eingereichten Ansprüchen erstellt. Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrundeliegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode ² , Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	US 6 257 197 B1 (NISHIMURA), 10. Juli 2001 (10.07.2001) the whole document	1-6,8-10, 13-16,18,19
Y	US 2001/015192 A1 (URUSHIHARA), 23. August 2001 (23.08.2001) the whole document	1-6,8-10
Y	DE 198 29 308 A1 (UNISIA JECS CORP.), 18. März 1999 (18.03.99) the whole document	1,3,13-16
Y	EP 1 128 048 A1 (MITSUBISHI), 29. August 2001 (29.08.2001) the whole document	13-16,18,19
A	EP 1 085 192 A2 (NISSAN), 21. März 2001 (21.03.2001)	1-19
A	EP 0 967 380 A2 (HINO MOTORS), 29. Dezember 1999 (29.12.99)	1-19
A	EP 1 085 191 A2 (NISSAN), 21. März 2001 (21.03.2001)	1-19
Datum der Beendigung der Recherche: 18. November 2002		Prüfer(in): Dr. THALHAMMER
) Bitte beachten Sie die Hinweise auf dem Erläuterungsblatt!		
☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt		



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Erläuterungen zum Recherchenbericht

Die **Kategorien** der angeführten Dokumente dienen in Anlehnung an die Kategorien der Entgegenhaltungen bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik. Sie stellen keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar:

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

"Y" Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als 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 einen Fachmann naheliegend** ist.

"X" Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

"P" Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie „X“), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.

"&" 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 Codes siehe **WIPO ST. 3**.

Die **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 Patentamts betriebenen Kopierstelle können **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Bestellung gibt die von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamts betriebene Serviceabteilung gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte "**Patentfamilien**" (den selben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt.

Auskünfte und Bestellmöglichkeit zu diesen Serviceleistungen erhalten Sie unter der Telefonnummer

01 / 534 24 - 738 bzw. 739;

Schriftliche Bestellungen:

per FAX Nr. 01 / 534 24 – 737 oder per E-Mail an Kopierstelle@patent.bmvit.gv.at