

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 621 776 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.02.2006 Patentblatt 2006/05

(51) Int Cl.:
F04F 5/20 (2006.01) **F04F 5/54** (2006.01)
F02B 67/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04103531.2**

(22) Anmeldetag: **23.07.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder: **Illing, Rolf**
50765, Köln (DE)

(74) Vertreter: **Dörfler, Thomas**
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn,
Michigan 48126 (US)

(54) **Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks und Verwendung einer derartigen Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Luftzufuhrkanal (1) und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal (1) angeordneten ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4), welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der den Luftzufuhrkanal (1) durchströmenden Luftströmung erzeugt, wobei die Brennkraftmaschine mit mindestens einer Hauptunterdruckleitung (5) ausgestattet ist, welche in den Luftzufuhrkanal (1) mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal (1) abgreifbar ist.

Des Weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung einer derartigen Brennkraftmaschine.

Es soll eine Brennkraftmaschine der oben genannten Art bereitgestellt werden, mit der ein ausreichend großer Unterdruck sicher zur Verfügung gestellt werden kann und mit der die nach dem Stand der Technik be-

kannten Nachteile überwunden werden, die also insbesondere über eine Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes verfügt, welche kostengünstiger ist als herkömmliche Einrichtungen.

Erreicht wird dies durch eine Brennkraftmaschine der genannten Art, die dadurch gekennzeichnet ist, daß in der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5) eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) angeordnet ist, welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der die mindestens eine Hauptunterdruckleitung (5) durchströmenden Luftströmung erzeugt.

Verwendet wird eine derartige Brennkraftmaschine beispielsweise zur Versorgung eines Bremskraftverstärkers, eines Automatikgetriebes, einer Klimaanlage, eines Abgasrückführsystems, einer Tankbelüftung, einer Servolenkung oder dergleichen.

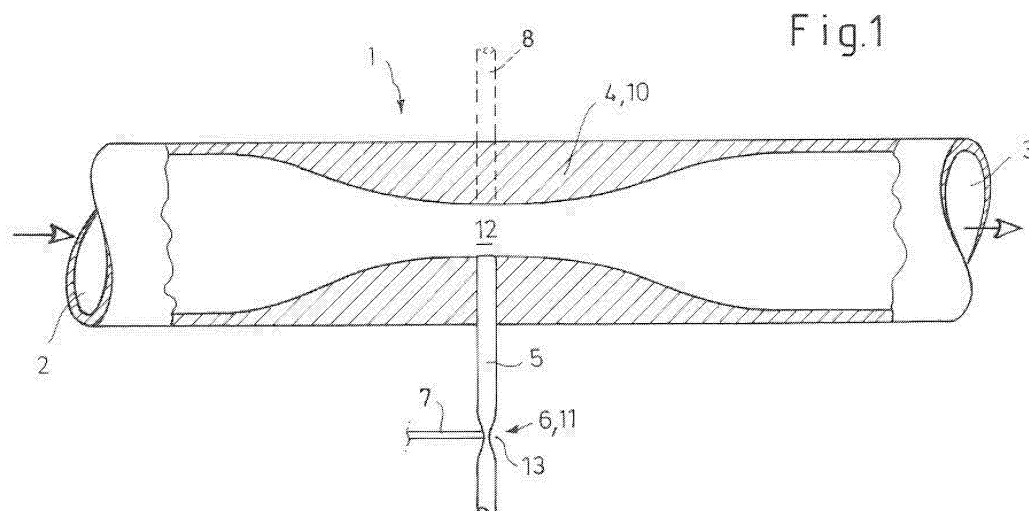


Fig.1

EP 1 621 776 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Luftzufuhrkanal und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal angeordneten ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks, welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der den Luftzufuhrkanal durchströmenden Luftströmung erzeugt, wobei die Brennkraftmaschine mit mindestens einer Hauptunterdruckleitung ausgestattet ist, welche in den Luftzufuhrkanal mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal abgreifbar ist.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung einer derartigen Brennkraftmaschine.

[0003] Nach dem Stand der Technik werden Brennkraftmaschinen - wie die oben genannte gattungsbildende Brennkraftmaschine - insbesondere dann mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks ausgestattet, wenn sie mit einer drosselfreien Laststeuerung betrieben werden. Aus diesem Grunde wird im folgenden kurz Stellung zur drosselfreien Laststeuerung im allgemeinen genommen. Insbesondere wird erläutert, weshalb eine zunehmende Entwicklung hin zu drosselfrei betriebenen Brennkraftmaschinen zu beobachten ist und welche Konsequenzen dies für die konzeptionelle Auslegung einer Brennkraftmaschine mit sich bringt.

[0004] Aufgrund der begrenzten Ressourcen an fossilen Energieträgern, insbesondere aufgrund der begrenzten Vorkommen an Mineralöl als Rohstoff für die Gewinnung von Brennstoffen für den Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen, ist man bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren ständig bemüht, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren, wobei eine verbesserte d. h. effektivere Verbrennung im Vordergrund der Bemühungen steht.

[0005] Problematisch ist der Kraftstoffverbrauch und damit der Wirkungsgrad insbesondere bei Ottomotoren. Der Grund hierfür liegt im prinzipiellen Arbeitsverfahren des Ottomotors. Der Ottomotor arbeitet mit einem homogenen Brennstoff-Luftgemisch, daß - sofern keine Direkteinspritzung vorliegt - durch äußere Gemischbildung aufbereitet wird, indem in die angesaugte Luft im Luftzufuhrkanal Kraftstoff eingebracht wird. Die Einstellung der gewünschten Leistung erfolgt durch Veränderung der Füllung des Brennraumes, so daß dem Arbeitsverfahren des Ottomotors - anders als beim Dieselmotor - eine Quantitätsregelung zugrunde liegt.

[0006] Diese Laststeuerung erfolgt in der Regel mittels einer im Luftzufuhrkanal vorgesehenen Drosselklappe. Durch Verstellen der Drosselklappe kann der Druck der angesaugten Luft hinter der Drosselklappe mehr oder weniger stark reduziert werden. Je weiter die Drosselklappe geschlossen ist d. h. je mehr sie den Luftzufuhrkanal versperrt, desto höher ist der Druckverlust der angesaugten Luft über die Drosselklappe hinweg und desto geringer ist der Druck der angesaugten Luft hinter der Drosselklappe und vor dem Einlaß in den Brennraum. Bei konstantem Brennraumvolumen kann auf diese Wei-

se über den Druck der angesaugten Luft die Luftmasse d. h. die Quantität eingestellt werden.

[0007] Die Quantitätsregelung mittels Drosselklappe hat thermodynamische Nachteile. Insbesondere führt sie aufgrund der Druckabsenkung der angesaugten Luft zu größeren Ladungswechselverlusten. Dies erklärt auch, weshalb sich diese Art der Laststeuerung gerade im Teillastbereich als nachteilig erweist, denn geringe Lasten erfordern eine hohe Drosselung und Druckabsenkung im Luftzufuhrkanal.

[0008] Um die beschriebenen Drosselverluste zu senken und damit den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren, wurden verschiedene Strategien zur Laststeuerung entwickelt, die eine Entdrosselung der Brennkraftmaschine, vorzugsweise durch eine vollständige Eliminierung der Drosselklappe, anstreben.

[0009] Ein Lösungsansatz zur Entdrosselung des ottomotorischen Arbeitsverfahrens besteht in der Verwendung eines variablen Ventiltriebs. Im Gegensatz zu konventionellen Ventiltrieben, bei denen sowohl der Hub der Ventile als auch die Steuerzeiten, d. h. die Öffnungs- und Schließzeiten der Einlaß- und Auslaßventile, bedingt durch die nicht flexible, da nicht verstellbare Mechanik des Ventiltriebes als unveränderliche Größen vorgegeben sind, können diese den Verbrennungsprozeß und damit den Kraftstoffverbrauch beeinflussenden Parameter mittels variabler Ventiltriebe mehr oder weniger stark variiert werden. Die Quantitätsregelung des Ottomotors d. h. die dem Brennraum zugeführte Luft- bzw. Frischgemischmasse wird dabei nicht mittels einer Drosselklappe, sondern über die Variation der Steuerzeiten und des Hubes realisiert bzw. geregelt. Mit der Drosselklappe entfallen auch die mit der Drosselklappe verbundenen Nachteile, insbesondere die Drosselverluste.

Aufgrund der Tatsache, daß beim Ottomotor durch die prinzipbedingte Drosselung im Teillastbereich hohe Ladungswechselverluste mit den daraus resultierenden relativ schlechten Teillastwirkungsgraden auftreten und andererseits beim Dieselmotor die Qualitätsregelung zu einem relativ guten Wirkungsgrad im Teillastbereich und damit zu einem günstigen Kraftstoffverbrauch führt, wurden schon früh Versuche unternommen, beide Arbeitsverfahren miteinander zu kombinieren.

[0010] Ein weiterer Lösungsansatz zur Entdrosselung nach dem Stand der Technik besteht deshalb in einem ottomotorischen Arbeitsverfahren mit geschichteter Brennraumladung. Die Schichtladung ist dabei im Gegensatz zu dem ansonsten homogenen Gemisch, welches der Ottomotor ansaugt, eine Möglichkeit einen Ottomotor in engen Grenzen mittels einer Qualitätsregelung zu betreiben. Dabei ist die direkte Einspritzung des Kraftstoffes ein geeignetes Mittel zur Realisierung der geschichteten Brennraumladung. Die Direkteinspritzung des Kraftstoffes in den Brennraum führt auf diese Weise ebenfalls, wenn auch nicht immer zum vollständigen Wegfall der Drosselklappe, so doch zur Verminderung der Drosselverluste infolge einer geringeren und weniger häufig erforderlichen Drosselung.

[0011] Der Marktanteil an Ottomotoren, die über eine Direkteinspritzung und/oder eine variablen Ventiltrieb verfügen, nimmt ständig weiter zu, weshalb diese Motoren für die Automobilhersteller eine immer größere wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

[0012] Nachteilig an dieser Entwicklung bzw. an diesen Motoren ist, daß sich die Versorgung von sogenannten Unterdruckverbrauchern schwieriger gestaltet. Nach dem Stand der Technik wird nämlich der sich hinter der Drosselklappe im Luftzufuhrkanal einstellende Unterdruck, der sich infolge der Drosselung der angesaugten Luftströmung zwangsläufig aufbaut, dazu genutzt, bestimmte Vorrichtungen - sogenannte Unterdruckverbraucher - der Brennkraftmaschine mit Unterdruck zu beaufschlagen. Der Bereich hinter der Drosselklappe wird als Unterdruckquelle genutzt.

[0013] So muß beispielsweise ein Bremskraftverstärker für einen einwandfreien Betrieb über eine Unterdruckleitung mit Unterdruck versorgt werden, weshalb dieser Bremskraftverstärker bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen vorzugsweise mittels einer Unterdruckleitung, die hinter der Drosselklappe in den Luftzufuhrkanal mündet, mit Unterdruck versorgt wird. Ein Abgasrückführsystem, eine Tankbelüftung, eine Klimaanlage oder ein Automatikgetriebe sind weitere Beispiele für derartige Unterdruckverbraucher.

[0014] Daraus ergibt sich aber für entdrosselte Brennkraftmaschinen, beispielsweise für Brennkraftmaschinen, die mit einer variablen Ventilsteuerung und/oder einer Direkteinspritzung ausgestattet sind, insbesondere für Brennkraftmaschinen, bei denen die Drosselklappe vollständig entfällt, die Notwendigkeit bzw. der Bedarf eine alternative Unterdruckquelle zur Verfügung zu stellen, um die Unterdruckverbraucher weiterhin versorgen zu können.

[0015] Die beschriebene Problematik einer fehlenden bzw. unzureichenden Unterdruckquelle tritt im übrigen auch schon bei herkömmlichen, mit einer Drosselklappe ausgestatteten Brennkraftmaschinen auf, wenn diese Brennkraftmaschinen im Vollastbetrieb d. h. mit vollständig geöffneter Drosselklappe ungedrosselt arbeiten.

[0016] Nach dem Stand der Technik werden Venturidüsen bzw. einer Venturidüse ähnliche Kanalelemente im Luftzufuhrkanal vorgesehen, um die Versorgung der Unterdruckverbraucher sicherzustellen

[0017] Die DE 198 21 686 A1 beschreibt eine Rückschlagventileinheit, die dazu dient, ein Unterdruck benötigendes Arbeitssystem eines Fahrzeuges, beispielsweise den Servomotor einer Servolenkung oder den Bremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruck erzeugenden Saugsystem, beispielsweise dem Saugrohr bzw. dem Ansaugkanal einer Brennkraftmaschine zu verbinden. Die Rückschlagventileinheit soll gewährleisten, daß ein im Arbeitssystem erzeugter und benötigter Unterdruck erhalten bleibt, selbst wenn der Unterdruck ansteigt oder die Unterdruckerzeugung im Saugsystem vollständig unterbrochen ist. Daher kann - auch wenn die in der DE 198 21

686 A1 beschriebene Brennkraftmaschine mit einer Drosselklappe ausgestattet ist - die offenbarte Rückschlagventileinheit grundsätzlich auch bei Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, die keine Drosselklappe aufweisen.

[0018] Um die Versorgung der Arbeitssysteme mit einem ausreichend hohen Unterdruck zu gewährleisten und diesen Unterdruck aufrechtzuerhalten, weist die Rückschlagventileinheit einen Hauptkanal auf, der über seinen Einlaß mit dem Arbeitssystem, welches mit Unterdruck beaufschlagt werden soll, verbunden ist und unter Zwischenschaltung von zwei Rückschlagventilen an zwei Stellen in einen Außenluftkanal mündet. Dieser Außenluftkanal, der im Hinblick auf die gattungsbildende Brennkraftmaschine auch als Luftzufuhrkanal bezeichnet werden kann, ist über seinen Einlaß mit dem Luftansaugsystem der Brennkraftmaschine verbunden und führt über einen Ansaugkanal zum Brennraum bzw. den Brennräumen der Brennkraftmaschine. Im Außenluftkanal ist ein Venturi-Rohr mit einer bei einem Venturi-Rohr üblichen Querschnittsverengung angeordnet, wobei eine Verbindungsleitung zwischen Hauptkanal und Außenluftkanal, die als Venturikanal bezeichnet wird, im Bereich der Querschnittsverengung in den Außenluftkanal mündet. Die zweite Verbindungsleitung mündet stromabwärts in den Außenluftkanal.

[0019] Ausgehend von einer druckausgeglichene Situation wird beim Starten des Motors Luft aus dem angeschlossenen Arbeitssystem überwiegend über die zweite Verbindungsleitung abgesaugt. Bei Erreichen eines bestimmten Unterdruckniveaus wird das in der zweiten Verbindungsleitung angeordnete Rückschlagventil geschlossen und ausschließlich Luft über den Venturikanal abgesaugt. Die Außenluft wird dabei über das Venturi-Rohr angesaugt, wobei die Luftströmung mit zunehmender Querschnittsverengung beschleunigt wird, was zu einer Absenkung des statischen Druckes d. h. zur Ausbildung eines Unterdruckes im Venturi-Rohr führt. Im Bereich des engsten Querschnittes des Venturi-Rohres wird dieser Unterdruck mittels der ersten Verbindungsleitung abgegriffen. Das diesen Unterdruck benötigende Arbeitssystem wird über die erste Verbindungsleitung und den Hauptkanal mit diesem Unterdruck beaufschlagt.

[0020] Damit offenbart die DE 198 21 686 A1 eine Brennkraftmaschine der gattungsbildenden Art, nämlich eine Brennkraftmaschine, mit einem Luftzufuhrkanal und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal angeordneten ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes, wobei der Unterdruck mittels einer Unterdruckleitung abgegriffen werden kann.

[0021] Die Einrichtung zur Erzeugung des Unterdruckes, die vorliegend als Venturi-Düse bzw. als Venturi-Rohr ausgebildet ist, nutzt dabei Energieanteile der den Luftzufuhrkanal durchströmenden Luftströmung im Sinne der vorliegenden Erfindung. Als Energieanteil wird dabei die kinetische Energie der Luftströmung genutzt, indem durch eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit

keit der statische Druck abgesenkt wird, um auf diese Weise einen Unterdruck zu generieren. Andere Formen von Energieanteilen der Luftströmung im Sinne der vorliegenden Erfindung werden weiter unten im Zusammenhang mit der internationalen Patenanmeldung WO 00/29734 erörtert.

[0022] Die DE 43 44 624 A1 beschreibt ein Rückschlagventil, das in der Unterdruckleitung einer Brennkraftmaschine angeordnet ist. Das Rückschlagventil umfaßt einen einteiligen Ventilkörper mit einem Einlaß und einem Auslaß, wobei der Einlaß über einen Durchgang, in dem ein Venturi-Rohr angeordnet ist, mit dem Auslaß in Verbindung steht. Dieser Durchgang kann wiederum als Luftzufuhrkanal im Sinne der vorliegenden Erfindung angesehen werden.

[0023] Wie bei der zuvor beschriebenen Rückschlagventileinheit gemäß der DE 198 21 686 A1 ist der Luftzufuhrkanal unter Zwischenschaltung jeweils eines Rückschlagventils mittels zweier Verbindungsleitungen mit einem weiteren Kanal verbunden, der mindestens zwei Auslässe aufweist, an die Unterdruckverbraucher angeschlossen werden können. Die erste Verbindungsleitung mündet dabei im Bereich der Querschnittsverengung des Venturi-Rohres in den Luftzufuhrkanal. Die andere, zweite Verbindungsleitung führt stromabwärts in den Luftzufuhrkanal.

[0024] Auf diese Weise können die Unterdruckverbraucher mit dem in dem Luftzufuhrkanal generierten Unterdruck, insbesondere mit dem - infolge der Beschleunigung der Luftströmung - im Venturi-Rohr erzeugten Unterdruck beaufschlagt werden. Ist der Druck im Luftzufuhrkanal höher als der Druck auf der Seite der Unterdruckverbraucher schließen die Rückschlagventile.

[0025] Mittels des in der DE 43 44 624 A1 beschriebenen Rückschlagventils können somit Einrichtungen zur Erzeugung eines Unterdruckes ausgebildet werden, um beispielsweise Bremskraftverstärker, Automatikgetriebe und dergleichen sicher und ausreichend mit einem genügend großen Unterdruck zu versorgen und diesen aufrechtzuerhalten.

[0026] Die internationale Patentanmeldung WO 00/29734 beschreibt eine Brennkraftmaschine, die zur Realisierung einer drosselfreien Laststeuerung mit Gaswechselventilen ausgestattet ist, welche über eine Motorsteuerung voll variabel ansteuerbar sind. Aufgrund der fehlenden Drosselklappe und des damit entfallenden Unterdruckes hinter der Drosselklappe muß eine Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes vorgesehen werden.

[0027] Hierzu schlägt die WO 00/29734 eine Einrichtung vor, die die Energieanteile der den Luftzufuhrkanal durchströmenden Luftströmung zur Erzeugung eines Unterdruckes nutzt. Als Energieanteile wird bei der Einrichtung zum einen die Strömungsgeschwindigkeit der durch den Luftzufuhrkanal strömenden Luft ausgenutzt, wobei durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit eine entsprechende Absenkung des statischen Druckes herbeigeführt wird, und/oder die infolge einer periodi-

schen Öffnung der Gaseinlaßventile in der Luftströmung im Luftzufuhrkanal entstehenden impulsartigen Druckschwankungen ausgenutzt, die den Umgebungsdruck unterschreiten können und auf diese Weise einen Unterdruck generieren.

[0028] Eine vorgeschlagene Ausführungsform der Einrichtung sieht hierfür die Anordnung eines Venturi-Rohres im Luftzufuhrkanal vor, wobei der im Venturi-Rohr erzeugte Unterdruck über eine Unterdruckleitung abgegriffen werden kann. Ein Unterdruckverbraucher wird mittels dieser Unterdruckleitung mit der Einrichtung zur Erzeugung des Unterdruckes bzw. mit dem Luftzufuhrkanal verbunden und mit Unterdruck versorgt.

[0029] Die WO 00/29734 beschreibt daher ebenfalls eine Brennkraftmaschine der gattungsbildenden Art.

[0030] Ergänzend sei auf die DE 692 17 182 T2 hingewiesen, die ein Unterdruckverstärkungsventil zum Gegenstand hat. Dieses Unterdruckverstärkungsventil weist ebenfalls eine Venturidüse d. h. eine Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes auf und dient dazu, die Unterdruckverbraucher einer Brennkraftmaschine mit einem ausreichend großen Unterdruck zu versorgen und damit die Funktion der teilweise unverzichtbaren Hilfssysteme einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Bremskraftverstärkers, sicherzustellen.

[0031] Abschließend sei darauf hingewiesen, daß Dieselmotoren prinzipbedingt d.h. aufgrund der Laststeuerung mittels Qualitätsregelung keine Drosselklappe aufweisen und nach dem Stand der Technik mit einer separaten Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Unterdruckes ausgestattet werden müssen, was kostenintensiv ist. Diese Vakuumpumpen benötigen zudem einen Antrieb und zusätzliche Antriebsenergie, die von der Brennkraftmaschine bereitgestellt werden muß und die abgegebene Leistung mindert.

[0032] Die ausführliche Beschreibung des Standes der Technik macht zum einen deutlich, daß grundsätzlich ein unvermeidbarer Bedarf an Einrichtungen besteht, die den für den sicheren Betrieb einer Brennkraftmaschine erforderlichen Unterdruck bereitstellen, insbesondere im Hinblick auf aktuelle Motorenkonzepte mit einer drosselfreien Laststeuerung, nämlich mit einer Direkteinspritzung und/oder einer variablen Ventilsteuerung.

[0033] Zum anderen wird aber auch deutlich, daß die nach dem Stand der Technik vorgeschlagenen Einrichtungen wesentliche Nachteile aufweisen. Insbesondere sind sie sehr komplex und damit sehr störanfällig und sehr kostenintensiv, wobei eine separate Vakuumpumpe - wie sie derzeit bei Dieselmotoren zum Einsatz kommt - nicht nur sehr kostenintensiv ist, sondern zudem einen hohen zusätzlichen Raumbedarf hat. Dieser hohe Raumbedarf steht aber dem Ziel der Konstrukteure, im Motorraum des Kraftfahrzeuges ein möglichst effektives d. h. dichtes Packaging der gesamten Antriebseinheit zu realisieren, entgegen.

[0034] Ein weiterer wesentlicher Nachteil der herkömmlichen Einrichtungen zur Erzeugung eines Unterdruckes besteht auch darin, daß diese Einrichtungen

nicht in sämtlichen Betriebspunkten einen ausreichend hohen Unterdruck mit der notwendigen Sicherheit zur Verfügung stellen können. Dies ist insbesondere im Hinblick auf Hilfssysteme wie den Bremskraftverstärker aber auch im Hinblick auf einen eventuell vorhandene Servomotor einer Servolenkung bedenklich, da es sich bei diesen Hilfssystemen um Systeme handelt, die direkten Einfluß auf die Fahrsicherheit haben, so daß ein ausreichend hoher Unterdruck als unverzichtbar anzusehen ist.

[0035] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennkraftmaschine mit einem Luftzufuhrkanal und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal angeordneten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes bereitzustellen, mit der den Unterdruckverbrauchern der Brennkraftmaschine ein ausreichend großer Unterdruck sicher zur Verfügung gestellt werden kann und mit der die nach dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden, die also insbesondere über eine Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes verfügt, welche kostengünstiger ist als herkömmliche Einrichtungen.

[0036] Eine weitere Teilaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Verwendungen einer derartigen Brennkraftmaschine aufzuzeigen.

[0037] Gelöst wird die erste Teilaufgabe durch eine Brennkraftmaschine mit einem Luftzufuhrkanal und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal angeordneten ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes, welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der den Luftzufuhrkanal durchströmenden Luftströmung erzeugt, wobei die Brennkraftmaschine mit mindestens einer Hauptunterdruckleitung ausgestattet ist, welche in den Luftzufuhrkanal mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal abgreifbar ist, und die dadurch gekennzeichnet ist, daß in der mindestens einen Hauptunterdruckleitung eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes angeordnet ist, welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der die mindestens eine Hauptunterdruckleitung durchströmenden Luftströmung erzeugt.

[0038] Erfindungsgemäß wird der in der ersten Einrichtung - die in herkömmlicher Weise im Luftzufuhrkanal angeordnet ist - erzeugte Unterdruck mittels einer Hauptunterdruckleitung abgegriffen und mittels einer weiteren zweiten Einrichtung, die in der Hauptunterdruckleitung vorgesehen ist, verstärkt. Der statische Druck der Luftströmung wird auf diese Weise in einem zweistufigen Verfahren auf ein Niveau abgesenkt, das mit herkömmlichen Einrichtungen zur Erzeugung eines Unterdruckes - wie sie in der Einleitung beschrieben sind - nicht realisiert werden kann oder das nur unter Inkaufnahme sich einstellender unakzeptabler Nachteile hinsichtlich des Betriebes der Brennkraftmaschine realisiert werden kann.

[0039] Zwar könnte ein beliebig niedriges Druckniveau auch mit herkömmlichen Einrichtungen nach dem Stand der Technik erzeugt werden, wenn beispielsweise die

Querschnittsverengung des Venturi-Rohres genügend klein gewählt wird. Mit zunehmender Querschnittsverengung ergeben sich aber auch entsprechend große Strömungswiderstände im Luftzufuhrkanal, die mit Leistungseinbußen und Wirkungsgradverlusten verbunden sind.

[0040] Dadurch, daß bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes abseits des Luftzufuhrkanals vorgesehen wird, ist die Generierung eines ausreichend hohen Unterdruckes möglich, ohne die Strömung im Luftzufuhrkanal nachteilig zu beeinflussen, die in erster Linie der Versorgung der Brennkraftmaschine mit Verbrennungsluft bzw. Frischgemisch dient und daher grundsätzlich einen geringen Strömungswiderstand aufweisen sollte. Die Erzeugung des Unterdruckes und die Versorgung der Brennkraftmaschine mit Verbrennungsluft bzw. Frischgemisch wird auf diese Weise zwar nicht vollständig, aber doch teilweise und in spürbarem Umfang entkoppelt.

[0041] Darüber hinaus läßt sich die vorgeschlagene Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes mit einem verhältnismäßig geringen Kostenaufwand realisieren. Insbesondere auch deshalb, weil - wie der Einleitung zu entnehmen ist - bereits herkömmliche Brennkraftmaschinen häufig mit einer ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes im Luftzufuhrkanal ausgestattet sind und über eine Unterdruckleitung zum Abgreifen dieses Unterdruckes verfügen, so daß zur Ausbildung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine lediglich eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes in der bereits vorhandenen Unterdruckleitung, die erfindungsgemäß als Hauptunterdruckleitung bezeichnet wird, angeordnet werden muß.

[0042] Aus diesem Grund eignet sich der erfindungsgemäße Lösungsvorschlag zur Erzeugung eines ausreichend hohen Unterdruckes auch für die Nachrüstung bereits auf dem Markt befindlicher Brennkraftmaschinen, was grundsätzlich hinsichtlich der Einführung neuer Konzepte vorteilhaft ist, wenn berücksichtigt wird, daß die durchschnittliche Lebensdauer einer Brennkraftmaschine mehr als zehn Jahre beträgt. So können im Verkehr befindliche Brennkraftmaschinen durch das Einfügen einer zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes in die bereits vorhandene Hauptunterdruckleitung zu der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine umgerüstet werden.

[0043] Ein zusätzlicher Raumbedarf ist ebenfalls nicht gegeben, zumindest aber vernachlässigbar, so daß die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine einem möglichst effektiven Packaging der gesamten Antriebseinheit nicht entgegen steht. Dies ist ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung, insbesondere im Vergleich zu der nach dem Stand der Technik für Dieselmotoren verwendeten separaten Vakuumpumpe.

[0044] Somit wird durch die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine die erste der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich eine Brennkraftmaschine bereit-

zustellen, mit der ein ausreichend großer Unterdruck sicher zur Verfügung gestellt werden kann und die insbesondere kostengünstiger ist als herkömmliche Brennkraftmaschinen.

[0045] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Brennkraftmaschine werden im Zusammenhang mit den Unteransprüchen erläutert. Dabei wird auch sichtbar werden, welche Möglichkeiten die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine über die oben bereits dargelegten Vorteile hinaus eröffnet.

[0046] Vorteilhaft sind insbesondere Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Düse ausgebildet ist, die über eine Querschnittsverengung verfügt. Dabei wird die Luftströmung in der Düse infolge des sich verengenden Querschnittes beschleunigt, wodurch der statische Druck abgesenkt wird. Diese Ausführungsform nutzt als Energieanteil die Strömungsgeschwindigkeit der durch den Luftzufuhrkanal strömenden Luft zur Erzeugung des Unterdruckes, ohne daß zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind, insbesondere keine zusätzliche Hilfsenergie benötigt wird.

[0047] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Größe des Querschnitts der Querschnittsverengung veränderbar ist. Dadurch kann die Querschnittsverengung dem jeweiligen Betriebszustand angepaßt werden. Bei niedrigen Drehzahlen bzw. niedrigen Lasten können auf diese Weise auch bei den dann vorliegenden kleinen Luftmassenströmen mit entsprechend eng eingestellten Strömungsquerschnitten genügend große Unterdrücke erzeugt werden. Diese engen Strömungsquerschnitte, die bei zunehmender Drehzahl bzw. zunehmender Last aufgrund der zunehmenden Luftmassenströme einen unerwünschten Strömungswiderstand darstellen, können dann gezielt angepaßt d.h. vergrößert werden.

[0048] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen diese erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Venturidüse ausgebildet ist. Vorteile bietet dies deshalb, weil eine Venturidüse bzw. ein Venturirohr die Luftströmung unter nur geringen Strömungsverlusten in einem bestimmten Abschnitt kurz beschleunigt. Die Strömung wird dabei nur insoweit beeinflusst und gestört wie dies für die Erzeugung eines ausreichend hohen Unterdrucks erforderlich ist, wobei die Venturidüse eben für diese Anwendung konzipiert wurde. Zudem handelt es sich bei einem Venturirohr um ein bekanntes Bauteil, so daß hinsichtlich der Verwendung eines derartigen Rohres ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen vorliegen, was die Ausbildung der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine nicht nur vereinfacht, sondern auch kostengünstiger gestaltet.

[0049] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die als Düse ausgebildete erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Teil des Luftzufuhrkanals ausgebildet ist, in der Art, daß die Außenwandungen der Düse einen Teil der Außenwandungen des Luftzufuhrkanals bilden. Dabei wird die Düse

vorzugsweise einteilig mit dem Luftzufuhrkanal als monolithisches Bauteil ausgebildet. Dies bietet sich insbesondere bei Ausführungsformen der Brennkraftmaschine an, bei denen der Luftzufuhrkanal als Ansaugsammelrohr ausgebildet ist. Das Ansaugsammelrohr ist üblicherweise ein gegossenes, häufig im Spritzgußverfahren hergestelltes Kunststoffteil, so daß die Ausbildung der Düse schon bei der Auslegung und Fertigung des Ansaugsammelrohres berücksichtigt werden kann. Ein Montage der Düse entfällt bei dieser Ausführungsform, was die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe, ein möglichst kostengünstiges Konzept bereitzustellen, unterstützt.

[0050] Vorteilhaft können aber auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine sein, bei denen die als Düse ausgebildete erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks im Luftzufuhrkanal angeordnet ist, in der Art, daß die Düse vom Luftzufuhrkanal umgeben ist, so daß die Düse innen und außen von der Luftströmung durchströmbar ist. Auf diese Weise wird nicht die gesamte den Luftzufuhrkanal durchströmende Luftströmung durch die Düse geleitet und eingeschnürt, sondern nur eine mehr oder weniger kleine Teilströmung. Der verbleibende Teil der Luftströmung wird außen an der Düse vorbeigeleitet und bleibt nahezu unbeeinflusst.

[0051] Wird berücksichtigt, daß insbesondere bei hohen Drehzahlen und den dann vorliegenden großen Luftmassenströmen die Verengung des Strömungsquerschnittes - wie oben bereits ausgeführt - auch Nachteile, insbesondere einen Leistungsabfall, mit sich bringen kann, erscheint es sinnvoll, die Versorgung der Brennkraftmaschine über den Luftzufuhrkanal nicht zu sehr zu stören bzw. zu beeinflussen, was dadurch erreicht werden kann, daß man der Luftströmung unter allen Betriebsbedingungen eine ausreichend großen Strömungsquerschnitt zur Verfügung stellt. Die in Rede stehende Ausführungsform gewährleistet dies, indem sie der Strömung zwischen Luftzufuhrkanal und Düse einen unveränderbaren unter allen Betriebsbedingungen verfügbaren Querschnitt anbietet.

[0052] Vorteilhaft sind auch bei dieser Ausführungsform Ausbildungen der Brennkraftmaschine, bei denen der Luftzufuhrkanal als Ansaugsammelrohr ausgebildet ist. Die Gründe sind die bereits oben im Zusammenhang mit der zuvor behandelten Ausführungsform Genannten.

[0053] Vorteilhaft sind in bestimmten Anwendungsfällen auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen der Luftzufuhrkanal als Bypassleitung eines Ansaugsammelrohres ausgebildet ist. Dabei handelt es sich im wesentlichen um Anwendungsfälle, bei denen die Luftströmung im Ansaugsammelrohr nicht gestört werden soll. Es sind insbesondere Anwendungsfälle gemeint, bei denen man über die Möglichkeit verfügen möchte, die Strömung durch die Einrichtung zur Unterdruckerzeugung vollständig zu unterbinden, so wie dies beispielsweise in der DE 198 21 686 A1 vorgesehen ist. Dies läßt sich aber nur mittels eines in der Bypassleitung vorgesehenen Ventils realisieren. Eine vollständige

Sperrung des Luftzufuhrkanals verbietet sich.

[0054] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die mindestens eine Hauptunterdruckleitung im Bereich der Querschnittsverengung der ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks in den Luftzufuhrkanal mündet. Hintergrund dieser Ausgestaltung ist, daß der statische Druck im engsten Querschnitt am niedrigsten ist, da hier die Strömungsgeschwindigkeit der Luftströmung am höchsten wird, was die Bereitstellung eines möglichst großen Unterdrucks fördert bzw. unterstützt.

[0055] Hinsichtlich der Ausgestaltung der zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks ergeben sich ähnliche bevorzugte Ausführungsformen wie bei der ersten Einrichtung.

[0056] So sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine vorteilhaft, bei denen die zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Düse ausgebildet ist, die über eine Querschnittsverengung verfügt.

[0057] Des weiteren sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine vorteilhaft, bei denen die Größe des Querschnitts der Querschnittsverengung veränderbar ist.

[0058] Vorteilhaft sind ebenso Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Venturidüse ausgebildet ist.

[0059] Die Gründe dafür, daß die drei zuletzt genannten Ausgestaltungen der zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks vorteilhaft sind, sind die im Zusammenhang mit der Beschreibung vorteilhafter Ausführungsformen der ersten Einrichtung Genannten, weshalb sie an dieser Stelle nicht wiederholt werden sollen und auf diese Bezug genommen wird.

[0060] Vorteilhaft sind darüber hinaus Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die als Düse ausgebildete zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als Teil der mindestens einen Hauptunterdruckleitung ausgebildet ist, in der Art, daß die Außenwandungen der Düse einen Teil der Außenwandungen der mindestens einen Hauptunterdruckleitung bilden.

[0061] Vorteilhaft sind ebenso Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die als Düse ausgebildete zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks in der mindestens einen Hauptunterdruckleitung angeordnet ist, in der Art, daß die Düse von der Hauptunterdruckleitung umgeben ist, so daß die Düse innen und außen von der die Hauptunterdruckleitung durchströmenden Luftströmung durchströmbar ist.

[0062] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen mindestens eine Nebenunterdruckleitung vorgesehen ist, welche in die mindestens eine Hauptunterdruckleitung mündet und mit der ein Unterdruck in der Hauptunterdruckleitung abgreifbar ist. Über diese mindestens eine Nebenunterdruckleitung können Unterdruckverbraucher angeschlossen und mit Unterdruck beaufschlagt werden.

[0063] Diese Ausführungsform erscheint zwar zu-

nächst als die einzig Sinnvolle, da sie der Vorgehensweise, die bei der ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks als zielführend angesehen wird, folgt, nämlich mittels einer Unterdruckleitung den Unterdruck abzugreifen. Es muß aber berücksichtigt werden, daß grundsätzlich auch ein Unterdruckverbraucher direkt an die Hauptunterdruckleitung angeschlossen werden kann und auf eine Nebenunterdruckleitung ganz verzichtet wird, wobei - wenn die zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks beispielsweise als Düse ausgebildet ist - der engste Querschnitt der Düse vorzugsweise an der Anschlußstelle zum Unterdruckverbraucher angeordnet wird, wodurch der in dem Luftzufuhrkanal abgegriffene Unterdruck auch tatsächlich in der Hauptunterdruckleitung verstärkt wird.

[0064] Des weiteren kann sowohl an der Nebenunterdruckleitung als auch an der Hauptunterdruckleitung jeweils ein Verbraucher angeschlossen werden. Der an die Nebenunterdruckleitung angeschlossene Unterdruckverbraucher wird dann mit dem erfindungsgemäß verstärkten Unterdruck beaufschlagt, während der an die Hauptunterdruckleitung angeschlossene Verbraucher mit dem im Luftzufuhrkanal abgegriffenen Unterdruck beaufschlagt wird. Dabei werden an die Nebenunterdruckleitung vorzugsweise sensible Verbraucher angeschlossen, die unter allen Betriebsbedingungen sicher mit einem ausreichend hohen Unterdruck versorgt werden müssen, weil sie beispielsweise - wie der Bremskraftverstärker - für die Fahrsicherheit unverzichtbar sind. An die Hauptunterdruckleitung würden dann weniger relevante Systeme angeschlossen, beispielsweise eine Klimaanlage.

[0065] Erfindungsgemäß können sowohl mehrere Hauptunterdruckleitungen als auch mehrere Nebenunterdruckleitungen vorgesehen werden, wodurch dem Umstand Rechnung getragen wird, daß eine Brennkraftmaschine in der Regel mehrere Unterdruckverbraucher aufweist, die anzuschließen sind.

[0066] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die mindestens eine Nebenunterdruckleitung im Bereich der Querschnittsverengung der zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks in die mindestens eine Hauptunterdruckleitung mündet. Wie bereits erwähnt ist der statische Druck im engsten Querschnitt am niedrigsten bzw. der Unterdruck am stärksten ausgeprägt.

[0067] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen mindestens eine sekundäre Unterdruckleitung vorgesehen ist, die in den Luftzufuhrkanal mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal abgreifbar ist. Diese sekundäre Unterdruckleitung unterscheidet sich von einer Hauptunterdruckleitung dadurch, daß sie keine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks aufweist, so daß sie lediglich mit dem im Luftzufuhrkanal abgegriffenen Unterdruck beaufschlagt wird. An diese sekundäre Unterdruckleitung können ebenfalls Unterdruckverbraucher angeschlossen werden, vorzugsweise Verbraucher, die nur

einen geringen Unterdruck benötigen.

[0068] Die zweite der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe wird gelöst durch eine Verwendung der beschriebenen Brennkraftmaschine zur Versorgung eines Bremskraftverstärkers, wozu der Bremskraftverstärker mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung, mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung, vorzugsweise aber mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung verbunden wird.

[0069] Die zweite der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine Verwendung der beschriebenen Brennkraftmaschine zur Versorgung eines Automatikgetriebes, einer Klimaanlage, eines Abgasrückführsystems, einer Tankbelüftung, einer Servolenkung oder dergleichen. Die Verbindung dieser Systeme bzw. Unterdruckverbraucher erfolgt in dergleichen Weise, wie für den Bremskraftverstärker beschrieben.

[0070] Das bereits für die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine Gesagte gilt auch für die erfindungsgemäße Verwendung. Die Verwendung der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine sorgt insbesondere für eine erhöhte Fahrsicherheit, was durch die Bereitstellung eines ausreichend hohen Unterdruckes unter sämtlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine erreicht wird.

[0071] Im folgenden wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1, 2a und 2b näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 schematisch eine erste Ausführungsform in einer Seitenansicht und geschnitten,

Fig. 2a schematisch eine zweite Ausführungsform in einer Seitenansicht und geschnitten, und

Fig. 2b schematisch die in Figur 2a dargestellte zweite Ausführungsform entlang des in der Figur 2a kenntlich gemachten Schnittes A-A.

[0072] Figur 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer Seitenansicht und geschnitten. Dargestellt ist hier lediglich der Teil der Brennkraftmaschine, der für die hier in Rede stehende Erzeugung eines Unterdrucks relevant ist.

[0073] Figur 1 zeigt einen Luftzufuhrkanal 1, der über eine Einlaßöffnung 2 und eine Auslaßöffnung 3 verfügt und der der Versorgung einer Brennkraftmaschine mit Verbrennungsluft bzw. Frischgemisch dient. Hierzu tritt eine Luftströmung bzw. Frischgemischströmung durch die Einlaßöffnung 2 in den Luftzufuhrkanal 1, wobei die Auslaßöffnung 3 in der Art mit der Brennkraftmaschine verbunden ist, daß die durch den Luftzufuhrkanal angesaugte Luft bzw. das angesaugte Frischgemisch zu einem Brennraum bzw. den Brennräumen der Brennkraftmaschine geführt wird (nicht dargestellt).

[0074] Im Luftzufuhrkanal 1 ist eine erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks 4 angeordnet. Dabei

ist diese erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks 4 als Düse 10 ausgebildet ist. Die Düse 10 verfügt über eine Querschnittsverengung 12 und ist in der Art ausgebildet, daß die Düse 10 einen Teil des Luftzufuhrkanals 1 bildet. Dabei formen die Außenwandungen der Düse 10 einen Teil der Außenwandungen des Luftzufuhrkanals 1.

[0075] Vorteile bietet dies insbesondere bei der Herstellung der Düse 10 bzw. des Luftzufuhrkanals 1. Eine separate Montage der Düse 10 im Luftzufuhrkanal 1 entfällt. Die durch die Einlaßöffnung 2 eintretende Luftströmung wird in der Düse 10 beschleunigt, wobei der statische Druck mit zunehmender Querschnittsverengung abnimmt. Im kleinsten Querschnitt ist der statische Druck am niedrigsten.

[0076] Im Bereich dieser Querschnittsverengung 12 der Düse 10 mündet eine Hauptunterdruckleitung 5 4 in den Luftzufuhrkanal 1 bzw. in die Düse 10, mit der ein sich im Betrieb der Brennkraftmaschine in der Querschnittsverengung 12 einstellender Unterdruck abgegriffen werden kann. In der Hauptunterdruckleitung 5 ist eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks 6 angeordnet, wobei auch diese zweite Einrichtung 6 als Düse 11 ausgebildet ist, die eine Querschnittsverengung 13 aufweist. Der mittels der Hauptunterdruckleitung 5 abgegriffene Unterdruck wird auf diese Weise - gewissermaßen in einem zweistufigen Verfahren - vergrößert und den Unterdruckverbrauchern zur Verfügung gestellt.

[0077] Die Unterdruckverbraucher können dabei an die Hauptunterdruckleitung 5 und/oder an die Nebenunterdruckleitung 7, die in die Hauptunterdruckleitung 5 mündet, angeschlossen werden. Bei der in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform mündet die Nebenunterdruckleitung 7 im Bereich der Querschnittsverengung 13 der zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks 6 in die Hauptunterdruckleitung 5.

[0078] Optional kann eine sekundäre Unterdruckleitung 8 vorgesehen werden (gestrichelt dargestellt), an die ebenfalls Unterdruckverbraucher angeschlossen werden können und die bei der dargestellten Ausführungsform - wie die Hauptunterdruckleitung 5 - im Bereich der Querschnittsverengung 12 der Düse 10 in den Luftzufuhrkanal 1 bzw. die Düse 10 mündet.

[0079] Diese sekundäre Unterdruckleitung 8 kann aber auch mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdruckes ausgestattet werden und dann als zweite Hauptunterdruckleitung zur Verstärkung des in der Düse 10 abgegriffenen Unterdruckes dienen.

[0080] Grundsätzlich können mehrere Hauptunterdruckleitungen 5, mehrere sekundäre Unterdruckleitungen 8 und/oder mehrere Nebenunterdruckleitungen 7 vorgesehen werden, was zu weiteren Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine führt. Die Anzahl dieser Leitungen kann der Anzahl der zu versorgenden Unterdruckverbraucher angepaßt werden.

[0081] Figur 2a zeigt schematisch einen Ausschnitt einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer Seitenansicht und geschnit-

ten. Figur 2b zeigt diese zweite Ausführungsform entlang des Schnittes A-A, der in der Figur 2a kenntlich gemacht ist. Es sollen nur die Unterschiede zu der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform erörtert werden, weshalb im übrigen Bezug genommen wird auf Figur 1. Für dieselben Bauteile wurden dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0082] Im Unterschied zu der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist bei der in den Figuren 2a und 2b dargestellten Ausführungsform die als Düse 10 ausgebildete erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks 4 im Luftzufuhrkanal 1 angeordnet ist. Die Düse 10 wird vom Luftzufuhrkanal 1 umgeben, so daß die Düse 10 innen und außen von der den Luftzufuhrkanal 1 durchströmenden Luftströmung durchströmt wird.

[0083] Hierzu ist die Düse 10 mittels Streben 9a', 9a'', 9b', 9b'', 9c', 9c'', 9d', 9d'' an der Innenwandung des Luftzufuhrkanals 1 fixiert. Auf diese Weise wird nicht die gesamte den Luftzufuhrkanal 1 durchströmende Luftströmung durch die Düse 10 geleitet und eingeschnürt, sondern nur eine mehr oder weniger kleine Teilströmung. Der verbleibende Teil der Luftströmung wird außen zwischen Innenwandung des Luftzufuhrkanals 1 und Düse 10 an der Düse 10 vorbeigeleitet und bleibt - abgesehen von den Streben 9a', 9a'', 9b', 9b'', 9c', 9c'', 9d', 9d'' - nahezu unbeeinflusst.

[0084] Vorteile bietet dies beispielsweise bei großen Luftmassenströmen, wie sie sich bei hohen Drehzahlen einstellen, da dann die Verengung des Strömungsquerschnittes des Luftzufuhrkanals 1 als zunehmend störend anzusehen ist.

Bezugszeichen

[0085]

1	Luftzufuhrkanal	
2	Einlaßöffnung	
3	Auslaßöffnung	
4	erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks	
5	Hauptunterdruckleitung	
6	zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks	
7	Nebenunterdruckleitung	
8	sekundäre Unterdruckleitung	
9a'	Strebe	
9a''	Strebe	
9b'	Strebe	
9b''	Strebe	
9c'	Strebe	
9c''	Strebe	
9d'	Strebe	
9d''	Strebe	
10	Düse	
11	Düse	
12	Querschnittsverengung	
13	Querschnittsverengung	

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einem Luftzufuhrkanal (1) und mit einer in diesem Luftzufuhrkanal (1) angeordneten ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4), welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der den Luftzufuhrkanal (1) durchströmenden Luftströmung erzeugt, wobei die Brennkraftmaschine mit mindestens einer Hauptunterdruckleitung (5) ausgestattet ist, welche in den Luftzufuhrkanal (1) mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal (1) abgreifbar ist,
dadurch gekennzeichnet, daß
in der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5) eine zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) angeordnet ist, welche einen Unterdruck durch Ausnutzung von Energieanteilen der die mindestens eine Hauptunterdruckleitung (5) durchströmenden Luftströmung erzeugt.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4) als Düse (10) ausgebildet ist, die über eine Querschnittsverengung (12) verfügt.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Größe des Querschnitts der Querschnittsverengung (12) veränderbar ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4) als Venturidüse (10) ausgebildet ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
die als Düse (10) ausgebildete erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4) als Teil des Luftzufuhrkanals (1) ausgebildet ist, in der Art, daß die Außenwandungen der Düse (10) einen Teil der Außenwandungen des Luftzufuhrkanals (1) bilden.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
die als Düse (10) ausgebildete erste Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4) im Luftzufuhrkanal (1) angeordnet ist, in der Art, daß die Düse (10) vom Luftzufuhrkanal (1) umgeben ist, so daß die Düse (10) innen und außen von der Luftströmung durchströmbar ist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen An-

- sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Luftzufuhrkanal (1) als Ansaugsammelrohr ausgebildet ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Luftzufuhrkanal (1) als Bypaßleitung eines Ansaugsammelrohr ausgebildet ist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die mindestens eine Hauptunterdruckleitung (5) im Bereich der Querschnittsverengung (12) der ersten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (4) in den Luftzufuhrkanal (1) mündet.
10. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) als Düse (11) ausgebildet ist, die über eine Querschnittsverengung (13) verfügt.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Größe des Querschnitts der Querschnittsverengung (13) veränderbar ist.
12. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) als Venturidüse (11) ausgebildet ist.
13. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die als Düse (11) ausgebildete zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) als Teil der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5) ausgebildet ist, in der Art, daß die Außenwandungen der Düse (11) einen Teil der Außenwandungen der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5) bilden.
14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die als Düse (11) ausgebildete zweite Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) in der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5) angeordnet ist, in der Art, daß die Düse (11) von der Hauptunterdruckleitung (5) umgeben ist, so daß die Düse (11) innen und außen von der die Hauptunterdruckleitung (5) durchströmenden Luftströmung durchströmbar ist.
15. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine Nebenunterdruckleitung (7) vorgesehen ist, welche in die mindestens eine Hauptunterdruckleitung (5) mündet und mit der ein Unterdruck in der Hauptunterdruckleitung (5) abgreifbar ist.
16. Brennkraftmaschine nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
die mindestens eine Nebenunterdruckleitung (7) im Bereich der Querschnittsverengung (13) der zweiten Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks (6) in die mindestens eine Hauptunterdruckleitung (5) mündet.
17. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine sekundäre Unterdruckleitung (8) vorgesehen ist, die in den Luftzufuhrkanal (1) mündet und mit der ein Unterdruck in diesem Luftzufuhrkanal (1) abgreifbar ist.
18. Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche zur Versorgung einer Vorrichtung mit Unterdruck,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennkraftmaschine zur Versorgung eines Bremskraftverstärkers verwendet wird, wozu der Bremskraftverstärker mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5), mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung (7) oder mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung (8) verbunden wird.
19. Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Versorgung einer Vorrichtung mit Unterdruck,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennkraftmaschine zur Versorgung eines Automatikgetriebes verwendet wird, wozu das Automatikgetriebe mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5), mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung (7) oder mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung (8) verbunden wird.
20. Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Versorgung einer Vorrichtung mit Unterdruck,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennkraftmaschine zur Versorgung einer Klimaanlage verwendet wird, wozu die Klimaanlage mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5), mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung (7) oder mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung (8) verbunden wird.

21. Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Versorgung einer Vorrichtung mit Unterdruck,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennkraftmaschine zur Versorgung eines Abgasrückführsystems verwendet wird, wozu das Abgasrückführsystem mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5), mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung (7) oder mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung (8) verbunden wird. 5 10
22. Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Versorgung einer Vorrichtung mit Unterdruck, 15
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennkraftmaschine zur Versorgung einer Tankbelüftung verwendet wird, wozu die Tankbelüftung mit der mindestens einen Hauptunterdruckleitung (5), mit der mindestens einen Nebenunterdruckleitung (7) oder mit der mindestens einen sekundären Unterdruckleitung (8) verbunden wird. 20

25

30

35

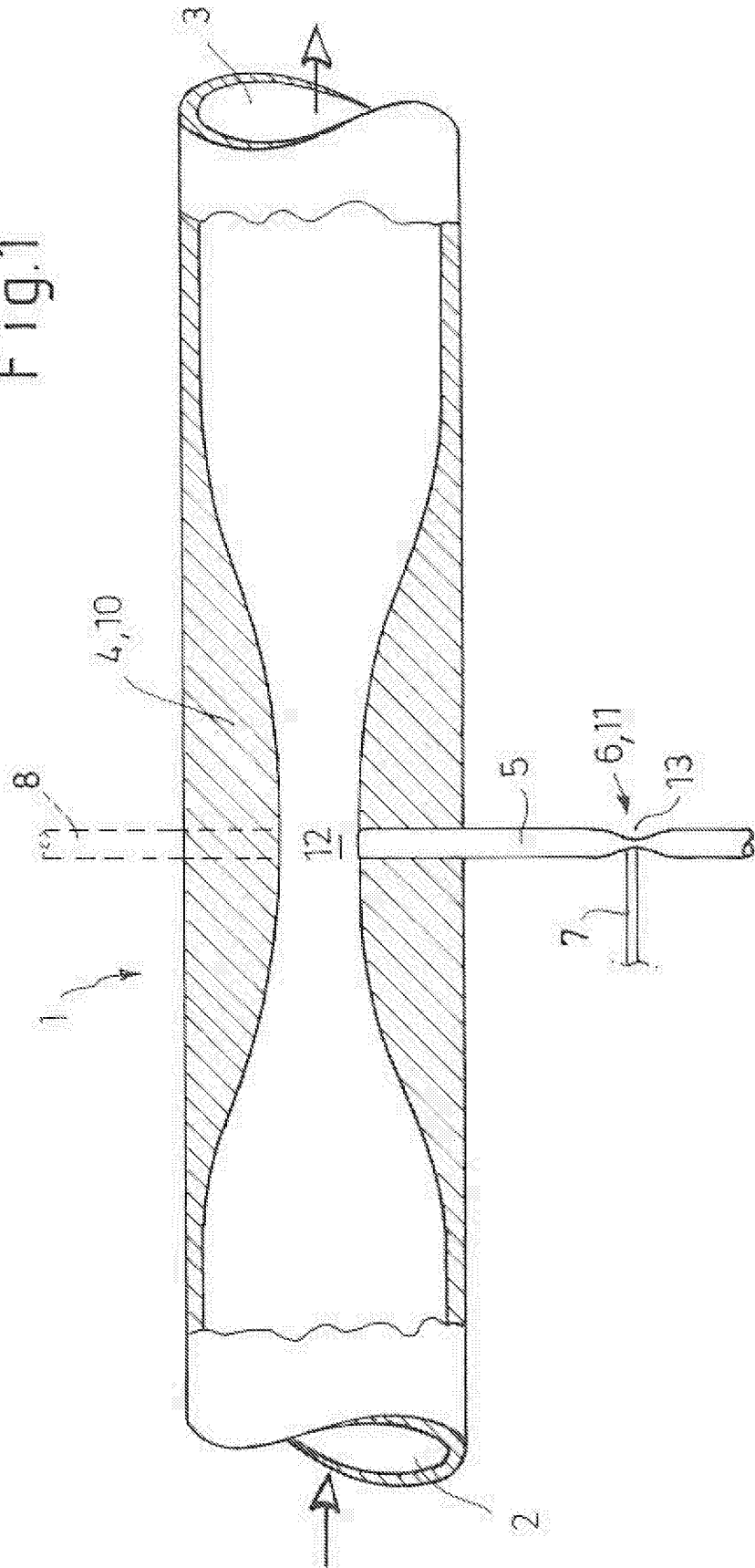
40

45

50

55

Fig.1



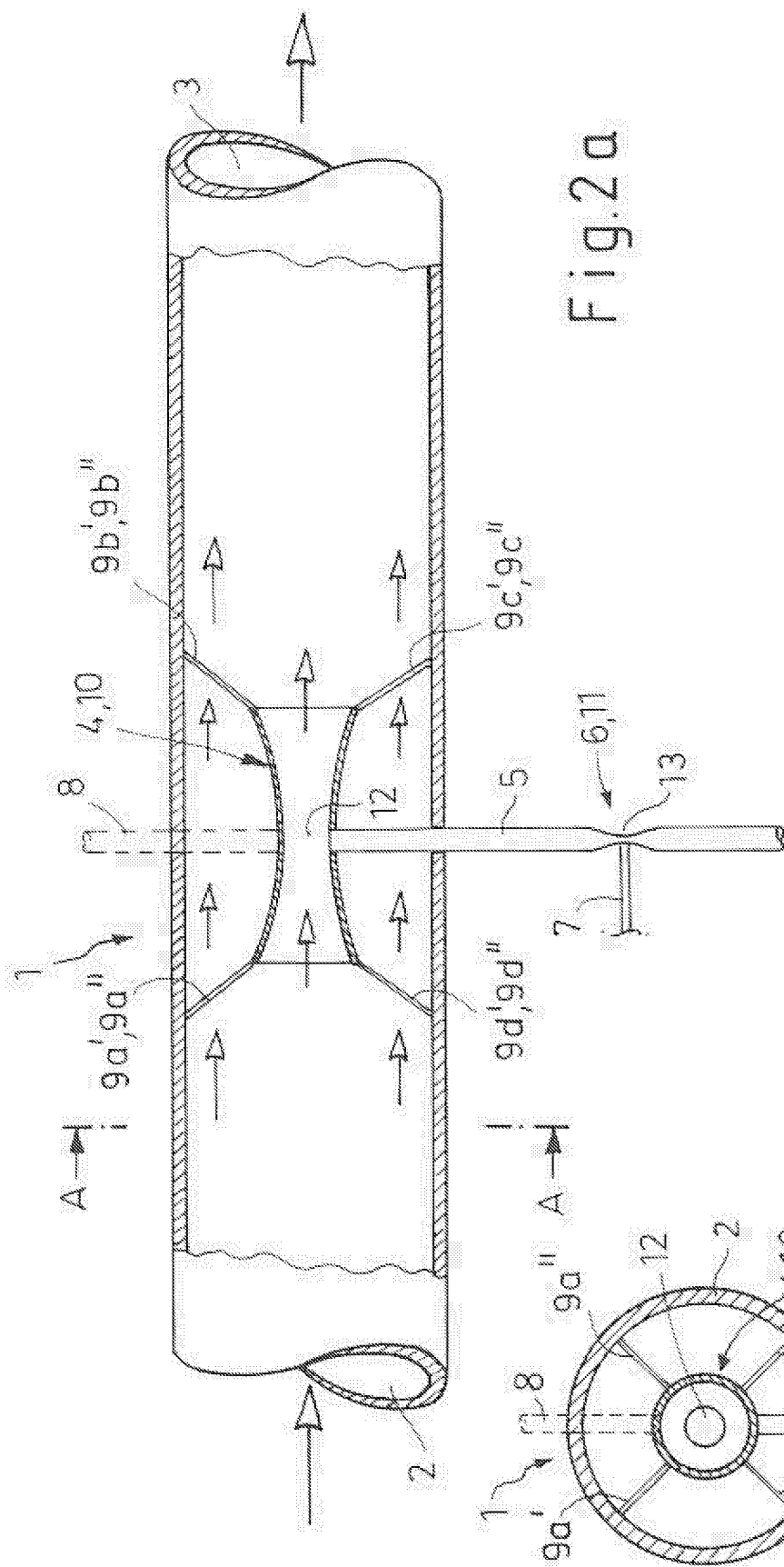


Fig. 2a

Fig. 2b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 10 3531

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 198 21 686 A (ALFMEIER PRAEZISION AG BAUGRUP) 28. Januar 1999 (1999-01-28) * Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 7, Zeile 44; Abbildungen 2-4,7-9 *	1,2,4,5,7-9,18-22	F04F5/20 F04F5/54 F02B67/08
D,A	DE 43 44 624 A (EXCEL IND) 30. Juni 1994 (1994-06-30) * Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 40; Abbildung 2 *	1,2,4,5,7-9,18-22	
D,A	WO 00/29734 A (PISCHINGER MARTIN ; DUESMANN MARKUS (DE); LOHSE ENNO (DE); SALBER WOLF) 25. Mai 2000 (2000-05-25) * Seite 11, Zeile 4 - Seite 13, Zeile 5; Abbildungen 2,3 *	1,2,4,5,7-9,18-22	
A	GB 788 618 A (JUNKERS MASCHINEN U METALLBAU) 2. Januar 1958 (1958-01-02) * Seite 4, Zeile 51 - Zeile 61; Abbildung 5 *	1,2,4-10,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F04F F02B F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. September 2004	Prüfer Tietje, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 10 3531

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-09-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19821686 A	28-01-1999	DE 19821686 A1	28-01-1999
		US 6035881 A	14-03-2000
		US 6220271 B1	24-04-2001
DE 4344624 A	30-06-1994	US 5291916 A	08-03-1994
		DE 4344624 A1	30-06-1994
		US RE37090 E1	13-03-2001
WO 0029734 A	25-05-2000	DE 19852389 A1	18-05-2000
		DE 19982292 D2	15-02-2001
		DE 19982383 D2	15-02-2001
		WO 0029772 A1	25-05-2000
		WO 0029734 A1	25-05-2000
		EP 1047897 A1	02-11-2000
		JP 2002530564 T	17-09-2002
		JP 2002530602 T	17-09-2002
		US 6425356 B1	30-07-2002
GB 788618 A	02-01-1958	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82