

(19)



(11)

EP 3 211 192 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
F01N 13/00 (2010.01) **F01N 3/023** (2006.01)
F01N 3/22 (2006.01) **F01N 3/32** (2006.01)
F01N 3/36 (2006.01) **F01N 3/021** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17157649.9**

(22) Anmeldetag: **23.02.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT**
38440 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:
 • **Paulovsky, Markus**
38448 Wolfsburg (DE)
 • **Schulze, Ines**
39340 Haldensleben (DE)
 • **Erfurt, Jakob**
38442 Wolfsburg (DE)
 • **Theobald, Jörg**
38165 Lehre (DE)

(30) Priorität: **29.02.2016 DE 102016203284**
13.05.2016 DE 102016208289

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM FREMDGEZÜNDETEN VERBRENNUNGSMOTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DERARTIGEN BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine umfasst einen fremdgezündeten Verbrennungsmotor, einen Frischgasstrang, eine Abgasanlage mit wenigstens einer ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung und wenigstens einer zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung, welche stromab der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung angeordnet ist. Des Weiteren umfasst die Brennkraftmaschine eine Sekundärluftleitung mit einer Sekundärluft-

pumpe, welche vom Frischgasstrang abzweigt, wobei die Sekundärluftleitung einen ersten Zweig aufweist, welcher stromauf der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung in die Abgasanlage mündet, und einen zweiten Zweig aufweist, welcher stromab der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung und stromauf des Partikelfilters in die Abgasanlage mündet. Über die Sekundärluftleitung kann Sekundärluft der ersten und/oder der zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung zugeführt werden.

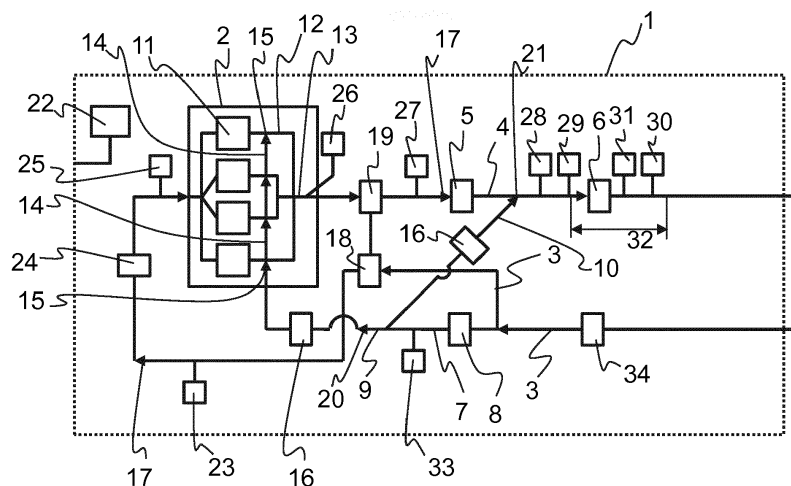


Fig. 1

EP 3 211 192 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, bevorzugt eine aufladbare Brennkraftmaschine mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor, mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, bevorzugt einer aufladbaren Brennkraftmaschine mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor, mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

[0002] Bei Verbrennungsprozessen in einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, bevorzugt verwendet als Traktionsmaschine eines Fahrzeugs, entstehen Rußpartikel, welche von einem in der Abgasanlage der Brennkraftmaschine angeordneten Partikelfilter, insbesondere Ottopartikelfilter, im Fahrbetrieb aus dem Abgas abgesondert werden. Damit der Abgasgegendruck vor dem Partikelfilter nicht zu weit ansteigt, wird der Partikelfilter kontinuierlich oder periodisch regeneriert, das heißt, die Rußbelastung des Partikelfilters wird reduziert, indem Reaktionsbedingungen für eine thermische Oxidation des Rußes mit Sauerstoff geschaffen werden. Zu diesem Zweck ist eine ausreichend hohe Temperatur im Partikelfilter bei gleichzeitigem Angebot von Sauerstoff im Abgas notwendig.

[0003] Da moderne fremdgezündete Brennkraftmaschinen regelmäßig ohne Sauerstoffüberschuss betrieben werden - Lambda gleich 1, stöchiometrisch beziehungsweise gute Wirkungsgrade aufweisen, ist eine gesonderte Vorgehensweise für die Regeneration erforderlich. Handelt es sich bei der Brennkraftmaschine um eine Traktionsmaschine eines Fahrzeugs wird das mittels eines speziellen Fahrzyklus erreicht. Zur Regeneration wird eine Temperatur von mehr als 500 Grad Celsius im Partikelfilter benötigt, deren Darstellung insbesondere bei einer Anordnung des Partikelfilters in einem Abschnitt der Abgasanlage im Unterboden des Fahrzeugs, also mit relativ großem Abstand zum Verbrennungsmotor der Brennkraftmaschine, eine große Herausforderung darstellt.

[0004] Um Sauerstoff in die Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem 3-Wege-Katalysator und einem Hilfskatalysator zu bringen, ist es zum Beispiel aus dem Dokument US 4,192,141 zum Zweck der Abgasreinigung bekannt, die Reduzierungs- und Oxidierungsbedingungen zu steuern, indem Sekundärluft jeweils stromauf der Katalysatoren in Funktion der Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine dem Abgas in der Abgasanlage zugeführt wird.

[0005] Um Sauerstoff in die Abgasanlage mit Partikelfilter einer mittels eines Abgasturboladers aufladbaren fremdgezündeten Brennkraftmaschine einzubringen, ist es zum Beispiel im Dokument DE 10 2011 118 337 A1 beschrieben, unmittelbar vor dem Partikelfilter einen Teil der Ladeluft einzubringen. Zu diesem Zweck ist eine aus der Ladeluftleitung stromab des Verdichters abzweigen-

de schaltbare Luftleitung vorgesehen, welche stromab der Turbine und gegebenenfalls stromab von Katalysatorelementen in die Abgasanlage mündet, so dass bei ausreichendem Ladedruck in der Ladeluftleitung ein Teil der Ladeluft direkt in die Abgasanlage gelangt. Der Strom durch die Luftleitung kann variabel steuerbar, insbesondere absperrrbar, mittels eines Ventils sein.

[0006] Aus dem Dokument DE 10 2013 001 319 A1 geht hervor, eine Brennkraftmaschine mit einer Abgasablage, einer ersten Sekundärluftleitung und einer zweiten Sekundärluftleitung zu betreiben, wobei wechselweise ausgehend von derselben Druckluftquelle entweder durch die erste Sekundärluftleitung oder durch die zweite Sekundärluftleitung der Abgasanlage Sekundärluft zugeführt wird. Die erste Sekundärluftleitung mündet an mehreren Stellen in einen Abgaskrümmer, wobei jeweils eine Stelle in einer Einzelabgasleitung stromabwärts von einer Brennkammer der Brennkraftmaschine und stromaufwärts einer Abgassammelkammer des Abgaskrümmer liegt. Die zweite Sekundärluftleitung mündet dabei stromabwärts der ersten Sekundärluftleitung ebenfalls in den Abgaskrümmer, ggf. in eine Abgassammelkammer im Abgaskrümmer. Die Bereitstellung einer weiteren Sekundärluftleitung dient hier der Erhöhung des Wirkungsgrads der Reaktion der Sekundärluft mit dem nicht verbrannten Kraftstoff in einem Katalysator.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit fremdgezündeten Verbrennungsmotor an einer Mehrzahl gewünschter Stellen mit Sekundärluft zu versorgen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und/oder durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 9 gelöst.

[0009] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine weist einen fremdgezündeten Verbrennungsmotor, insbesondere einen mit Zündfunken fremdgezündeten Verbrennungsmotor, einen Frischgasstrang, eine Abgasanlage mit wenigstens einer ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung und wenigstens einer zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung, insbesondere einem Partikelfilter, welcher stromab der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung angeordnet ist, auf. Des Weiteren umfasst die Brennkraftmaschine eine Sekundärluftleitung mit einer Sekundärluftpumpe, welche vom Frischgasstrang abzweigt, wobei die Sekundärluftleitung einen ersten Zweig aufweist, welcher stromauf der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung in die Abgasanlage mündet, und einen zweiten Zweig aufweist, welcher stromab der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung und stromauf des Partikelfilters in die Abgasanlage mündet.

[0010] Die Sekundärluftpumpe kann eine drehzahlvariabel gesteuert und/oder geregelt betreibbare Sekundärluftpumpe sein. Die Sekundärluftpumpe kann beispielsweise mittels eines Elektromotors drehzahlvariabel angetrieben sein. Der Elektromotor ist bevorzugt durch einen Mikrocontroller gesteuert, welcher in Wirk-

und/oder Signalverbindung zu einem Motorsteuergerät der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine steht.

[0011] Gemäß einer ersten Ausgestaltung weist die Abgasanlage unmittelbar stromabwärts einer Mehrzahl von Brennkammern des Verbrennungsmotors eine Mehrzahl von Teilabgasleitungen auf, die weiter stromabwärts zumindest teilweise zu mindestens einer Abgassammelleitung zusammengeführt werden, wobei der erste Zweig der Sekundärluftleitung sich in mehrere Teilzweige aufteilt und jeder Teilzweig an einem ersten Auslass des Teilzweiges in eine Teilabgasleitung einmündet.

[0012] Bevorzugt ist die wenigstens eine Abgasbehandlungsvorrichtung stromabwärts des ersten Auslasses in der Teilabgasleitung angeordnet.

[0013] Gemäß einer zweiten Ausgestaltung weist die Abgasanlage unmittelbar stromabwärts einer Mehrzahl von Brennkammern des Verbrennungsmotors eine Mehrzahl von Teilabgasleitungen auf, die weiter stromabwärts zu einer Abgassammelleitung zusammengeführt werden, wobei der erste Zweig der Sekundärluftleitung an einem ersten Auslass des ersten Zweigs in die Abgassammelleitung einmündet.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist die Sekundärluftleitung zumindest ein Ventil zur Weiterleitung eines durch die Sekundärluftleitung geförderten Volumenstroms durch den ersten Zweig und/oder durch den zweiten Zweig auf.

[0015] Bevorzugt ist jeweils ein Ventil in dem ersten Zweig und in dem zweiten Zweig angeordnet.

[0016] Insbesondere zweigt die Sekundärluftleitung stromaufwärts eines in dem Frischgasstrang angeordneten Verdichters von dem Frischgasstrang ab. Alternativ zweigt die Sekundärluftleitung stromabwärts des Verdichters vom Frischgasstrang ab.

[0017] Insbesondere ist zumindest der Partikelfilter stromabwärts einer in der Abgasanlage angeordneten Turbine in der Abgasanlage angeordnet.

[0018] Bevorzugt ist die Brennkraftmaschine eine aufladbare Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Verdichter im Frischgasstrang und wenigstens einer Turbine in der Abgasanlage. Bevorzugt zweigt die Sekundärluftleitung vor dem Verdichter (stromaufwärts des Verdichters) ab. Bevorzugt mündet der erste Zweig stromauf(-wärts) der Turbine in die Abgasanlage und der zweite Zweig stromab(-wärts) der Turbine in die Abgasanlage. Alternativ oder darüber hinaus kann die Brennkraftmaschine in bestimmten Ausführungsformen auch mittels eines mechanischen oder elektrischen Verdichters aufladbar sein. Die Abgasanlage kann darüber hinaus eine Turbine einer anderen Baugruppe aufweisen, zum Beispiel für die Energierückgewinnung.

[0019] Im Zusammenhang der Erfindung steht auch ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor, insbesondere einem mit Zündfunken fremdgezündeten Verbrennungsmotor, einem Frischgasstrang, einer Abgasanlage mit wenigstens einer ersten Abgasnachbehand-

lungsvorrichtung und wenigstens einer zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung, insbesondere einem Partikelfilter, welcher stromab(-wärts) der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung angeordnet ist, und einer Sekundärluftleitung mit einer Sekundärluftpumpe, welche vom Frischgasstrang abzweigt. Im erfindungsgemäßen Verfahren wird Sekundärluft stromauf(-wärts) der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung in die Abgasanlage eingeleitet und Sekundärluft stromab(-wärts) der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung und stromauf(-wärts) des Partikelfilters in die Abgasanlage eingeleitet.

[0020] Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens weist die Sekundärluftleitung einen ersten Zweig auf, welcher stromauf der Abgasnachbehandlungsvorrichtung an einem ersten Auslass des ersten Zweigs in die Abgasanlage mündet, und einen zweiten Zweig, welcher stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung und stromauf des Partikelfilters an einem zweiten Auslass des zweiten Zweigs in die Abgasanlage mündet, wobei die Sekundärluftleitung zumindest ein Ventil aufweist, das zur Weiterleitung eines durch die Sekundärluftleitung geförderten Volumenstroms

- a) durch nur den ersten Zweig oder durch nur den zweiten Zweig schaltbar ist oder
- b) durch den ersten Zweig und durch den zweiten Zweig in einstellbaren Anteilen regelbar ist.

[0021] Insbesondere ist das Verfahren zum Betrieb der hier vorgeschlagenen Brennkraftmaschine geeignet.

[0022] Die Ausführungen zu der Brennkraftmaschine können zur weiteren Charakterisierung des Verfahrens herangezogen werden und umgekehrt.

[0023] Im Fall einer aufladbaren Brennkraftmaschine, insbesondere mit den oben beschriebenen strukturellen Merkmalen, wird die aufladbare Brennkraftmaschine mittels des Verdichters aufgeladen.

[0024] Insbesondere verzweigt sich die Sekundärluftleitung in einen ersten Zweig und einen zweiten Zweig an einem Verzweigungspunkt. Die Sekundärluftpumpe liegt in der Sekundärluftleitung zwischen dem Abzweig vom Frischgasstrang und dem Verzweigungspunkt. Der erste und der zweite Zweig sind bevorzugt fluiddicht verschließbar. In einer ersten Gruppe von Ausführungsformen befindet sich am Verzweigungspunkt ein 3-Wege-Ventil, so dass Sekundärluft in Abhängigkeit der Ventilstellung entweder vom Abzweig durch den ersten Zweig zur Abgasanlage oder vom Abzweig durch den zweiten Zweig zur Abgasanlage gelangen kann. In einer zweiten Gruppe von Ausführungsformen befindet sich im ersten und im zweiten Zweig jeweils ein 2-Wege-Ventil, mit welchem der jeweilige Zweig der Sekundärluftleitung verschließbar ist.

[0025] Bevorzugt ist jedes der Ventile auch in Zwischenstellungen betreibbar, so dass sich einstellbare Anteile des durch die Sekundärluftleitung geförderten Volumenstroms durch den ersten Zweig und durch den

zweiten Zweig (also auch gleichzeitig) fördern lassen.

[0026] Die Brennkraftmaschine wird bevorzugt in einem Otto-Verfahren oder einem Otto-Miller-Verfahren, insbesondere mit Zündfunken fremdgezündet, betrieben. Die Zündfunken können durch Laserlicht oder bevorzugt durch elektrische Entladung erzeugt werden. Die Brennkraftmaschine wird bevorzugt stöchiometrisch betrieben. Die Brennkraftmaschine ist bevorzugt eine Hubkolben-Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine kann über eine Direkteinspritzung von Kraftstoff in die Brennkammern des Verbrennungsmotors oder über eine Saugrohreinjection von Kraftstoff in ein Saugrohr, bevorzugt an einer Mehrzahl von Stellen (MPI) verfügen.

[0027] Mit der Erfindung ist es vorteilhaft möglich, bedarfsgerecht Sekundärluft an eine Mehrzahl, insbesondere an zwei gewünschte Stellen in die Abgasanlage einzubringen. Vorteilhaft, insbesondere hinsichtlich des notwendigen Bauraums und/oder der Kosten, ist, dass nur eine Sekundärluftpumpe gemeinsam eingesetzt wird, die also für beide Zweige der Sekundärluftleitung genutzt wird.

[0028] Befindet sich stromab der ersten Mündung (erster Auslass) eine erste Abgasbehandlungsvorrichtung (die Abgasnachbehandlungsvorrichtung), kann die eingebrachte Sekundärluft zur exothermen Reaktion mit Abgasbestandteilen genutzt werden, so dass die erste Abgasbehandlungsvorrichtung erwärmt werden kann. Beispielsweise kann auf diese Weise in einer konkreten Ausgestaltung eine erste Katalysatorstufe, insbesondere ein 3-Wege-Katalysator, geheizt werden. Befindet sich stromab der ersten Mündung eine zweite Abgasbehandlungsvorrichtung (der Partikelfilter), welche eine Speicherfunktion für bestimmte Abgasbestandteile aufweist, kann die eingebrachte Sekundärluft zur exothermen Reaktion mit den bestimmten Abgasbestandteilen genutzt werden, so dass die zweite Abgasbehandlungsvorrichtung entladen oder regeneriert werden kann. Beispielsweise kann auf diese Weise in einer konkreten Ausgestaltung ein Ottopartikelfilter regeneriert werden.

[0029] Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine weist bevorzugt eine Steuereinheit auf, die derart ausgebildet ist, dass durch diese ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis und/oder ein oder mehrere Zündwinkel und/oder ein oder mehrere Einspritzzeitpunkte des fremdgezündeten Verbrennungsmotors steuerbar oder regelbar sind. Bevorzugt wird die Steuerung oder Regelung derart vorgenommen, dass in der Abgasanlage nach der Beimischung der Ladeluft über die Sekundärluftleitung ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luft-Verhältnis erreicht wird.

[0030] Im Unterschied zu einem selbstzündenden Verbrennungsmotor, insbesondere einem Dieselmotor, wird bei einer erfindungsgemäßen aufladbaren Brennkraftmaschine der Saugrohrdruck/Ladedruck, insbesondere zum Ausgleich des schlechteren Wirkungsgrades bei der Regeneration, und/oder ein Luftmassenstrom im Saugrohr erhöht. Zusätzlich wird noch der Abgasmassenstrom durch den über die Sekundärluftleitung eingeleiteten Teil der Ladeluft erhöht. Bei einem selbstzündenden

Verbrennungsmotor werden der Ladedruck und der Luftmassenstrom in der Regenerationsphase abgesenkt.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Brennkraftmaschine, insbesondere während der Regeneration des Partikelfilters, in einem Betriebspunkt mit Teillast und/oder mit einem unterstöchiometrischen Kraftstoff-Luft-Verhältnis betrieben.

[0032] Es ist besonders zweckmäßig im erfindungsgemäßen Verfahren, die Temperatur in der Abgasanlage am Partikelfilter auf einen Wert größer als 500 Grad Celsius, insbesondere 560 Grad Celsius, und kleiner als 1100 Grad Celsius, bevorzugt größer als 580 Grad Celsius und kleiner als 1000 Grad Celsius, zu erhöhen. Die Temperatur der Abgasanlage kann gesteuert, optional geregelt sein. Die Steuerung beziehungsweise die Regelung kann vom Motorsteuergerät ausgeführt werden. Sie kann auf einem Modell der Temperatur in der Abgasanlage und/oder einer oder mehrerer Messungen an verschiedenen Stellen in der Abgasanlage beruhen.

[0033] Des Weiteren oder alternativ dazu ist es bevorzugt im erfindungsgemäßen Verfahren einen oder mehrere Zündwinkel und/oder einen oder mehrere Einspritzzeitpunkte, im Vergleich zum Betrieb am gleichen Betriebspunkt ohne Sekundärluftzufuhr, nach spät zu verstellen. Mit anderen Worten, ein oder mehrere Zündwinkel und/oder ein oder mehrere Einspritzzeitpunkte können, im Vergleich zum Betrieb am gleichen Betriebspunkt ohne Sekundärluftzufuhr, nach spät verstellt sein.

[0034] Besonders vorteilhaft und zielführend bei erfindungsgemäßen aufgeladenen Brennkraftmaschinen ist es, im erfindungsgemäßen Verfahren einen Ladedruck und/oder einen Luftmassenstrom zum fremdgezündeten Verbrennungsmotor zu erhöhen. Auf diese Weise kann der Wirkungsgrad des Verdichters optimiert werden.

[0035] Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine kann eine mit Benzin als Kraftstoff betriebene Brennkraftmaschine sein. Alternativ dazu kann die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine eine mit Gas, bevorzugt Methanogas oder CNG, als Kraftstoff betriebene Brennkraftmaschine sein. In einer Gruppe von Ausführungsformen handelt es sich um eine bivalent, insbesondere wechselweise, mit den Kraftstoffen Benzin und Gas betreibbare Brennkraftmaschine. Bei einer bivalenten Brennkraftmaschine wird bevorzugt das Benzin direkt in die Brennkammern eingespritzt und das Gas an mehreren Stellen in das Saugrohr eingeblasen (MPI-Einblasung).

[0036] Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine Teil eines Antriebsaggregats eines Fahrzeugs, insbesondere eines gleislosen Landfahrzeugs. Insbesondere kann sie die einzige Antriebsquelle oder aber Teil eines Hybridantriebs sein, zum Beispiel in Kombination mit einer oder mehrerer Elektromaschinen. Bevorzugt handelt es sich bei dem Fahrzeug um einen Personenkraftwagen oder ein Nutzfahrzeug, wobei ein Partikelfilter in einem Unterboden des Fahrzeugs angeordnet ist. Der Partikelfilter ist bevorzugt mit anderen Worten motorfern, das heißt nicht im Motorraum, insbesondere

nicht am Motor, angeordnet, sondern z. B. in einem Abstand von mindestens 75 cm [Zentimeter] zu den Brennkammern der Verbrennungskraftmaschine. Einer der Vorteile bei einer Anordnung des Partikelfilters im Unterboden ist das Erreichen eines möglichst geringen Abgasgegendrucks für den Verbrennungsmotor. Darüber hinaus steht grundsätzlich mehr Bauraum für den Partikelfilter zur Verfügung. Dieser kann für ein größeres Package im Vergleich zum Einbau zwischen Unterboden und Brennkammern des Verbrennungsmotors, also einem motornahen Einbau, genutzt werden. Durch die Anpassung auf einen größeren Bauraum kann auch ein vorteilhafter geringerer Volumenstrom im Partikelfilter erreicht werden. Für einen motorfernen Partikelfilter ermöglicht die Erfindung, die Sauerstoffkonzentration zu dessen Regeneration bereitzustellen.

[0037] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Gegenstände. Es zeigen:

Fig. 1: eine Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine;

Fig. 2: eine Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine.

[0038] Die Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Brennkraftmaschine 1, welche mittels einer aus einer Abgasturbine 19 und einem Verdichter 18 bestehenden Aufladegruppe (Abgasturbolader) aufladbar ist. Eine nicht aufladbare Brennkraftmaschine 1, eine Saug-Brennkraftmaschine, kann bis auf die dann fehlende Aufladegruppe dieselbe Topologie wie in der Figur 1 gezeigt aufweisen. Die Brennkraftmaschine 1 ist in dieser Ausführungsform eine Traktionsmaschine eines gleislosen Landfahrzeugs und somit in das Landfahrzeug integriert.

[0039] Die in der Figur 1 dargestellte Ausführungsform weist eine mit Zündfunken aus elektrischen Entladungen fremdgezündete Brennkraftmaschine 1 auf, welche mit einem Otto-Brennverfahren beziehungsweise Otto-Miller-Brennverfahren arbeitet. Der Verbrennungsmotor 2 ist eine Hubkolbenmaschine mit hier beispielhaft vier zylindrischen Brennkammern 11. Dem fremdgezündeten Verbrennungsmotor 2 wird Luft durch einen Frischgasstrang 3 zugeführt. Aus der Luft werden zunächst in einem Luftfilter 34 (Lufi) nicht gasförmige Verunreinigungen abgetrennt. Die Luft wird mittels eines Verdichters 18 der Aufladegruppe Abgasturbolader verdichtet. Sie passiert eine Drosselklappe 24 und gelangt in ein Saugrohr. Hier in der Figur 1 nicht zeichnerisch dargestellt, kann eine derartige Ausführungsform einen Ladeluftkühler, insbesondere einen saugrohrintegrierten Ladeluftkühler, aufweisen.

[0040] Aus den Brennkammern 11 wird Abgas in die Abgasanlage 4, zunächst in einen Abgaskrümmern ausgestoßen. Der Abgaskrümmern weist einzelne (Teil-)Abgasleitungen 12 auf, welche sich von den einzelnen Abgasventilen der vier Brennkammern 11 bis zu einer (Abgas-)Sammelleitung 13 erstrecken. Anders gesagt, der Abgaskrümmern vereint das über einzelne Fluten ausströmende Abgas zu einem gesamten Abgasstrom. Das Abgas wird in der Abgasanlage 4 zunächst über eine Turbine 19 der Aufladegruppe Abgasturbolader geführt, welche den Verdichter 18 antreibt. Das entspannte Abgas gelangt stromab der Turbine 19 in eine erste Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5, einen Katalysator, insbesondere einen Drei-Wege-Katalysator KAT. Die erste Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5 kann motornah, insbesondere am Motor oder im Motorraum angeordnet sein, damit die Wärme aus den Verbrennungen in den Brennkammern 11 zum Heizen der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5 genutzt werden kann.

[0041] Stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5 befindet sich eine zweite Abgasnachbehandlungsvorrichtung 6 mit einer Speicherfunktion, konkret bevorzugt für Rußpartikel, insbesondere ein Ottopartikelfilter 6 OPF. In dieser Ausführungsform ist die zweite Abgasnachbehandlungsvorrichtung im Unterboden des Landfahrzeugs angeordnet. Nach Passage des Ottopartikelfilters 6 gelangt das Abgas in die Umgebung der Brennkraftmaschine 1.

[0042] Erfindungsgemäß verfügt die in der Figur 1 gezeigte Ausführungsform über eine Sekundärluftleitung 7, welche stromauf des Verdichters 18 und stromab des Luftfilters 34 vom Frischgasstrang 3 abzweigt. Die Sekundärluftleitung 7 weist eine Sekundärluftpumpe 8 auf, deren Pumpenrad Luft durch die Sekundärluftleitung 7 zur Abgasanlage 4 fördert. Stromab der Sekundärluftpumpe 8 verzweigt sich die Sekundärluftleitung 7 in einen ersten Zweig 9 und in einen zweiten Zweig 10. Der erste Zweig 9 mündet stromauf der Turbine 19 in die Abgasanlage 4, während der zweite Zweig 10 stromab der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5 und stromauf der zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 6 in die Abgasanlage 4 mündet.

[0043] In der aufladbaren Brennkraftmaschine 1 kann der erste Zweig 9 der Sekundärluftleitung 7 in einen Abgaskrümmern der Abgasanlage 4 an einer oder mehreren Mündungsstellen (erste Auslässe 15) münden oder enden. Besonders bevorzugt ist der Abgaskrümmern im Zylinderkopf integriert. Falls es sich um einen im bestimmten Betriebspunkten der Brennkraftmaschine 1 gekühlten Abgaskrümmern handelt, ist es im Zusammenhang der Erfindung vorteilhaft, beim Einleiten von Sekundärluft in die Abgasanlage 4 die Kühlung des Abgases zu verringern oder ganz zu unterlassen. Ein Vorteil einer exothermen Reaktion möglichst weit stromauf in der Abgasanlage 4 besteht unter anderem darin, dass die Gefahr einer unkontrollierten Verbrennung des insbesondere fetten Abgases in empfindlichen Bauteilen der Abgasanlage 4, wie beispielsweise Katalysatoren, verringert, be-

vorzugt vermieden wird. Im Zusammenhang mit Turbinen 19 in der Abgasanlage 4 kann in vorteilhafter Weise zusätzliche Abgasenthalpie für die Turbine 19 bereitgestellt werden.

[0044] In der vorliegenden ersten Ausführungsform weist die Abgasanlage 4 unmittelbar stromabwärts einer Mehrzahl von Brennkammern 11 des Verbrennungsmotors 2 eine Mehrzahl von Teilabgasleitungen 12 auf, die weiter stromabwärts zu einer Abgassammelleitung 13 zusammengeführt werden, wobei der erste Zweig 9 der Sekundärluftleitung 7 sich in mehrere Teilzweige 14 aufteilt und jeder Teilzweig 14 an einem ersten Auslass 15 des Teilzweiges 14 in eine Teilabgasleitung 12 einmündet.

[0045] Sowohl im ersten Zweig 9 als auch im zweiten Zweig 10 der Sekundärluftleitung 7 befindet sich jeweils ein Sekundärluftventil (Ventil 16). Das jeweilige Sekundärluftventil 16 kann geöffnet oder geschlossen werden, so dass die Fluidverbindung in die Abgasanlage 4 unterbrochen oder hergestellt werden kann.

[0046] In der Figur 1 ist eine Reihe von entlang des Frischgasstrangs 3 und der Abgasanlage 4 angeordneten Messsensoren beziehungsweise in der Sekundärluftleitung 7 gezeigt. Diese stehen in Signal- und/oder Ansteuerungs- und/oder Wirkverbindung (nicht zeichnerisch dargestellt) mit einem Motorsteuergerät 22. Auf Grundlage einer Auswahl oder aller mittels der Messsensoren gemessenen Größen können Betriebszustände, Betriebszustandsparameter oder Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine 1 diagnostiziert werden. Alle oder eine Auswahl der gemessenen Größen können des Weiteren für die Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine 1 oder von Baugruppen/Teilen der Brennkraftmaschine 1 genutzt werden. Insbesondere können gemessene Größen für die Steuerung und/oder Regelung der Regeneration der zweiten Abgasnachbehandlungseinrichtung 6, insbesondere des Ottopartikelfilters 6, genutzt werden.

[0047] Im Frischgasstrang 3 befindet sich stromab des Verdichters 18 und stromauf der Drosselklappe 24 ein erster kombinierter Druck- und Temperatursensor 23. Stromab der Drosselklappe 24 und stromauf der Brennkammern 11 befindet sich ein zweiter kombinierter Druck- und Temperatursensor 25 im Frischgasstrang 3. In der Abgasanlage 4 stromab der Mündung (erste Auslässe 15) des ersten Zweigs 9 der Sekundärluftleitung 7 und stromauf der Turbine 19 befindet sich ein Drucksensor (dritter Sensor 26), ein so genannter p3-Sensor. Stromab der Turbine 19 und stromauf der ersten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 5 befindet sich eine erste lineare Lambda-Sonde 27 in der Abgasanlage 4. Stromab der Mündung (zweiter Auslass 21) des zweiten Zweigs 10 der Sekundärluftleitung 7 und stromauf der zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 6, insbesondere des Ottopartikelfilters 6, gibt es eine zweite lineare Lambda-Sonde 28 sowie einen (ersten) Temperatursensor 29 (T_v OPF). Stromab der zweiten Abgasnachbehandlungsvorrichtung 6, insbesondere des Otto-

partikelfilters 6, befinden sich eine Sprung-Lambda-Sonde (dritte Lambdasonde 30) sowie ein (zweiter) Temperatursensor 31 (T_n OPF) in der Abgasanlage 4.

[0048] Für den konkreten Fall, dass die zweite Abgasnachbehandlungsvorrichtung 6 ein (Otto-)Partikelfilter 6 ist, wird die Druckdifferenz/der Druckabfall p_{rel} nach OPF zwischen einem Punkt stromauf des Ottopartikelfilters 6 und einem anderen Punkt stromab des Ottopartikelfilters 6 gemessen. Dazu gelangt ein Differenzdrucksensor Δp_{OPF} -Sensor (vierter Sensor 32) zum Einsatz. Auf Basis der über den Partikelfilter 6 gemessenen Druckdifferenz kann insbesondere entschieden werden, ob eine Regeneration des Ottopartikelfilters 6 notwendig ist, und eine Regeneration eingeleitet werden.

[0049] In der Sekundärluftleitung 7 befindet sich stromab der Sekundärluftpumpe 8 und stromauf des Verzweigungspunkts in dem ersten und dem zweiten Zweig 9, 10 ein Drucksensor (fünfter Sensor 33).

[0050] Fig. 2 zeigt eine Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine 1. Auf die Ausführungen zu Fig. 1 wird verwiesen. Auch hier weist die Sekundärluftleitung 7 zwei Ventile 16 zur Weiterleitung eines durch die Sekundärluftleitung 7 geförderten Volumenstroms 17 durch den ersten Zweig 9 und/oder durch den zweiten Zweig 10 auf. Hier zweigt die Sekundärluftleitung 7 stromabwärts des Verdichters 18 von dem Frischgasstrang 3 ab. Der erste Zweig 9 mündet hier an einem einzigen ersten Auslass 15 in die Abgassammelleitung 13. Die Teilabgasleitungen 12 werden stromaufwärts des ersten Auslasses 15 zu einer Abgassammelleitung 13 zusammengeführt. Über den zweiten Zweig 10 wird Sekundärluft 20 stromaufwärts des Partikelfilters 6 und stromabwärts der Abgasbehandlungseinheit 5 in die Abgasanlage 4 befördert.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0051]

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Brennkraftmaschine |
| 2 | Verbrennungsmotor |
| 3 | Frischgasstrang |
| 4 | Abgasanlage |
| 5 | Abgasnachbehandlungsvorrichtung |
| 6 | Partikelfilter |
| 7 | Sekundärluftleitung |
| 8 | Sekundärluftpumpe |
| 9 | erster Zweig |
| 10 | zweiter Zweig |
| 11 | Brennkammer |
| 12 | Teilabgasleitung |
| 13 | Abgassammelleitung |
| 14 | Teilzweig |
| 15 | erster Auslass |
| 16 | Ventil |
| 17 | Volumenstrom |
| 18 | Verdichter |
| 19 | Turbine |

- 20 Sekundärluft
- 21 zweiter Auslass
- 22 Motorsteuergerät
- 23 erster Sensor
- 24 Drosselklappe 5
- 25 zweiter Sensor
- 26 dritter Sensor
- 27 erste Lambdasonde
- 28 zweite Lambdasonde
- 29 erster Temperatursensor 10
- 30 dritte Lambdasonde
- 31 zweiter Temperatursensor
- 32 vierter Sensor
- 33 fünfter Sensor
- 34 Luftfilter 15

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor (2), einem Frischgasstrang (3), einer Abgasanlage (4) mit wenigstens einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und wenigstens einem Partikelfilter (6), welcher stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) angeordnet ist, und einer Sekundärluftleitung (7) mit einer Sekundärluftpumpe (8), welche vom Frischgasstrang (3) abzweigt, wobei die Sekundärluftleitung (7) einen ersten Zweig (9) aufweist, welcher stromauf der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) in die Abgasanlage (4) mündet, und einen zweiten Zweig (10) aufweist, welcher stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und stromauf des Partikelfilters (6) in die Abgasanlage (4) mündet. 20
2. Brennkraftmaschine (1) nach Patentanspruch 1, wobei die Abgasanlage (4) unmittelbar stromabwärts einer Mehrzahl von Brennkammern (11) des Verbrennungsmotors (2) eine Mehrzahl von Teilabgasleitungen (12) aufweist, die weiter stromabwärts zumindest teilweise zu mindestens einer Abgassammelleitung (13) zusammengeführt werden, wobei der erste Zweig (9) der Sekundärluftleitung (7) sich in mehrere Teilzweige (14) aufteilt und jeder Teilzweig (14) an einem ersten Auslass (15) des Teilzweiges (14) in eine Teilabgasleitung (12) einmündet. 25
3. Brennkraftmaschine (1) nach Patentanspruch 2, wobei die wenigstens eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) stromabwärts des ersten Auslasses (15) in der Teilabgasleitung (12) angeordnet ist. 30
4. Brennkraftmaschine (1) nach Patentanspruch 1, wobei die Abgasanlage (4) unmittelbar stromabwärts einer Mehrzahl von Brennkammern (11) des Verbrennungsmotors (2) eine Mehrzahl von Teilabgasleitungen (12) aufweist, die weiter stromabwärts zu 35

einer Abgassammelleitung (13) zusammengeführt werden, wobei der erste Zweig (9) der Sekundärluftleitung (7) an einem ersten Auslass (15) des ersten Zweigs (9) in die Abgassammelleitung (13) einmündet.

5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Sekundärluftleitung (7) zumindest ein Ventil (16) zur Weiterleitung eines durch die Sekundärluftleitung (7) geförderten Volumenstroms (17) durch den ersten Zweig (9) und/oder durch den zweiten Zweig (10) aufweist. 40
6. Brennkraftmaschine (1) nach Patentanspruch 5, wobei jeweils ein Ventil (16) in dem ersten Zweig (9) und in dem zweiten Zweig (10) angeordnet ist. 45
7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Sekundärluftleitung (7) stromaufwärts eines in dem Frischgasstrang (3) angeordneten Verdichters (18) von dem Frischgasstrang (3) abzweigt. 50
8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei zumindest der Partikelfilter (6) stromabwärts einer in der Abgasanlage (4) angeordneten Turbine (19) in der Abgasanlage (4) angeordnet ist. 55
9. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor (2), einem Frischgasstrang (3), einer Abgasanlage (4) mit wenigstens einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und wenigstens einem Partikelfilter (6), welcher stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) angeordnet ist, und einer Sekundärluftleitung (7) mit einer Sekundärluftpumpe (8), welche vom Frischgasstrang (3) abzweigt, in welchem Sekundärluft (20) stromauf der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) in die Abgasanlage (4) eingeleitet wird und Sekundärluft (20) stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und stromauf des Partikelfilters (6) in die Abgasanlage (4) eingeleitet wird. 60
10. Verfahren nach Patentanspruch 9, wobei die Sekundärluftleitung (7) einen ersten Zweig (9) aufweist, welcher stromauf der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) an einem ersten Auslass (15) des ersten Zweigs (9) in die Abgasanlage (4) mündet, und einen zweiten Zweig (10) aufweist, welcher stromab der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und stromauf des Partikelfilters (6) an einem zweiten Auslass (21) des zweiten Zweigs (10) in die Abgasanlage (4) mündet, wobei die Sekundärluftleitung (7) zumindest ein Ventil (16) aufweist, das zur Weiterleitung eines durch die Sekundärluftleitung (7) geförderten Volumenstroms 65

a) durch nur den ersten Zweig (9) oder durch
nur den zweiten Zweig (10) schaltbar ist oder
b) durch den ersten Zweig (9) und durch den
zweiten Zweig (10) in einstellbaren Anteilen re-
gelbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

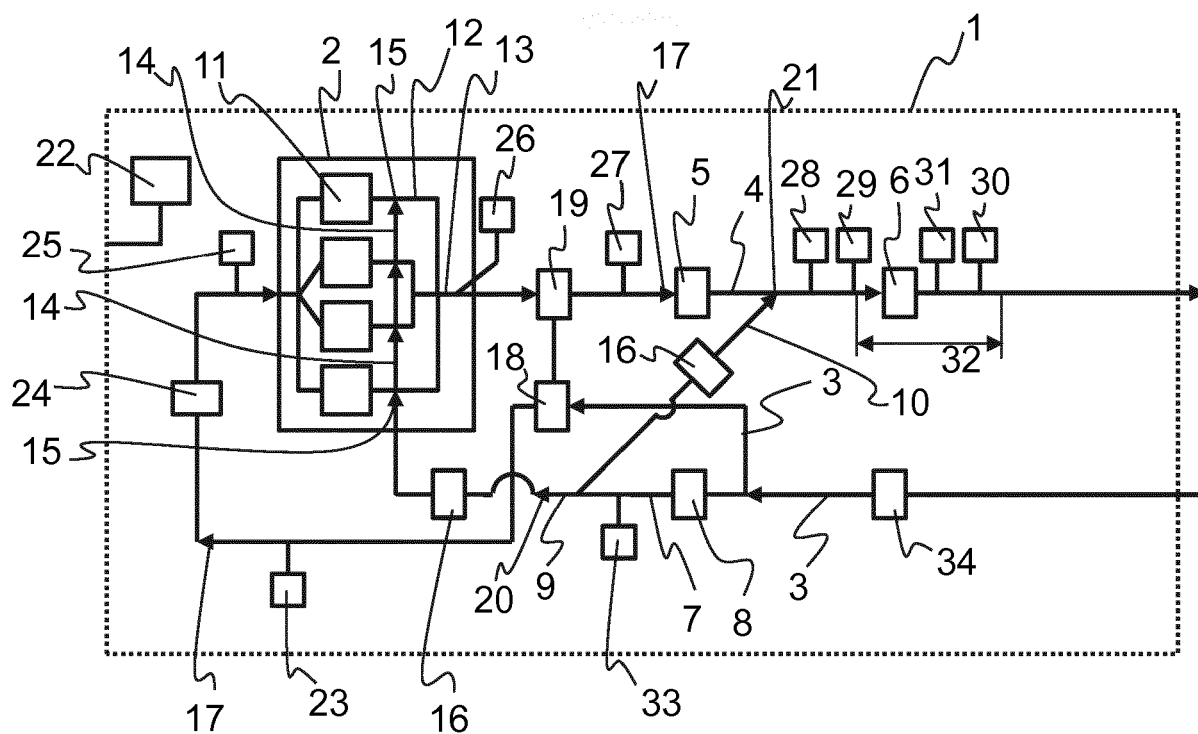


Fig. 1

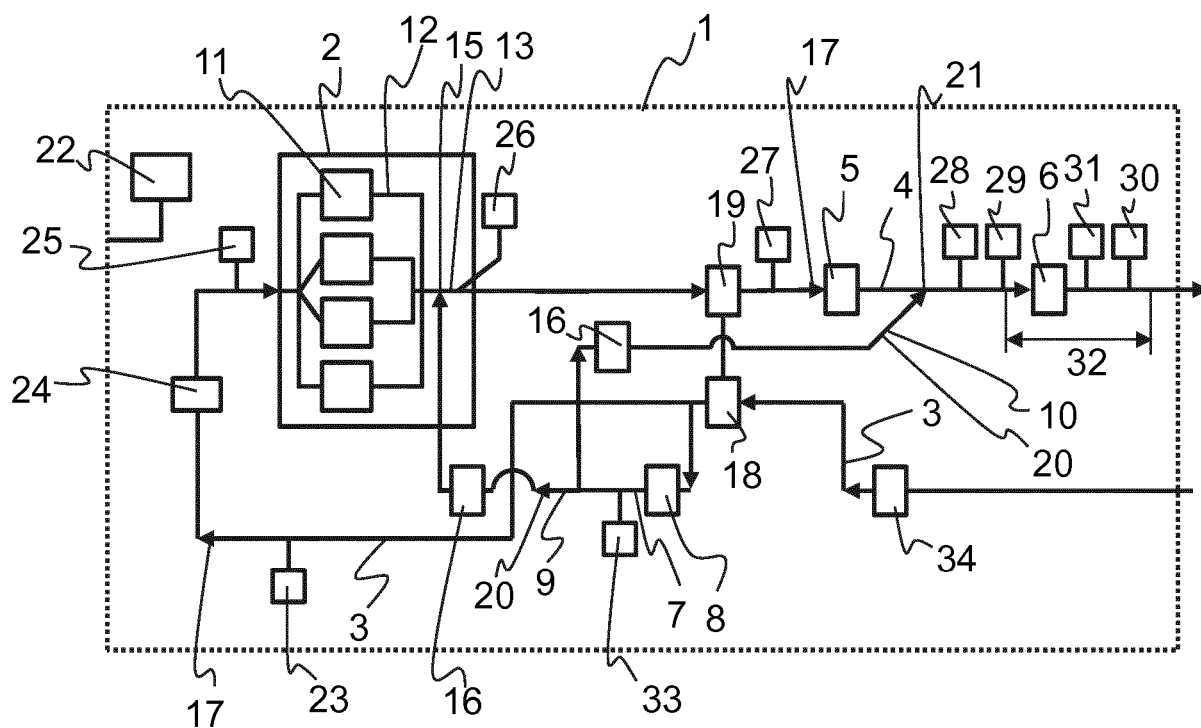


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 7649

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2011 118337 A1 (DAIMLER AG [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) * Abbildung 2 * * Seite 4, Absätze 20,22 * -----	1,4-10	INV. F01N13/00 F01N3/023 F01N3/22 F01N3/32 F01N3/36 F01N3/021
A,D	DE 10 2013 001319 A1 (AUDI AG [DE]) 31. Juli 2014 (2014-07-31) * Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1-10	
A	US 2012/000180 A1 (GONZE EUGENE V [US] ET AL) 5. Januar 2012 (2012-01-05) * Abbildung 1 * -----	1-10	
A	US 2011/219752 A1 (GONZE EUGENE V [US] ET AL) 15. September 2011 (2011-09-15) * Abbildung 1 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2017	Prüfer Harf, Julien
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 17 15 7649

5 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.

16-05-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102011118337 A1	16-05-2013	KEINE	

15	DE 102013001319 A1	31-07-2014	KEINE	

	US 2012000180 A1	05-01-2012	CN 102312701 A	11-01-2012
			DE 102011105601 A1	01-03-2012
			US 2012000180 A1	05-01-2012

20	US 2011219752 A1	15-09-2011	CN 102191981 A	21-09-2011
			DE 102011013401 A1	08-12-2011
			US 2011219752 A1	15-09-2011

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4192141 A [0004]
- DE 102011118337 A1 [0005]
- DE 102013001319 A1 [0006]