



(10) **DE 10 2015 200 090 A1** 2016.07.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 200 090.7**

(22) Anmeldetag: **07.01.2015**

(43) Offenlegungstag: **07.07.2016**

(51) Int Cl.: **F01N 11/00 (2006.01)**

F01N 3/30 (2006.01)

F01N 3/22 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Volkswagen Aktiengesellschaft, 38440 Wolfsburg,
DE**

(72) Erfinder:

**Weddig, Silke, 38114 Braunschweig, DE; Riechert,
Christian, 39179 Barleben, DE; Kirstein, Oliver,
Dr., 38442 Wolfsburg, DE; Starke, Ralf, 38442
Wolfsburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 195 00 761 A1

DE 10 2006 003 487 A1

DE 10 2006 020 596 A1

DE 10 2006 021 964 A1

DE 10 2008 005 959 A1

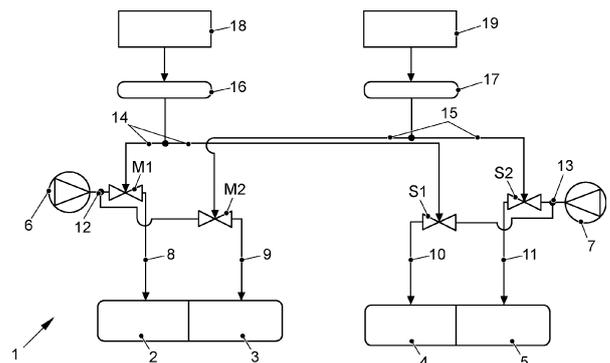
US 2006 / 0 218 901 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sekundärluftsystem und Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sekundärluftsystem (1) und ein Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit eines Sekundärluftsystems (1) eines Verbrennungsmotors, wobei mindestens ein Druck (21) zwischen mindestens einer Sekundärluftpumpe (6, 7) und mindestens zwei Sekundärluftventilen (M1, M2; S1, S2), nämlich mindestens einem ersten Sekundärluftventil (M1; S1) und mindestens einem zweiten Sekundärluftventil (M2; S2), gemessen wird, wobei die Sekundärluftventile (M1, M2; S1, S2) mit mindestens einer Ansteuerung (16, 17) angesteuert werden. Eine einfache und genaue Möglichkeit der Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems (1) ist dadurch bereitgestellt, dass ein erster Druck (21) zwischen einer ersten Sekundärluftpumpe (6) und einem ersten Master-Sekundärluftventil (M1) sowie einem zweiten Master-Sekundärluftventil (M2) gemessen wird, wobei ein zweiter Druck zwischen einer zweiten Sekundärluftpumpe (7) und einem ersten Slave-Sekundärluftventil (S1) und einem zweiten Slave-Sekundärluftventil (S2) gemessen wird, wobei das erste Master-Sekundärluftventil (M1) und das erste Slave-Sekundärluftventil (S1) gemeinsam angesteuert werden und das zweite Master-Sekundärluftventil (M2) und das zweite Slave-Sekundärluftventil (S2) gemeinsam angesteuert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sekundärluftsystem mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 3.

[0002] Die Schadstoffemissionen eines Verbrennungsmotors lassen sich durch katalytische Nachbehandlung mit Hilfe von Abgaskatalysatoren in Verbindung mit Lambdaregelungseinrichtungen wirksam verringern. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass neben der Lambdasonde der Lambdaregelungseinrichtung auch der Abgaskatalysator seine Anspringtemperatur erreicht hat. Eine Möglichkeit zur schnellen Aufheizung des Abgaskatalysators besteht darin, Sekundärluft stromabwärts der Auslassventile in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors einzublasen.

[0003] Verbrennungsmotoren können mehrere Gruppen von Zylindern aufweisen, wobei jeder Zylindergruppe eine Abgasbank zugeordnet ist. Das Abgas wird durch mehrere Abgasbänke voneinander getrennt geführt. Die Sekundärluft wird dabei den getrennten Abgasbänken zugeführt, was voneinander getrennte Sekundärluftleitungen mit separaten Sekundärluftventilen erfordert. Die Sekundärluft wird von einer Sekundärluftpumpe geliefert und hinter die Auslassventile der Brennkraftmaschine in das Abgas geführt. Die exotherme Reaktion der Sekundärluft mit unverbranntem Kraftstoff im heißen Abgas und dessen weitere Oxidation vor und im Abgaskatalysator führt zu einer beschleunigten Aufheizung des Abgaskatalysators auf seine Betriebstemperatur und damit zu einer Verringerung der Schadstoffemission in der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors.

[0004] Gesetzgeberische Forderungen sehen eine Überwachung des Sekundärluftsystems vor. Insbesondere muss überwacht werden, ob ein Mindestwert für den zugeführten Sekundärluftmassenstrom eingehalten wird. Es sollen nun Fehler in den getrennten Sekundärluftzuführungen als solche erkannt und der betroffenen Sekundärluftzuführung und insbesondere den defekten Bauteilen zugeordnet werden können.

[0005] Aus der gattungsbildenden DE 10 2006 021 964 A1 ist ein Sekundärluftsystem und ein Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems eines Verbrennungsmotors bekannt. Der Verbrennungsmotor weist zwei Zylinderbänke und entsprechend zwei Abgasbänke auf und ist als V-Motor ausgebildet. Es werden Werte eines Druckes erfasst, der sich im Sekundärluftsystem zwischen einer Sekundärluftpumpe und einem steuerbaren Sekundärluftventil bei ak-

tivierter Sekundärluftpumpe und geöffnetem Sekundärluftventil einstellt. Das Sekundärluftsystem weist eine Sekundärluftpumpe auf, wobei mit der Sekundärluftpumpe Sekundärluft durch zwei Sekundärluftleitungen zu beiden Abgasbänken leitbar ist, wobei den beiden Sekundärluftleitungen jeweils ein Sekundärluftventil zugeordnet ist. Die beiden Sekundärluftventile sind mittels eines Steuergerätes separat ansteuerbar, d.h. es sind im Steuergerät zwei Ansteuerungen vorhanden. Zwischen den beiden Sekundärluftventilen und der Sekundärluftpumpe ist im Sekundärluftsystem ein Drucksensor angeordnet. Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit erfolgt dadurch, dass eines der beiden Sekundärluftventile schließend angesteuert wird, während das andere der beiden Sekundärluftventile öffnend angesteuert wird. Die Beurteilung der Funktionsfähigkeit erfolgt hierbei für den Abschnitt des Sekundärluftsystems, in dem das öffnend angesteuerte Sekundärluftventil angeordnet ist. Anschließend kann die Ansteuerung der beiden Sekundärluftventile vertauscht werden, so dass das vorher schließend angesteuerte Sekundärluftventil nun öffnend angesteuert wird und das vorher öffnend angesteuerte Sekundärluftventil nun schließend angesteuert wird. Diese wechselseitige Ansteuerung beider Sekundärluftventile erlaubt eine Überprüfung der genannten Abschnitte und daher eine Fehlerlokalisierung mit einem Drucksensor. Ein Steuergerät ist dazu eingerichtet, den Ablauf eines Verfahrens zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems des Verbrennungsmotors zu steuern. Das Steuergerät ist dazu eingerichtet, vom Drucksensor bereitgestellte Werte des Druckes zu erfassen, die sich im Sekundärluftsystem zwischen der Sekundärluftpumpe und den Sekundärluftventilen einstellen. Es wird ein Maß für den Druck aus den erfassten Werten gebildet und mit einem Soll-Wert verglichen. Die Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems wird in Abhängigkeit von einem Ergebnis ist der Vergleich zu beurteilen.

[0006] Aus der DE 10 2006 020 596 A1 ist ein Sekundärluftsystem für einen Verbrennungsmotor und ein Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems bekannt.

[0007] Das Sekundärluftsystem weist zwei Leitungen zum Führen eines Sekundärluftstroms und zwei Sekundärluftventile auf, wobei die Leitungen in separate Abgasstränge münden. Mit den Sekundärluftventilen sind die durch die Ventilleitungen geführten Sekundärluftströme steuerbar. In den beiden Leitungen ist vor den Sekundärluftventilen jeweils ein Drucksensor vorgesehen. Ein von einer Sekundärluftpumpe erzeugter Sekundärluftstrom ist auf die zwei Ventilleitungen aufgeteilt. Von der Sekundärluftpumpe geförderte Sekundärluft wird durch eine Zuleitung von der Sekundärluftpumpe zu einer Verzweigungseinrichtung geführt. In der Verzweigungseinrichtung wird die Sekundärluft auf die zwei Leitun-

gen in gleiche Teile aufgeteilt und die entsprechenden Sekundärluftströme zu jeweils einem Sekundärluftventil geführt. Wenn das Sekundärluftventil geöffnet ist, dann strömt Sekundärluft durch das entsprechende Ventil in einen zugehörigen Abgasstrang, wobei die zwei Abgasstränge verschiedenen Zylinderbänken zugeordnet sind.

[0008] Das gattungsbildende Verfahren ist noch nicht optimal ausgebildet. Es erfolgt eine einzelne Ansteuerung der Sekundärluftventile. Das gattungsbildende Sekundärluftsystem und das entsprechende Verfahren zur Diagnose der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems haben den Nachteil, dass bei einer einzelnen Ansteuerung der Sekundärluftventile mehr Bauteile benötigt werden.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde das gattungsbildende Verfahren des entsprechenden Sekundärluftsystems derart weiterzubilden und auszugestalten, so dass eine einfache und eine genaue Möglichkeit der Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems bereitgestellt sind.

[0010] Diese der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird nun durch ein Sekundärluftsystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 3 gelöst. Dies hat den Vorteil, dass ein Verbrennungsmotor mit vier Abgasbänken und vier zugeordneten Sekundärluftventilen, nämlich einem ersten und zweiten Master-Sekundärluftventil und einem ersten und zweiten Slave-Sekundärluftventil mittels lediglich zwei Ansteuerungen überprüfbar ist. Es erfolgt eine überkreuzte Ansteuerung der Sekundärluftventile der Master-Abgasbänke und der Slave-Abgasbänke, wobei die beiden ersten Sekundärluftventile, nämlich das erste Master-Sekundärluftventil und das erste Slave-Sekundärluftventil mittels einer ersten Ansteuerung gemeinsam ansteuerbar sind. Das zweite Master-Sekundärluftventil und das zweite Slave-Sekundärluftventil sind mittels einer zweiten Ansteuerung gemeinsam ansteuerbar. Ein erster Druck wird während der Prüfung der Funktionsfähigkeit zwischen einer ersten Sekundärluftpumpe und dem ersten Master-Sekundärluftventil sowie dem zweiten Master-Sekundärluftventil gemessen. Ferner wird ein zweiter Druck zwischen der zweiten Sekundärluftpumpe und dem ersten Slave-Sekundärluftventil und dem zweiten Slave-Sekundärluftventil gemessen. Diesen beiden Slave-Sekundärluftventilen sind zwei weitere Abgasbänke zugeordnet, wobei diese beiden Abgasbänke und die zugeordneten Sekundärluftventile nun als Slave-Abgasbänke und Slave-Sekundärluftventile bezeichnet werden können. Jeweils eines der Master-Sekundärluftventile und eines der Slave-Sekundärluftventile werden nun gemeinsam angesteuert. Hierdurch ist es möglich, wenig Bauteile zu verwenden und gleichzeitig einen genauen Hinweis auf den Fehlerort im Fehlerfall zu er-

möglichen. Hierdurch ist die Reparaturzeit in einer Werkstatt vermindert. Es kann eine Aussage getroffen werden, welcher Abgasbank der Fehler zugeordnet werden kann. Es kann eine Aussage generiert werden, welches Bauteil im Sekundärluftkreis defekt ist.

[0011] Im Ausgangszustand – in der sogenannten „Phase 0“ – sind beide Sekundärluftpumpen inaktiv und alle Sekundärluftventile sind geschlossen. Die dabei auftretenden Drücke werden gemessen und es wird überprüft, ob die beiden Drücke in einem Toleranzbereich liegen.

[0012] In einer ersten Phase werden nun die beiden Sekundärluftpumpen aktiviert und alle Sekundärluftventile werden geöffnet. Steigt der gemessene erste Druck oder der gemessene zweite Druck über einen oberen Grenzwert an, so liegt eine Verstopfung stromabwärts des Drucksensors im Sekundärluftsystem vor. Liegt der erste oder der zweite gemessene Druck unterhalb eines unteren Grenzwertes, so verfügt die zugeordnete erste oder zweite Sekundärluftpumpe nur über eine reduzierte Pumpenkapazität oder es liegt eine Leckage im Sekundärluftsystem vor oder es liegt eine Verstopfung vor dem Drucksensor vor. Wenn der erste oder zweite gemessene Druck somit außerhalb des Toleranzbereiches liegt, wird eine weitere Phase durchgeführt, in der jeweils die ersten und zweiten Sekundärluftventile wechselweise geöffnet und geschlossen werden. Wenn der erste oder zweite gemessene Druck somit innerhalb des Toleranzbereiches liegt, wird die weitere Phase vorzugsweise übersprungen.

[0013] In dieser nachfolgenden Phase wird nun zunächst das erste Master-Sekundärluftventil und das erste Slave-Sekundärluftventil geöffnet. Das erste Master-Sekundärluftventil und das erste Slave-Sekundärluftventil sind mit der gemeinsamen Ansteuerung verbunden. Das zweite Master-Sekundärluftventil und zweite Slave-Sekundärluftventil sind über eine zweite Ansteuerung entsprechend miteinander verbunden. Die zweite Ansteuerung steuert nun in dieser weiteren Phase das zweite Master-Sekundärluftventil und das zweite Slave-Sekundärluftventil schließend an. Dadurch, dass nun jeweils das zweite Master- bzw. Slave-Sekundärluftventil geschlossen ist, steigt der gemessene Druck im Sekundärluftsystem an. Liegt auch hier der Druck oberhalb eines oberen Grenzwertes so kann gefolgert werden, dass eine Verstopfung bezgl. der Sekundärluftleitung der ersten Abgasbank vorliegt. Je nachdem, ob dies den ersten gemessenen Druck oder den zweiten gemessenen Druck betrifft, kann gefolgert werden, ob dies die erste Master-Abgasbank oder die erste Slave-Abgasbank bzw. die entsprechenden Sekundärluftleitungen betrifft. Wenn der Druck zu niedrig ist, kann entsprechend gefolgert werden, ob eine Leckage oder Verstopfung in diesem entsprechenden Teilsystem vor-

liegt. Hiernach werden das erste Master-Sekundär-luftventil und das erste Slave-Sekundär-luftventil geschlossen und das zweite Master-Sekundär-luftventil und das zweite Slave-Sekundär-luftventil werden geöffnet. Aufgrund eines Vergleichs der entsprechenden Messungen des ersten Drucks und des zweiten Drucks kann nun festgestellt werden, ob die Fehlerquelle bezüglich der zweiten Master-Abgasbank oder bezüglich der zweiten Slave-Abgasbank vorliegt.

[0014] In einer zweiten Phase werden nun alle Sekundär-luftventile geschlossen und beide Sekundär-luftpumpen jedoch in einem aktiven Zustand gehalten, so dass die Dichtheit des Gesamtsystems geprüft werden kann.

[0015] Hiernach werden die beiden Sekundär-luftpumpen in einer dritten Phase abgeschaltet bzw. in einen inaktiven Zustand versetzt und alle Sekundär-luftventile werden geschlossen. Fällt der gemessene erste und/oder zweite Druck nicht hinreichend stark bzw. liegt der gemessene erste Druck oder der zweite Druck in dieser dritten Phase über einem oberen Schwellwert, so kann gefolgert werden, dass eine der beiden Sekundär-luftpumpen oder beide Sekundär-luftpumpen permanent laufen oder der erste oder zweite Drucksensor fehlerhaft arbeiten. Wenn einer der beiden Drücke unterhalb eines unteren Grenzwertes liegt, so ist der entsprechend zugeordnete Drucksensor defekt.

[0016] Die kreuzweise Ansteuerung ermöglicht eine genaue Diagnose jeder Komponente des Sekundär-luftsystems. Es werden für die Ansteuerung nur zwei elektrische Umschaltventile benötigt, wobei alle vier Sekundär-luftventile geprüft werden. Eine genaue Diagnose der einzelnen Bauteile ist ermöglicht. Die Reparaturzeit ist verringert und ein Tausch nicht defekter Teile ist verhindert.

[0017] Die eingangs genannten Nachteile sind daher vermieden, entsprechende Vorteile sind erzielt.

[0018] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Sekundär-luftsystem und das erfindungsgemäße Verfahren in vorteilhafter Art und Weise auszugestalten und weiterzubilden. Hierfür darf zunächst auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche verwiesen werden. Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung anhand der Zeichnung und der dazugehörigen Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

[0019] Fig. 1 in einem Systemschaubild ein Sekundär-luftsystem, und

[0020] Fig. 2 in einem schematischen Diagramm ein gemessener Druck und Schaltzustände der zugeord-

neten Sekundär-luftpumpe und der Sekundär-luftventile aufgetragen über die Zeit t.

[0021] In Fig. 1 ist ein Sekundär-luftsystem 1 eines Verbrennungsmotors stark schematisch dargestellt. Der Verbrennungsmotor weist vier Abgasbänke 2, 3, 4, 5 auf. Jeder Abgasbank 2, 3, 4, 5 ist mindestens ein Zylinder zugeordnet. Es können jeder Abgasbank 2, 3, 4, 5 insbesondere mehrere Zylinder, vorzugsweise 4 Zylinder zugeordnet sein. Der Verbrennungsmotor kann dabei beispielsweise eine Zylinderanordnung in Doppel-V-Form aufweisen.

[0022] Die beiden Abgasbänke 2, 3 können als Master-Abgasbänke 2, 3 und die beiden Abgasbänke 4, 5 können als Slave-Abgasbänke 4, 5 bezeichnet werden. Die Abgasbank 2 bildet hierbei eine erste Master-Abgasbank 2 und die Abgasbank 3 bildet eine zweite Master-Abgasbank 3.

[0023] Es sind nun zwei Sekundär-luftpumpen 6, 7 vorgesehen. Die erste Sekundär-luftpumpe 6 ist dabei den Master-Abgasbänken 2, 3 zugeordnet und mit diesen funktional wirksam über zwei Sekundär-luftleitungen 8, 9 verbunden. Die zweite Sekundär-luftpumpe 7 ist den beiden Slave-Abgasbänken 4, 5 zugeordnet und mit diesen jeweils entsprechend über zwei weitere Sekundär-luftleitungen 10, 11 verbunden. In den Sekundär-luftleitungen 8, 9, 10 und 11 ist jeweils ein Sekundär-luftventil M1, M2, S1 und S2 angeordnet. Es sind somit vier Sekundär-luftventile M1, M2, S1, S2 vorgesehen. Die beiden Sekundär-luftleitungen 8, 9 zweigen von einem Knotenpunkt 12 ab, wobei hinter dem Knotenpunkt 12 die beiden Sekundär-luftventile M1 und M2 angeordnet sind. Die erste Sekundär-luftleitung 8 mündet nun in die erste Master-Abgasbank 2 und die zweite Sekundär-luftleitung 9 mündet in die zweite Master-Abgasbank 3.

[0024] Die beiden Sekundär-luftleitungen 10 und 11 zweigen entsprechend von einem Knotenpunkt 13 ab, wobei die dritte Sekundär-luftleitung 10 in die erste Slave-Abgasbank 4 mündet und die vierte Sekundär-luftleitung 11 in die zweite Slave-Abgasbank 5 mündet. Zwischen der ersten Sekundär-luftpumpe 6 und dem Knotenpunkt 12 ist ein nicht dargestellter Drucksensor vorgesehen, wobei der Drucksensor einen ersten Druck 21 (vgl. Fig. 2) zwischen der ersten Sekundär-luftpumpe 6 und den beiden Master-Sekundär-luftventilen M1, M2 misst. Zwischen der zweiten Sekundär-luftpumpe 7 und dem zweiten Knotenpunkt 13 ist ein zweiter Drucksensor (nicht dargestellt) vorgesehen, wobei dieser zweite Drucksensor einen entsprechenden zweiten Druck misst, der sich zwischen der zweiten Sekundär-luftpumpe 7 und den beiden Slave-Sekundär-luftventilen S1, S2 einstellt.

[0025] Es ist nun besonders vorteilhaft, dass die Sekundär-luftventile M1, M2 und S1 und S2 überkreuzt angesteuert werden bzw. ansteuerbar sind. Über ei-

ne gemeinsame Leitung **14** sind das erste Master-Sekundärluftventil M1 und das erste Slave-Sekundärluftventil S1 verbunden. Über eine zweite Leitung **15** sind das zweite Master-Sekundärluftventil M2 und das zweite Slave-Sekundärluftventil S2 mit einer zweiten Ansteuerung **17** verbunden. Die Ansteuerungen **16**, **17** sind insbesondere als elektrische Umschaltventile ausgebildet. Das elektrische Umschaltventil der Ansteuerung **16** wird von einem Master-Motorsteuergerät **18** und das elektrische Umschaltventil der Ansteuerung **17** wird von einem Slave-Motorsteuergerät **19** angesteuert.

[0026] Im Folgenden darf auf **Fig. 2** Bezug genommen werden, wobei hier nun das Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Sekundärluftsystems **1** erläutert werden darf. In dem Diagramm **20** ist zum einen der gemessene erste Druck **21** des entsprechenden Drucksensors dargestellt. Es werden jeweils ein erster Druck und ein zweiter Druck gemessen, wobei jedoch hier nur der erste Druck **21** dargestellt ist. Es ist nun eine Schaltstellung **22** der Sekundärluftpumpen **6**, **7** dargestellt. Ferner ist eine Schaltstellung **23a** der zusammen angesteuerten ersten Sekundärluftventile, nämlich des ersten Master-Sekundärluftventils M1 und des ersten Slave-Sekundärluftventils S1 dargestellt. Ferner ist eine Schaltstellung **23b** der zusammen angesteuerten, zweiten Sekundärluftventile, nämlich des zweiten Master-Sekundärluftventils M2 und des zweiten Slave-Sekundärluftventils S2, dargestellt. Der erste Druck **21** und die Schaltstellung **22**, **23a**, **23b** sind jeweils über die Zeit t aufgetragen.

[0027] Die eingangs genannten Nachteile sind nun dadurch vermieden, dass der erste Druck **21** zwischen der ersten Sekundärluftpumpe **6** und dem ersten Master-Sekundärluftventil M1 sowie dem zweiten Master-Sekundärluftventil M2 gemessen wird, wobei der zweite Druck zwischen der zweiten Sekundärluftpumpe **7** und dem ersten Slave-Sekundärluftventil S1 und einem zweiten Slave-Sekundärluftventil S2 gemessen wird, wobei das erste Master-Sekundärluftventil M1 und das erste Slave-Sekundärluftventil S1 gemeinsam angesteuert werden und das zweite Master-Sekundärluftventil M2 und das zweite Slave-Sekundärluftventil S2 gemeinsam angesteuert werden. Durch diese überkreuzte Ansteuerung ist die Schaltstellung des ersten Master-Sekundärluftventils M1 und des ersten Slave-Sekundärluftventils S1 gleich. Ferner ist die Schaltstellung des zweiten Master-Sekundärluftventils M2 und des zweiten Slave-Sekundärluftventils S2 gleich.

[0028] In einer Phase „0“ bzw. im Ausgangszustand ist die erste Sekundärluftpumpe **6** inaktiv und alle vier Sekundärluftventile M1, S1, M2 und S2 sind geschlossen. Hierbei wird überprüft, ob der erste Druck **21** in einem Toleranzbereich **24** liegt. In einer anschließenden ersten Phase „1“ werden die beiden

Sekundärluftpumpen **6**, **7** aktiviert. Hierbei werden die beiden ersten Sekundärluftventile M1 und S1 geöffnet und auch die beiden zweiten Sekundärluftventile M2 und S2 werden geöffnet. Es wird überprüft, ob der erste Druck **21** in einem Toleranzbereich **25** liegt, der hier einem höheren Druck entspricht, als der Toleranzbereich **24** in der „Phase 0“. Liegt der gemessene Druck **21** oberhalb des Toleranzbereichs **25**, nämlich in einem Fehlerbereich **29** so liegt eine Verstopfung des Sekundärluftsystems **1** vor. Liegt der gemessene erste Druck **21** unterhalb des Toleranzbereichs **25** so ist die Förderkapazität der Sekundärluftpumpe **6** bzw. **7** vermindert oder es liegt eine Leckage im Sekundärluftsystems **1** oder eine Verstopfung vor dem entsprechenden Drucksensor vor.

[0029] Diese weitere „Phase 21 und 22“ wird nur durchgeführt, wenn der erste Druck **21** oder der zweite Druck in der ersten Phase „1“ außerhalb des Toleranzbereiches **25** liegt. Lag der gemessene Druck **21** oberhalb des Toleranzbereichs **25** so wird eine weitere „Phase 21 und 22“ durchgeführt, ansonsten wird mit der zweiten Phase „2“ fortgefahren und die „Phase 21 und 22“ wird übersprungen. In der weiteren „Phase 21 und 22“ sind die beiden Sekundärluftpumpen **6**, **7** weiterhin aktiviert. Die beiden ersten Sekundärluftventile M1 und S1 sind geöffnet und die beiden zweiten Sekundärluftventile M2 und S2 werden geschlossen. Der gemessene Druck **21** steigt weiterhin an und es wird überprüft, ob der gemessene Druck **21** in einem Toleranzbereich **26** liegt. Der Toleranzbereich **26** liegt oberhalb des Toleranzbereichs **25**. Wenn der gemessene Druck nun oberhalb des Toleranzbereichs **26** liegt, so kann daraus geschlossen werden, dass die Verstopfung die erste Master-Abgasbank **2** oder die erste Slave-Abgasbank **4** oder die zugehörigen Bauteile des Sekundärluftsystems **1** betrifft, da ja die zugehörigen Sekundärluftventile M1, S1 geöffnet sind. Ob es sich hierbei um die erste Master-Abgasbank **2** oder die erste Slave-Abgasbank **4** handelt, kann durch einen Vergleich des ersten oder zweiten Druckes (nicht dargestellt) ermittelt werden. Nun (siehe Phase „22“) werden die beiden ersten Sekundärluftventile M1 und S1 geschlossen und die beiden zweiten Sekundärluftventile M2 und S2 werden geöffnet. Liegt jetzt der gemessene Druck **21** in einem Fehlerbereich **33** bzw. in einem Fehlerbereich **34** kann daraus geschlossen werden, dass die entsprechende Leckage oder Verstopfung der zweiten Master-Abgasbank **3** oder der zweiten Slave-Abgasbank **5** oder den zugehörigen Bauteilen des Sekundärluftsystems **1** zugeordnet ist.

[0030] In der darauf folgenden Phase 2 sind die beiden Sekundärluftpumpen **6**, **7** weiterhin aktiviert, wobei nun alle Sekundärluftventile M1, S1 und M2 sowie S2 geschlossen werden. Hiermit wird die Dichtigkeit des gesamten Sekundärluftsystems **1** geprüft. Liegt der gemessene Druck **21** in einem Toleranzbereich **27** ist die Dichtigkeit in Ordnung, liegt der gemessene

ne Druck **21** darunter in einem Fehlerbereich **35**, so weist das Sekundärluftsystem **1** eine Leckage auf.

[0031] In der darauffolgenden dritten „Phase 3“ werden die beiden Sekundärluftpumpen **6**, **7** abgestellt, wobei alle vier Sekundärluftventile M1, S1, M2, S2 geschlossen gehalten werden. Liegen in dieser dritten „Phase 3“ die entsprechenden Drücke **21** oberhalb eines Toleranzbereiches **28** so kann daraus geschlossen werden, dass entweder der zugehörige Drucksensor fehlerhaft ist oder die entsprechende Sekundärluftpumpe **6** bzw. **7** dauerhaft läuft. Liegt der gemessene Druck **21** unterhalb des Toleranzbereichs **28** in dem Fehlerbereich **37**, so kann daraus geschlossen werden, dass der Drucksensor ebenfalls fehlerhaft ist. Der Toleranzbereich **28** entspricht im Wesentlichen dem Toleranzbereich **24**, da die Phasen „0“ und „3“ in Hinsicht des Zustands der Sekundärluftpumpen **6**, **7** bzw. Sekundärluftventile M1, S1, M2, S2 gleich sind.

34	Fehlerbereich
35	Fehlerbereich
36	Fehlerbereich
37	Fehlerbereich
M1	erstes Master-Sekundärluftventil
M2	zweites Master-Sekundärluftventil
S1	erstes Slave-Sekundärluftventil
S2	zweites Slave-Sekundärluftventil

Bezugszeichenliste

1	Sekundärluftsystem
2	erste Master-Abgasbank
3	zweite Master-Abgasbank
4	erste Slave-Abgasbank
5	zweite Slave-Abgasbank
6	erste Sekundärluftpumpe
7	zweite Sekundärluftpumpe
8	Sekundärluftleitung
9	Sekundärluftleitung
10	Sekundärluftleitung
11	Sekundärluftleitung
12	Knotenpunkt
13	Knotenpunkt
14	Leitung
15	Leitung
16	Ansteuerung
17	Ansteuerung
18	Master-Steuergerät
19	Slave-Steuergerät
20	Diagramm
21	Druck
22	Schaltstellung der beiden Sekundärluftpumpen
23a	Schaltstellung der beiden ersten Sekundärluftventile
23b	Schaltstellung der beiden zweiten Sekundärluftventile
24	Toleranzbereich
25	Toleranzbereich
26	Toleranzbereich
27	Toleranzbereich
28	Toleranzbereich
29	Fehlerbereich
30	Fehlerbereich
31	Fehlerbereich
32	Fehlerbereich
33	Fehlerbereich

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006021964 A1 [0005]
- DE 102006020596 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Sekundärluftsystem (1) mit mehreren Abgasbänken (2, 3, 4, 5), mit mindestens einer Sekundär-
luftpumpe (6, 7), mit mehreren Sekundär-
luftleitungen (8, 9, 10, 11), mit mehreren Sekundär-
luftventilen (M1, M2, S1, S2) und mit mindestens einer Ansteuerung
(16, 17), wobei mittels der mindestens einen Sekun-
där-
luftpumpe (6, 7) Sekundär-
luft durch die Sekun-
där-
luftleitungen (8, 9, 10, 11) zu den Abgasbänken
(2, 3, 4, 5) leitbar ist, wobei den Sekundär-
luftleitungen (8, 9, 10, 11) jeweils ein Sekundär-
luftventil (M1, M2, S1, S2) zugeordnet ist, wobei die Sekundär-
luft-
ventile (M1, M2, S1, S2) mittels der mindestens ein-
en Ansteuerung (16, 17) steuerbar sind, **dadurch
gekennzeichnet**, dass eine erste Master-Abgasbank
(2) über eine erste Sekundär-
luftleitung (8) mit einem
ersten Master-Sekundär-
luftventil (M1) und eine zwei-
te Master-Abgasbank (3) über eine zweite Sekundär-
luftleitung (9) mit einem zweiten Master-Sekundär-
luftventil (M2) verbunden ist, wobei die beiden Mas-
ter-Sekundär-
luftventile (M1, M2) und die zugehörigen Sekundär-
luftleitungen (8, 9) mittels einer ersten
Sekundär-
luftpumpe (6) mit Sekundär-
luft versorgbar
sind, wobei eine erste Slave-Abgasbank (4) über eine
dritte Sekundär-
luftleitung (10) mit einem ersten Slave-
Sekundär-
luftventil (S1) und eine zweite Slave-Ab-
gasbank (5) über eine vierte Sekundär-
luftleitung (11) mit einem zweiten Slave-Sekundär-
luftventil (S2) ver-
bunden ist, wobei die beiden Slave-Sekundär-
luftven-
tile (S1, S2) und die zugehörigen Sekundär-
luftleitun-
gen (10, 11) mittels einer zweiten Sekundär-
luftpumpe
(7) mit Sekundär-
luft versorgbar
sind, wobei das erste
Master-Sekundär-
luftventil (M1) und das erste Slave-
Sekundär-
luftventil (S1) mittels einer ersten Ansteue-
rung (16) gemeinsam ansteuerbar sind, wobei das
zweite Master-Sekundär-
luftventil (M2) und das zwei-
te Slave-Sekundär-
luftventil (S2) mittels einer zweiten
Ansteuerung (17) gemeinsam ansteuerbar sind.

2. Sekundärluftsystem nach einem der vorste-
henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die beiden Ansteuerungen (16, 17) jeweils ein elek-
trisch betätigbares Umschaltventil aufweisen, wobei
die erste Ansteuerung (16) mit einem Master-Motor-
steuergerät (18) und die zweite Ansteuerung mit ei-
nem Slave-Motorsteuergerät (19) verbunden ist.

3. Verfahren zur Prüfung der Funktionsfähigkeit
eines Sekundär-
luftsystems (1) eines Verbrennungs-
motors, wobei mindestens ein Druck (21) zwischen
mindestens einer Sekundär-
luftpumpe (6, 7) und min-
destens zwei Sekundär-
luftventilen (M1, M2; S1, S2),
nämlich mindestens einem ersten Sekundär-
luftven-
til (M1; S1) und mindestens einem zweiten Sekun-
där-
luftventil (M2; S2), gemessen wird, wobei die Sekun-
där-
luftventile (M1, M2; S1, S2) mit mindestens ein-
er Ansteuerung (16, 17) angesteuert werden, **da-
durch gekennzeichnet**, dass ein erster Druck (21)
zwischen einer ersten Sekundär-
luftpumpe (6) und ei-

nem ersten Master-Sekundär-
luftventil (M1) sowie ei-
nem zweiten Master-Sekundär-
luftventil (M2) gemes-
sen wird, wobei ein zweiter Druck zwischen einer
zweiten Sekundär-
luftpumpe (7) und einem ersten
Slave-Sekundär-
luftventil (S1) und einem zweiten Slave-
Sekundär-
luftventil (S2) gemessen wird, wobei das
erste Master-Sekundär-
luftventil (M1) und das erste
Slave-Sekundär-
luftventil (S1) gemeinsam angesteu-
ert werden und das zweite Master-Sekundär-
luftven-
til (M2) und das zweite Slave-Sekundär-
luftven-
til (S2) gemeinsam angesteuert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass in einer ersten Phase beide Sekun-
där-
luftpumpen (6, 7) aktiviert werden und das erste
Master-Sekundär-
luftventil (M1), das zweite Mas-
ter-Sekundär-
luftventil (M2), das erste Slave-Sekun-
där-
luftventil (S1) sowie das zweite Slave-Sekundär-
luftven-
til (S2) geöffnet werden und überprüft wird, ob
der dabei gemessene erste Druck (21) in einem To-
leranzbereich (25) liegt und ob der gemessene zwei-
te Druck in einem Toleranzbereich (25) liegt.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer
weiteren Phase das erste Master-Sekundär-
luftven-
til (M1) und das erste Slave-Sekundär-
luftven-
til (S1) geöffnet und das zweite Master-Sekundär-
luftven-
til (M2) und das zweite Slave-Sekundär-
luftven-
til (S2) geschlossen werden und in einer weiteren Phase das
erste Master-Sekundär-
luftven-
til (M1) und das erste
Slave-Sekundär-
luftven-
til (S1) geschlossen und das
zweite Master-Sekundär-
luftven-
til (M2) und das zwei-
te Slave-Sekundär-
luftven-
til (S2) geöffnet werden und
überprüft wird, ob der dabei gemessene erste Druck
(21) in einem Toleranzbereich (26) liegt und ob der
gemessene zweite Druck in einem Toleranzbereich
(26) liegt.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, **da-
durch gekennzeichnet**, dass die weitere Phase nur
durchgeführt wird, wenn der in der ersten Phase ge-
messene erste Druck (21) oder der in der ersten Pha-
se gemessene zweite Druck außerhalb des Toleranz-
bereiches (25) liegt.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer
zweiten Phase das erste Master-Sekundär-
luftven-
til (M1), das zweite Master-Sekundär-
luftven-
til (M2), das erste Slave-Sekundär-
luftven-
til (S1) sowie das zwei-
te Slave-Sekundär-
luftven-
til (S2) geschlossen werden
und beide Sekundär-
luftpumpen (6, r) aktiviert sind
bzw. werden und überprüft wird, ob der dabei gemes-
sene erste Druck (21) in einem Toleranzbereich (27)
liegt und ob der gemessene zweite Druck in einem
Toleranzbereich (27) liegt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer

dritten Phase beide Sekundärluftpumpen (**6**, **7**) abgeschaltet werden und das erste Master-Sekundärluftventil (M1), das zweite Master-Sekundärluftventil (M2), das erste Slave-Sekundärluftventil (S1) sowie das zweite Slave-Sekundärluftventil (S2) geschlossen gehalten werden und überprüft wird, ob der dabei gemessene erste Druck (**21**) in einem Toleranzbereich (**28**) liegt und ob der gemessene zweite Druck in einem Toleranzbereich (**28**) liegt.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sekundärluftsystem (**1**) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 ausgebildet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

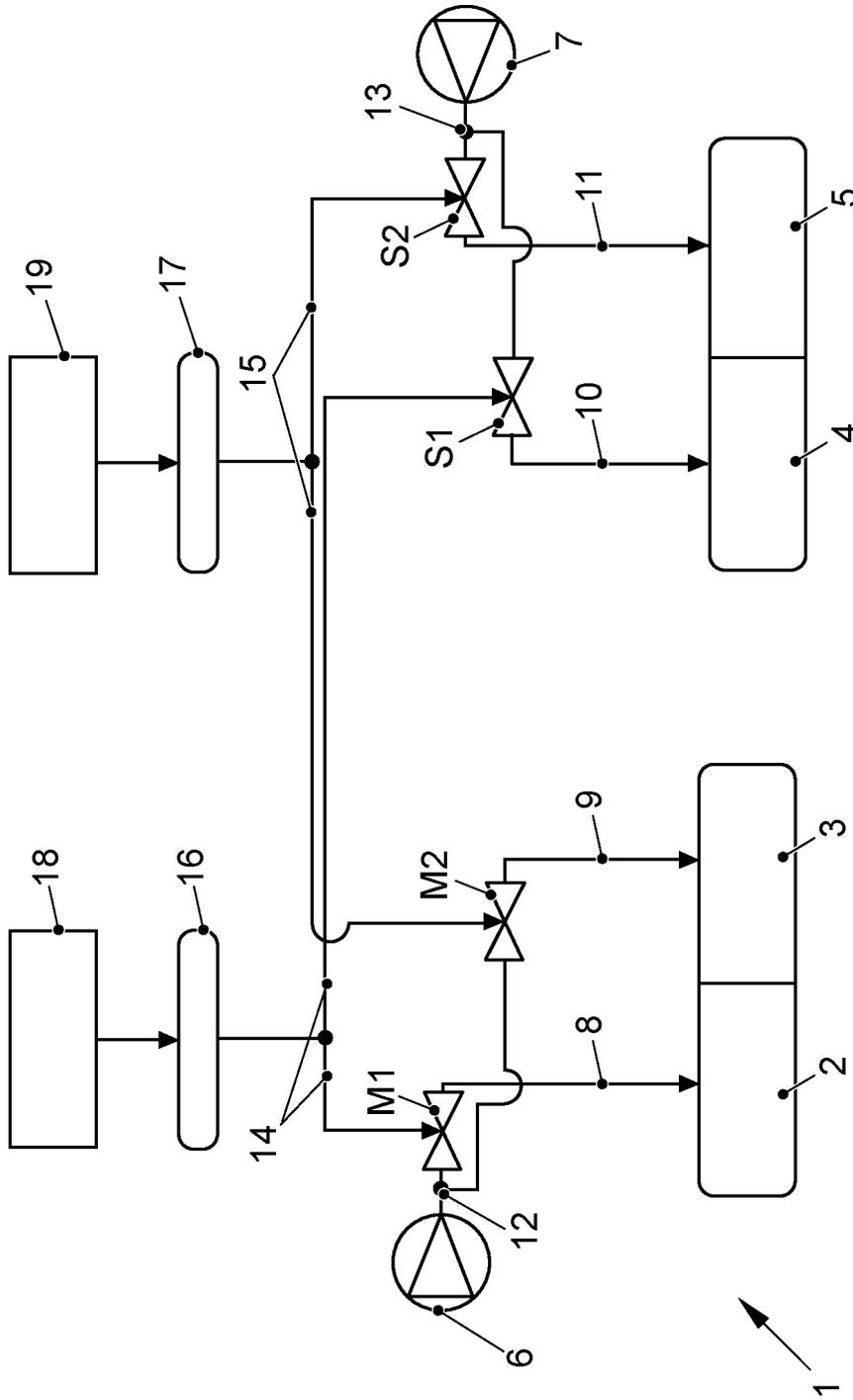
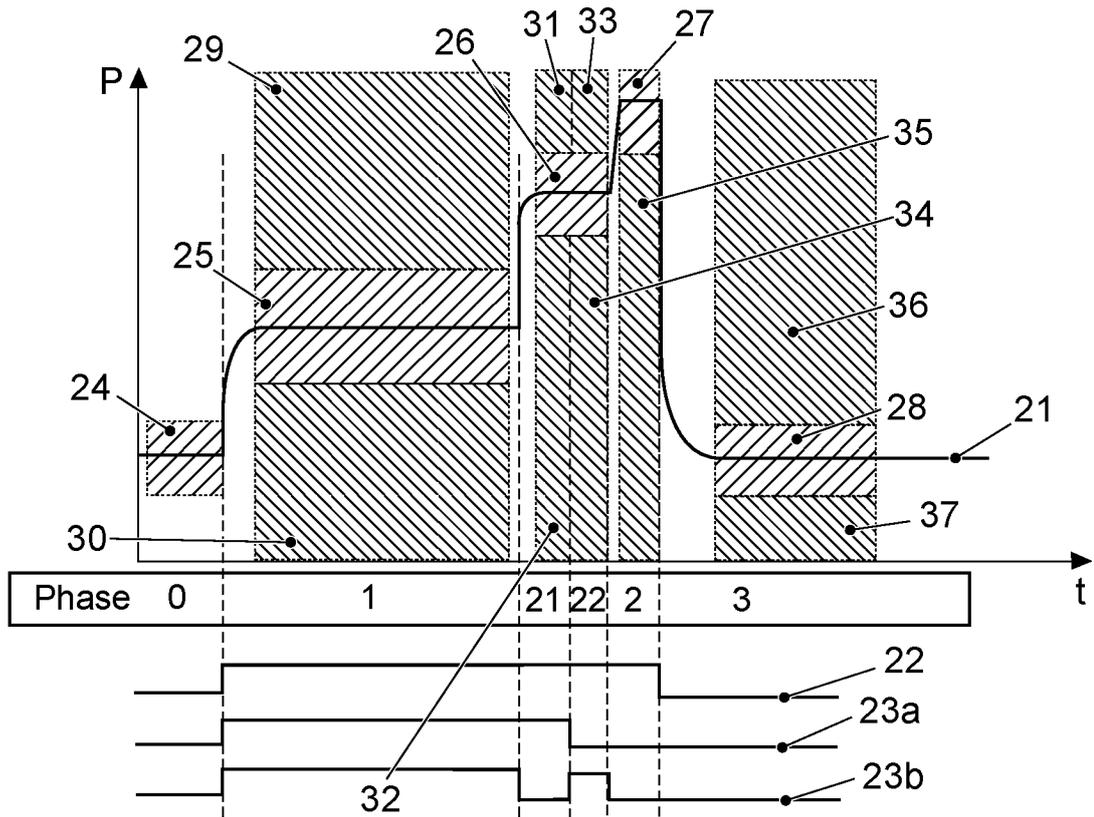


FIG. 1



20
 FIG. 2