

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Juni 2006 (29.06.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/066739 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) **F02D 41/10** (2006.01)

F02B 37/04 (2006.01)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOLKSWAGEN** [DE/DE]; Aktiengesellschaft, 38436 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STANDT, Ulrich-Dieter** [DE/DE]; Wittenacker 5, 38527 Meine (DE). **RHODE, Wilfried** [DE/DE]; Berlinring 66, 38527 Meine (DE). **SCHER, Uwe** [DE/DE]; Im Kleigarten 13, 38162 Cremlingen/Destedt (DE). **GROENENDIJK, Axel** [DE/DE]; Kapellenstr. 9, 38102 Braunschweig (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/013179

(22) Internationales Anmeldedatum:

9. Dezember 2005 (09.12.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2004 061 613.2

17. Dezember 2004 (17.12.2004) DE

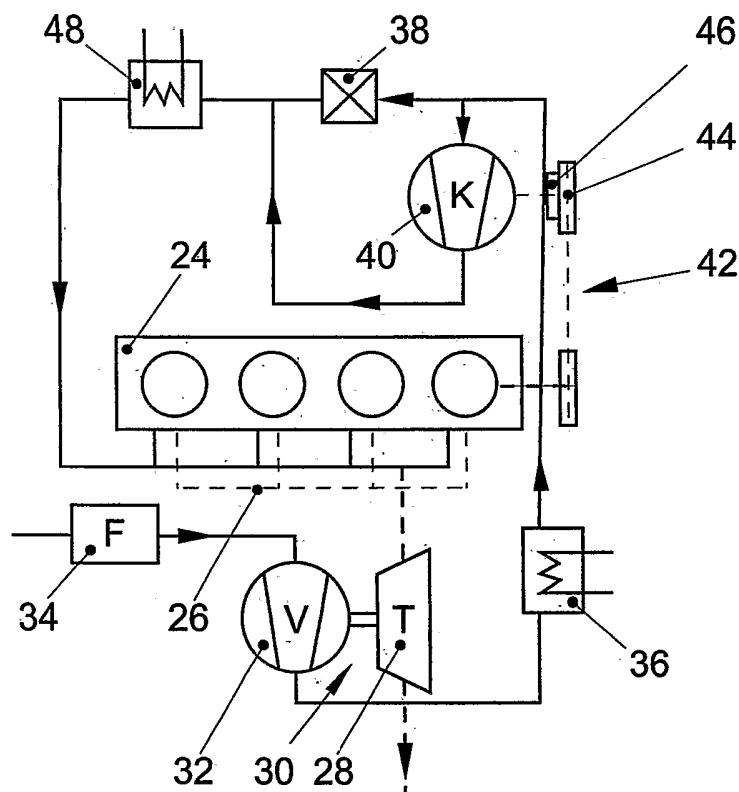
(74) Anwalt: **VOLKSWAGEN AG**; Brieffach 1770, 38436 Wolfsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH SUPERCHARGED CHARGE AIR AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE MIT LADELUFTAUFLADUNG UND VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine and to an internal combustion engine (24) comprising an exhaust-gas turbocharger (30) for charging the air and an additional supercharger (compressor (40)) for injecting additional supercharged air during a performance increase or acceleration phase of the internal combustion engine. The additional supercharging is controlled by means of a regulation device to a great extent at the same time as an increase in the fuel-injection quantity, in such a way that the gross air ratio of λ (Lambda) = 1.1 is met. The additional supercharger (compressor (40)) can be directly coupled mechanically to the internal combustion engine (24) by means of a magnetic coupling (46), if the driver demands an increase in performance or acceleration via the accelerator pedal.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/066739 A1



CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine sowie eine derartige Verbrennungskraftmaschine (24) mit einem Abgasturbolader (30) zur Luftaufladung und mit einem zusätzlichen Lader (Kompressor 40) zum Einblasen von zusätzlicher Ladeluft während einer Phase der Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung der Verbrennungskraftmaschine. Die zusätzliche Ladelufteinblasung wird mittels einer Regelvorrichtung weitgehend zeitgleich mit einer Erhöhung der Kraftstoff-Einspritzmenge so geregelt, dass ein Brutto-Luftverhältnis von λ (Lambda) = 1,1 nicht unterschritten wird. Der zusätzliche Lader (Kompressor 40) ist über eine Magnetkupplung (46) mit der Verbrennungskraftmaschine (24) direkt mechanisch koppelbar, wenn der Fahrer über das Fahrpedal eine Anforderung für eine Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung eingibt.

Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit Ladeluftaufladung und Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Oberbegriffes des Anspruches 5.

Moderne Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, werden üblicherweise mit einem Lader betrieben, welcher es ermöglicht, die Leistung eines Motors gegenüber einem Saugmotor mit vergleichbarem Hubraum zu steigern. Es ist bereits bekannt, Lader direkt mechanisch mit dem Motor zu verbinden. Diese Anordnung hat Vorteile insbesondere hinsichtlich des Ansprechverhaltens, da wegen der direkten Kopplung des Laders mit der Verbrennungskraftmaschine die drehzahlabhängige Lieferleistung des Laders in direkter Beziehung zur Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine und damit zur benötigten Verbrennungsluftmenge ist. Allerdings sind Lader, die direkt mit der Verbrennungskraftmaschine antriebsverbunden sind, hinsichtlich des Brennstoffverbrauches ungünstiger als die bekannten Abgasturbolader, bei denen die Antriebsenergie für den Lader dem Abgas entnommen wird. Diesem Vorteil steht jedoch das bekannte Problem der verlangsamten Ansprechzeit von mittels Abgasturbolader aufgeladenen Motoren ("turbolag") gegenüber. Der Luftmangel während der Leistungssteigerungsphase kann außerdem zu einem ausgeprägten Rauchausstoß, d.h. zu einem erhöhten Partikelausstoß führen, weil die Partikel durch motorisch bedingte lokale Luftmangelzustände während der Verbrennung gebildet werden.

Eine Abhilfe bietet die Verzögerung der Kraftstoffanreicherung, die jedoch mit einer Leistungsminderung und damit beispielsweise mit einer Verlängerung der Beschleunigungsphase verbunden ist. Die Begrenzung der Kraftstoffeinspritzung stellt demnach keine brauchbare Alternative zur Ladeluftaufladung dar.

Um die Nachteile des wirtschaftlichen und deshalb vorwiegend eingesetzten Abgasturboladers auszugleichen, sind bereits Mittel bekannt, um während der Phase einer Leistungssteigerung der Verbrennungskraftmaschine zusätzliche Ladeluft in das Ladeluftsystem einzublasen.

Die DE 39 06 312 C1 zeigt und beschreibt eine Beschleunigungshilfe für eine mittels Abgasturbolader aufgeladene Brennkraftmaschine, bei der die zusätzliche Ladeluft einem Druckluftbehälter entnommen wird, der durch einen mit der Verbrennungskraftmaschine gekoppelten Verdichter mit Druckluft versorgt wird. Eine derartige Anordnung ist wegen des zusätzlichen Druckluftbehälters und des für diesen freizuhaltenden Einbauraumes baulich sehr aufwendig und kommt deshalb im wesentlichen nur für Lastkraftfahrzeuge in Frage, bei denen ein Druckluftbehälter als Teil des Bremssystems ohnehin vorhanden ist.

Durch die DE 199 34 606 A1 ist bereits eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Leistungssteigerung einer mittels Abgasturbolader aufgeladenen Brennkraftmaschine bekannt, bei der ein zusätzlicher Verdichter vorgesehen ist, der durch eine spezielle, mit der Verbrennungskraftmaschine antriebsverbundene Elektromaschine angetrieben wird. Der zusätzliche Verdichter ist parallel zum Verdichter des Abgasturboladers angeordnet und über ein System von Ventilen und Leitungen mit der Ladeluftleitung für die Verbrennungskraftmaschine verbindbar. Die Elektromaschine hat neben ihrer Funktion als Anlassermotor und als Lichtmaschine auch die Funktion, im Bedarfsfall den zusätzlichen Verdichter anzutreiben, der die zusätzliche Ladeluft liefert. Zu diesem Zweck wird die Elektromaschine über eine komplizierte Regelelektronik auf eine für den Betrieb des zusätzlichen Verdichters erforderliche, extrem hohe Drehzahl gebracht. Abgesehen davon, dass die gesamte Anordnung komplex und baulich aufwendig ist, besteht auch bei dieser Anordnung eine durch die Zeit für das Hochfahren der Elektromaschine bedingte Ansprechverzögerung, so dass auch bei dieser Anordnung mit dem weiter vorne im Zusammenhang mit den Abgasturboladern beschriebenen erhöhten Partikelaustritt zu rechnen ist.

Die Erfindung geht deshalb von einem Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader zur Ladeluftaufladung während des Normalbetriebes und mit einem Zusatzverdichter oder dergleichen zum Einblasen von Zusatzladeluft während einer Phase der Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung aus, sowie von einer gemäß diesem Verfahren betriebenen Verbrennungskraftmaschine. Aufgabe der Erfindung ist einerseits, das oben beschriebene Verfahren derart zu verbessern, dass eine Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung ohne Leistungsbegrenzung auf einen unterhalb der maximal möglichen Leistung liegenden Wert bei gleichzeitiger partikelarmer Verbrennung möglich ist. Eine weitere Aufgabe ist, eine Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, die nach dem oben beschriebenen Verfahren arbeitet und die diesem zugrundeliegende Aufgabe löst.

Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 bzw. durch eine Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Anspruch 5 gelöst. In den diesen Ansprüchen nachgeordneten Ansprüchen werden günstige Ausgestaltungen der Erfindung beschrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass die zusätzliche Ladelufteinblasung über eine Regelvorrichtung weitgehend zeitgleich mit der Erhöhung der Kraftstoff-Einspritzmenge so geregelt wird, dass ein Brutto-Luftverhältnis von $\lambda = 1,1$ nicht unterschritten wird, mit anderen Worten λ ist größer oder gleich 1,1.

Im normalen Fahrbetrieb liegt das Luftverhältnis etwa bei $\lambda = 1,9 - 2$. Wenn der Fahrer beispielsweise durch Treten des Fahrpedals eine Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung anfordert, dann wird mehr Kraftstoff eingespritzt, so dass aus den weiter vorne beschriebenen Gründen ohne zusätzliche Lufteinblasung das Luftverhältnis stark absinken würde. Gemäß der Erfindung wird jedoch zeitgleich mit der Erhöhung der Kraftstoffeinspritzmenge zusätzliche Ladeluft geregelt eingeblasen, und zwar derart, dass das Luftverhältnis während der gesamten Beschleunigungsphase nicht unter $\lambda = 1,1$ absinkt. Auf diese Weise wird ohne Begrenzung der Einspritzmenge, d.h. ohne eine Reduzierung der Motorleistung durch eine Erhöhung der Ladeluftmasse eine Erhöhung des Luftverhältnisses und damit eine Verbrennung mit geringerer Partikelbildung bewirkt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die zusätzliche Ladelufteinblasung so geregelt, dass ein Brutto-Luftverhältnis im Bereich von $\lambda \geq 1,2$ eingehalten wird.

Um eine möglichst geringe Ansprechverzögerung zu gewährleisten, ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass in die Regelvorrichtung die Leistungsanforderung des Fahrers, beispielsweise die Fahrpedalstellung, als eine Regelgröße eingegeben wird. Damit wird erreicht, dass die Regelvorrichtung die für den Regelvorgang wichtige Information bezüglich der erhöhten Kraftstoffmenge zeitgleich mit der Leistungsanforderung durch den Fahrer erhält, so dass sie verzögerungsfrei darauf reagieren kann.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der aktuelle λ -Wert ständig gemessen und/oder berechnet und als weitere Regelgröße in die Regelvorrichtung

eingegeben wird. Damit besteht die Möglichkeit, die zusätzliche Ladeluftmenge so zu regeln, dass der gewünschte λ -Wert eingehalten wird.

Ausgehend von einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader und mit einem zusätzlichen Lader zum Einblasen von zusätzlicher Ladeluft während einer Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung der Verbrennungskraftmaschine ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass der zusätzliche Lader mit der Verbrennungskraftmaschine direkt mechanisch koppelbar ist. Durch die direkte Kopplung des Laders mit der Verbrennungskraftmaschine erhöht sich die drehzahlabhängige Ladeleistung stets zeitgleich mit einer Drehzahlerhöhung der Verbrennungskraftmaschine, so dass eine verzögerungsfreie Einblasung der zusätzlichen Ladeluft gewährleistet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der zusätzliche Lader mit der Verbrennungskraftmaschine wahlweise koppelbar bzw. von dieser abkoppelbar ist. Auf diese Weise kann der Lader während der Betriebsphasen, in denen keine zusätzliche Lufteinblasung erforderlich ist, vollständig abgekoppelt werden, so dass sogar eine Leerlauf-Antriebsleistung entfällt.

Die Kopplung des zusätzlichen Laders mit der Verbrennungskraftmaschine erfolgt gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung über eine Magnetkupplung. Magnetkupplungen sind sehr zuverlässige, konstruktiv einfache und damit kostengünstige Bauelemente.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der zusätzliche Lader in Reihe mit dem Verdichter des Abgasturboladers angeordnet ist. Dabei besteht die Möglichkeit, den zusätzlichen Lader beispielsweise in Abhängigkeit von dem vorhandenen Einbauraum in Strömungsrichtung der Ladeluft hinter dem Verdichter des Abgasturboladers anzuordnen, so dass er die von diesem Verdichter vorverdichtete Ladeluft weiter verdichtet, oder den Lader in Strömungsrichtung vor dem Verdichter anzuordnen, so dass er dem Verdichter vorverdichtete Ladeluft zuführt.

Als zusätzliche Lader kommen beispielsweise Strömungsverdichter oder nach dem Verdrängungsprinzip arbeitende Lader in Betracht, die im folgenden als Kompressoren bezeichnet werden. Als besonders geeignet haben sich die an sich bekannten G-Lader bewiesen.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 in einer Blockdarstellung die prinzipielle Anordnung eines einem Motor zugeordneten Abgasturboladers und eines zusätzlichen Laders (Kompressor), wobei der zusätzliche Lader in Strömungsrichtung der Ladeluft hinter dem Abgasturbolader angeordnet ist;
- Fig. 2 eine Darstellung ähnlich der Fig. 1, wobei der zusätzliche Lader (Kompressor) jedoch vor dem Abgasturbolader angeordnet ist;
- Fig. 3 in einer schematischen Darstellung die unterschiedlichen Funktionselemente einer Verbrennungskraftmaschine gemäß der Fig. 1;
- Fig. 4 in einer schematischen Darstellung die grundsätzlichen Funktionselemente einer Verbrennungskraftmaschine gemäß der Fig. 2.

Fig. 1 zeigt eine Verbrennungskraftmaschine 2, beispielsweise einen Motor mit Selbstzündung oder mit Fremdzündung, deren durch den Pfeil 4 dargestellte Abgase der Turbine 6 eines als Ganzes mit 8 bezeichneten Abgasturboladers zugeleitet werden. Nachdem die Abgase die Turbine 6 durchlaufen haben, werden sie in einem Filter 10 gereinigt und sodann in die Umgebung entlassen.

Der Verdichter 12 des Abgasturboladers 8 saugt durch einen Pfeil 14 dargestellte Frischluft an und verdichtet diese auf den für den normalen Fahrbetrieb vorgesehenen Ladedruck. Im normalen Fahrbetrieb wird die durch den Pfeil 16 gekennzeichnete verdichtete Ladeluft um den Kompressor 18 herumgeleitet und direkt der Verbrennungskraftmaschine 2 zugeführt.

Bei einer durch den Fahrer eingegebenen Anforderung für eine Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung wird die durch den Verdichter 12 verdichtete Luft dem Kompressor 18 zugeführt und durch diesen nachverdichtet, so dass der Verbrennungskraftmaschine 2 eine der erhöhten Kraftstoffeinspritzung entsprechende Ladeluftmenge zugeführt wird, und zwar in einem Maße, dass eine Partikelbildung weitgehend verhindert wird.

Mit den Pfeilen 20 bzw. 22 sind die möglichen Wege einer Abgasrückführung bezeichnet. Demnach kann ein Teil der Abgase (Pfeil 4) hinter der Verbrennungskraftmaschine 2 abgeführt und der verdichteten bzw. nachverdichteten Ladeluft beigemischt werden. Eine andere Möglichkeit ist, einen Teil der Abgase hinter dem Filter 10 abzuzweigen und der nicht verdichteten Ladeluft (Pfeil 14) beizumischen.

Fig. 2 zeigt eine Anordnung ähnlich der Fig. 1, wobei gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Anordnung gemäß der Fig. 2 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 1 im wesentlichen nur dadurch, dass der Kompressor 18' in der beispielsweise durch den Pfeil 14 angegebenen Strömungsrichtung der Ladeluft vor dem Verdichter 12 des Abgasturboladers 8 angeordnet ist. Die unverdichtete Ladeluft (Pfeil 14) wird im Normalbetrieb um den Kompressor 18' herumgeleitet und im Verdichter 12 des Abgasturboladers 8 auf den für den Normalbetrieb vorgesehenen Ladedruck verdichtet. Bei einer Anforderung für eine Leistungserhöhung bzw. Beschleunigung wird die unverdichtete Ladeluft (Pfeil 14) im Kompressor 18' vorverdichtet, im Verdichter 12 des Abgasturboladers 8 nachverdichtet und so dann der Verbrennungskraftmaschine 2 zugeführt.

Die Pfeile 20 und 22 bezeichnen wiederum mögliche Wege einer Abgasrückführung, wie in Verbindung mit der Fig. 1 bereits erläutert wurde.

Fig. 3 zeigt eine mehr ins einzelne gehende schematische Darstellung einer Verbrennungskraftmaschinenanordnung etwa gemäß der Fig. 1. Die Abgase der Verbrennungskraftmaschine 24 werden in einem Abgassammler 26 gesammelt und der Turbine 28 eines als Ganzes mit 30 bezeichneten Abgasturboladers zugeleitet, welche einen Verdichter 32 antreibt. Der Verdichter 32 saugt über einen Luftfilter 34 Frischluft an und verdichtet diese auf einen für den normalen Fahrbetrieb vorgesehenen Ladedruck. Die verdichtete Ladeluft wird in einem beispielsweise hinter dem Verdichter 32 angeordneten Ladeluftkühler 36 gekühlt und im normalen Fahrbetrieb über ein Bypassventil 38 der Verbrennungskraftmaschine 24 zugeführt.

Wenn der Fahrer beispielsweise über das Fahrpedal eine Anforderung für eine Leistungssteigerung bzw. eine Beschleunigung eingibt, wird das Bypassventil 38 geschlossen, und die vorverdichtete Luft wird über den Kompressor 40 geleitet und in diesem nachverdichtet, so dass der Verbrennungskraftmaschine 24 eine der erhöhten Kraftstoffeinspritzung entspre-

chende größere Ladeluftmenge zugeführt wird derart, dass eine Partikelbildung verhindert wird.

Der Kompressor 40 ist beispielsweise über einen Riementrieb 42 mit der Verbrennungskraftmaschine 24 koppelbar. Zu diesem Zweck ist der kompressorseitigen Riemenscheibe 44 eine mittels einer Regelvorrichtung ansteuerbare Magnetkupplung 46 zugeordnet, mittels derer der Kompressor 40 wahlweise an die Verbrennungskraftmaschine 24 angekoppelt bzw. von dieser abgekoppelt wird.

Mit 48 ist ein Ladeluftkühler bezeichnet, welcher alternativ oder zusätzlich zum Ladeluftkühler 36 vorgesehen sein kann.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung ähnlich der Fig. 3; gleiche Elemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 4 unterscheidet sich von der Fig. 3 wiederum nur darin, dass der Kompressor 40' in Strömungsrichtung der Ladeluft vor dem Verdichter 32 des Abgasturboladers 30 angeordnet ist.

Im normalen Fahrbetrieb wird die über den Luftfilter 34 angesaugte Frischluft über das Bypassventil 38 dem Verdichter 32 zugeleitet. Die im Verdichter 32 verdichtete Luft wird über den Ladeluftkühler 48 der Verbrennungskraftmaschine 24 zugeführt.

Im Falle einer Anforderung für eine Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung wird das Bypassventil 38 geschlossen, so dass die Frischluft im Kompressor 40' vorverdichtet und danach dem Verdichter 32 zugeleitet wird, in welchem sie nachverdichtet wird, so dass der Verbrennungskraftmaschine 24 eine der erhöhten Kraftstoffeinspritzung entsprechende größere Ladeluftmenge zugeführt und eine Partikelbildung verhindert wird.

Der Kompressor 40' ist wie im Beispiel der Fig. 3 über eine Magnetkupplung 46 wahlweise an die Verbrennungskraftmaschine 24 ankuppelbar bzw. von dieser abkuppelbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 2 Verbrennungskraftmaschine
- 4 Pfeil - Abgase
- 6 Turbine
- 8 Abgasturbolader
- 10 Filter
- 12 Verdichter
- 14 Pfeil -Frischlufte
- 16 Pfeil – Ladeluft
- 18, 18' Kompressor
- 20 Pfeil – Abgasrückföhrung
- 22 Pfeil – Abgasrückföhrung
- 24 Verbrennungskraftmaschine
- 26 Abgassammler
- 28 Turbine
- 30 Abgasturbolader
- 32 Verdichter
- 34 Luftfilter
- 36 Ladeluftköhler
- 38 Bypassventil
- 40, 40' Kompressor
- 42 Riementrieb
- 44 Riemenscheibe
- 46 Magnetkupplung
- 48 Ladeluftköhler

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader zur Luftaufladung und mit einem zusätzlichen Lader zum Einblasen von zusätzlicher Ladeluft während einer Phase der Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung der Verbrennungskraftmaschine, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zusätzliche Ladelufteinblasung mittels einer Regelvorrichtung weitgehend zeitgleich mit einer Erhöhung der Kraftstoff-Einspritzmenge so geregelt wird, dass ein Brutto-Luftverhältnis von λ (Lambda) = 1,1 nicht unterschritten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zusätzliche Ladelufteinblasung so geregelt wird, dass ein Bruttoluftverhältnis im Bereich von $\lambda \geq 1,2$ eingehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass in die Regelvorrichtung die Anforderung einer Leistungserhöhung oder Beschleunigung durch den Fahrer (Fahrpedalstellung) als eine Regelgröße eingegeben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der aktuelle Lambda-Wert ständig gemessen und/oder berechnet und als eine Regelgröße in die Regelvorrichtung eingegeben wird.
5. Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader und mit einem zusätzlichen Lader zum Einblasen von zusätzlicher Ladeluft während einer Phase der Leistungssteigerung bzw. Beschleunigung der Verbrennungskraftmaschine, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40, 40') mit der Verbrennungskraftmaschine (24) direkt mechanisch koppelbar ist.
6. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40, 40') mit der Verbrennungskraftmaschine (24) wahlweise koppelbar bzw. von dieser abkoppelbar ist.

7. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40, 40') mit der Verbrennungskraftmaschine (24) über eine Magnetkupplung (46) koppelbar ist.
8. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40, 40') in Reihe mit dem Verdichter (32) des Abgasturboladers (30) angeordnet ist.
9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40) in Strömungsrichtung der Ladeluft hinter dem Verdichter (32) angeordnet ist.
10. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40') in Strömungsrichtung der Ladeluft vor dem Verdichter (32) angeordnet ist.
11. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader ein Kompressor (40, 40') ist.
12. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Lader (Kompressor 40, 40') ein G-Lader ist.

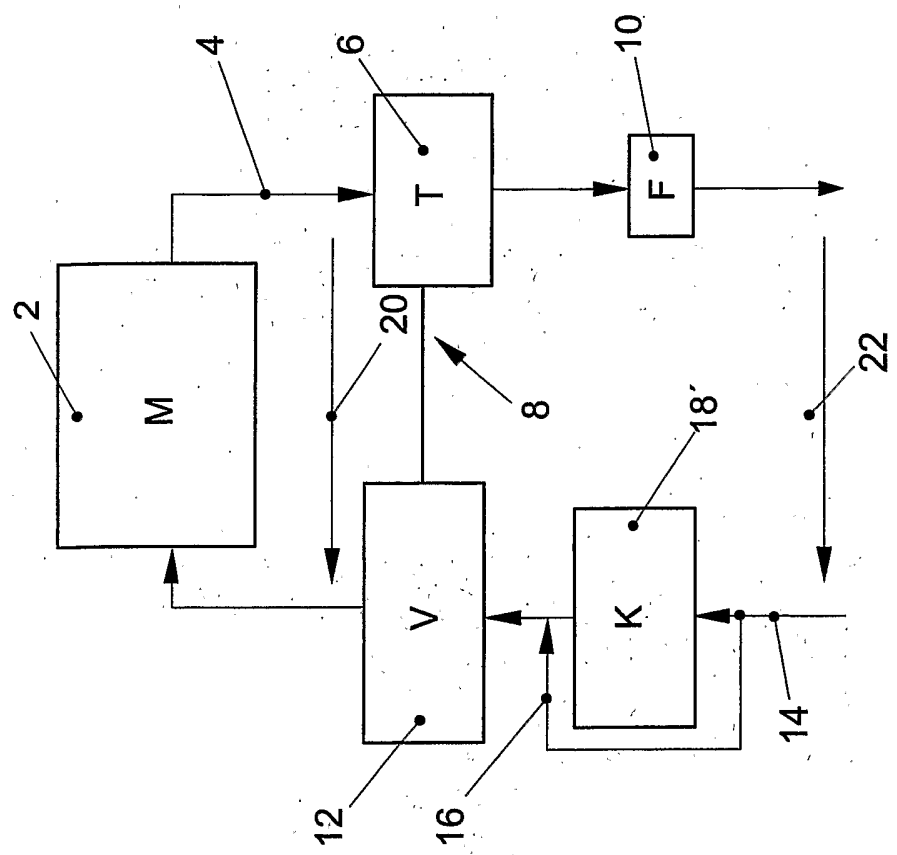


FIG. 2

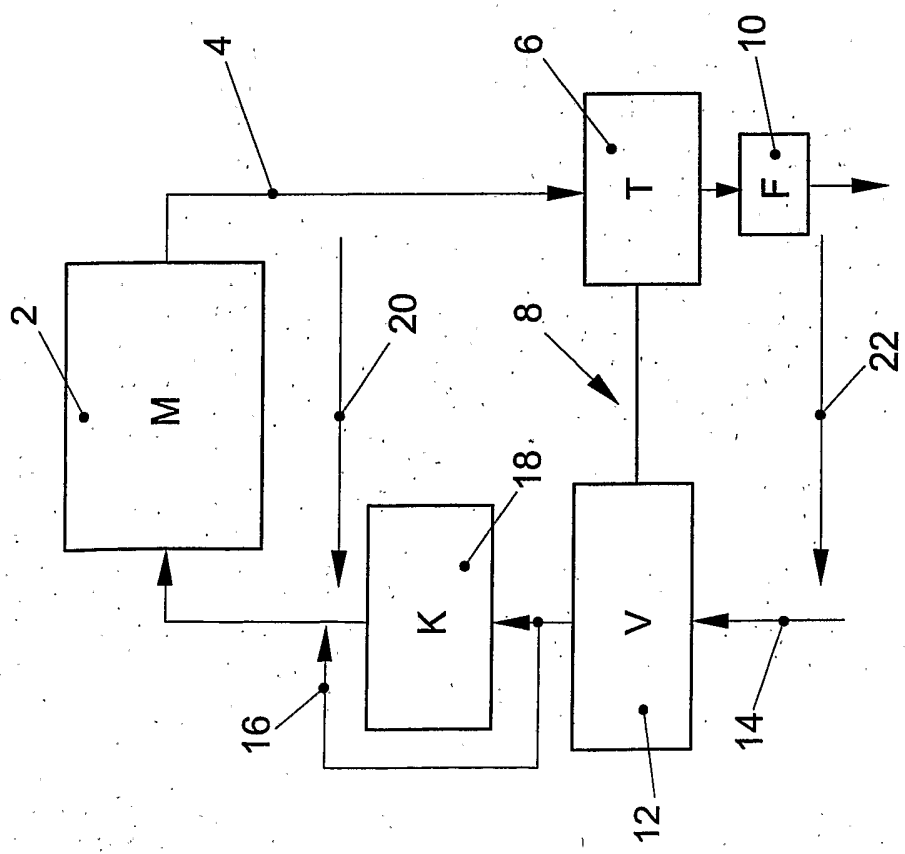


FIG. 1

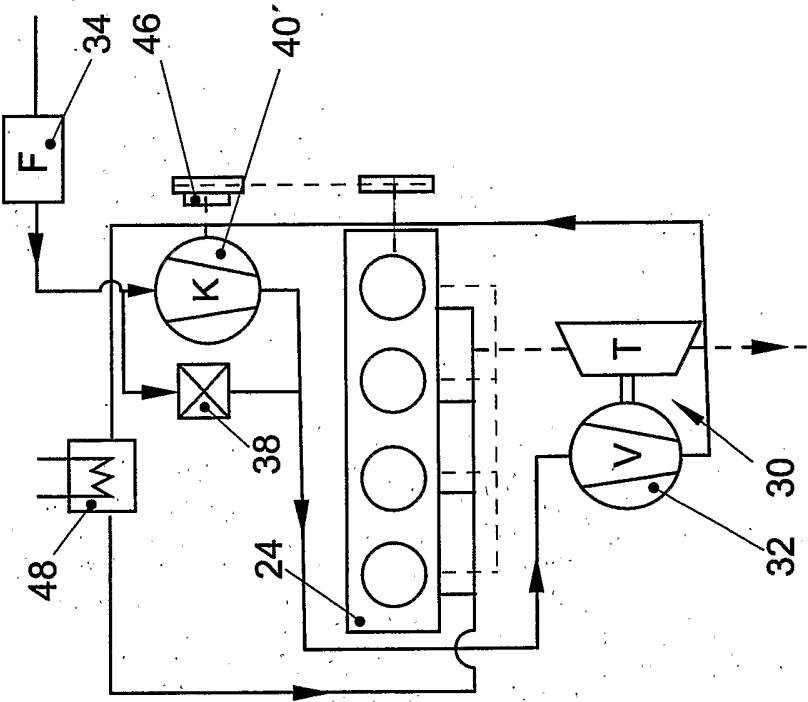


FIG. 4

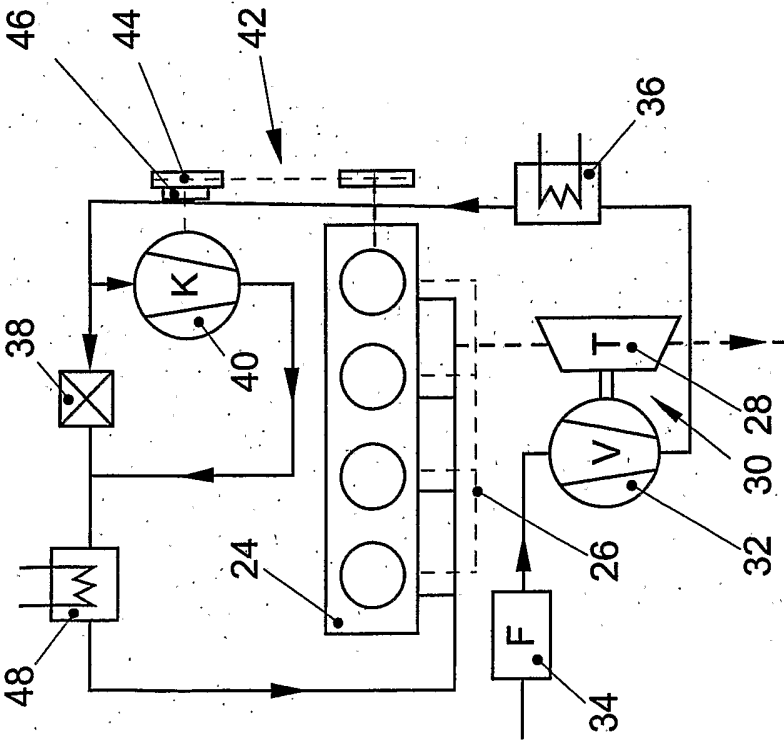


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte application No
PCT/EP2005/013179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/00 F02B37/04 F02D41/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 474 323 B1 (BECK NIEL LENANNES ET AL) 5 November 2002 (2002-11-05) figure 11 column 9, line 30 - column 11, line 46 -----	1-4
X	DE 32 05 721 A1 (VOLKSWAGENWERK AG) 25 August 1983 (1983-08-25) page 4, line 25 - page 5, line 28 page 6, lines 27-38 ----- -/--	1-3,5-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 April 2006

Date of mailing of the international search report

12/04/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte application No
PC1/EP2005/013179

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCHMITZ T ET AL: "POTENTIALE EINER MECHANISCHEN ZUSATZAUFCHLADUNG FÜR NUTZFAHRZEUGMOTOREN" MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, VIEWEG VERLAG, WIESBADEN, DE, vol. 55, no. 5, 1 May 1994 (1994-05-01), pages 308-313, XP000439564 ISSN: 0024-8525 pages 309-312 figures 4,7	1,2,5-8, 10,11
X	DE 199 05 112 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH) 10 August 2000 (2000-08-10) column 1, lines 45-50 column 2, lines 29-33 column 3, lines 12-23	5,6,8,9, 11
X	FR 2 689 180 A (INSTITUT FRANCAIS PETROLE) 1 October 1993 (1993-10-01) page 2, line 22 - page 3, line 22	5-7,11
P,X, L	EP 1 489 289 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 22 December 2004 (2004-12-22) Priority paragraphs [0008] - [0012]; figure 1	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter application No
PCT/EP2005/013179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6474323	B1	05-11-2002	US 6354268 B1 12-03-2002
			US 6273076 B1 14-08-2001
DE 3205721	A1	25-08-1983	NONE
DE 19905112	A1	10-08-2000	WO 0047879 A1 17-08-2000
FR 2689180	A	01-10-1993	NONE
EP 1489289	A	22-12-2004	DE 10328100 A1 05-01-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intel s Aktenzeichen
PCI/EPZ005/013179

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F02D41/00 F02B37/04 F02D41/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D F02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 474 323 B1 (BECK NIEL LENANNES ET AL) 5. November 2002 (2002-11-05) Abbildung 11 Spalte 9, Zeile 30 - Spalte 11, Zeile 46 -----	1-4
X	DE 32 05 721 A1 (VOLKSWAGENWERK AG) 25. August 1983 (1983-08-25) Seite 4, Zeile 25 - Seite 5, Zeile 28 Seite 6, Zeilen 27-38 ----- -/--	1-3,5-12

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 3. April 2006	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12/04/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Röttger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter : Aktenzeichen
PC1/Erz005/013179

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SCHMITZ T ET AL: "POTENTIALE EINER MECHANISCHEN ZUSATZAUF Ladung FÜR NUTZFAHRZEUGMOTOREN" MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, VIEWEG VERLAG, WIESBADEN, DE, Bd. 55, Nr. 5, 1. Mai 1994 (1994-05-01), Seiten 308-313, XP000439564 ISSN: 0024-8525 Seiten 309-312 Abbildungen 4,7	1,2,5-8, 10,11
X	DE 199 05 112 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH) 10. August 2000 (2000-08-10) Spalte 1, Zeilen 45-50 Spalte 2, Zeilen 29-33 Spalte 3, Zeilen 12-23	5,6,8,9, 11
X	FR 2 689 180 A (INSTITUT FRANCAIS PETROLE) 1. Oktober 1993 (1993-10-01) Seite 2, Zeile 22 - Seite 3, Zeile 22	5-7,11
P,X, L	EP 1 489 289 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 22. Dezember 2004 (2004-12-22) Priority Absätze [0008] - [0012]; Abbildung 1	1-3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inten

Aktenzeichen

PC1/EP2005/013179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6474323	B1	05-11-2002	US	6354268 B1	12-03-2002
			US	6273076 B1	14-08-2001
DE 3205721	A1	25-08-1983	KEINE		
DE 19905112	A1	10-08-2000	WO	0047879 A1	17-08-2000
FR 2689180	A	01-10-1993	KEINE		
EP 1489289	A	22-12-2004	DE	10328100 A1	05-01-2005