



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 197 35 011 B4** 2009.01.15

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **197 35 011.9**  
 (22) Anmeldetag: **13.08.1997**  
 (43) Offenlegungstag: **18.02.1999**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **15.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02B 3/10** (2006.01)  
**F01N 3/36** (2006.01)  
**F02M 45/02** (2006.01)  
**F01N 3/20** (2006.01)  
**F02D 41/02** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

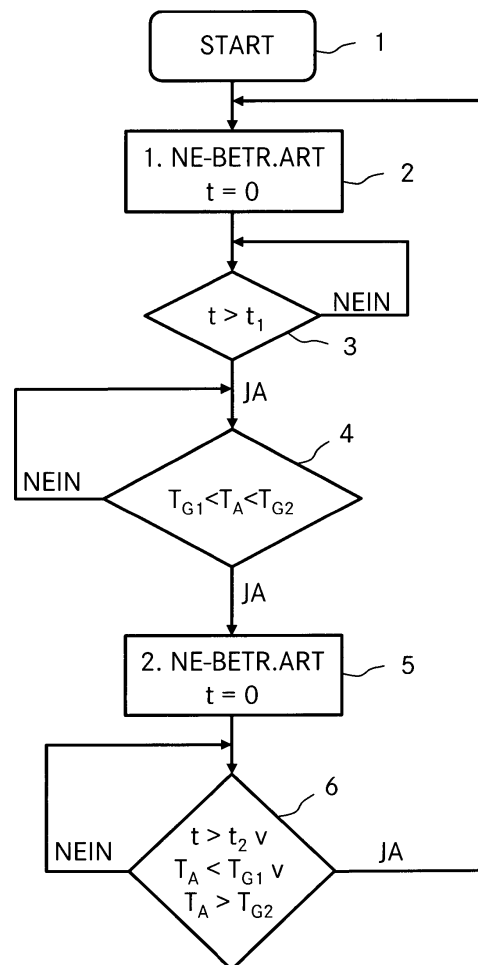
(73) Patentinhaber:  
**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 37 23 599 A1**  
**EP 06 21 400 A1**

(72) Erfinder:  
**Weibel, Michel, Dr.-Ing., 70619 Stuttgart, DE;**  
**Duvinage, Frank, Dr.-Ing., 73230 Kirchheim, DE;**  
**Fausten, Hans, Ing., 73650 Winterbach, DE**

(54) Bezeichnung: **Verbrennungsmotor mit Abgaskatalysator und Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors**

(57) Hauptanspruch: Verbrennungsmotor mit einem Abgaskatalysator, insbesondere einem als Stickoxid-Adsorberkatalysator ausgebildeten Denox-Katalysator, und einer Kraftstoffnacheinspritzungsvorrichtung, wobei der Verbrennungsmotor in einer ersten Nacheinspritzungsbetriebsart und in einer zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart derart betreibbar ist, dass für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart und die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart unterschiedliche Kraftstoffnacheinspritzmengen vorgesehen sind und nach Ablauf einer vorgebbaren Mindestzeitspanne für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart eine Umschaltung in die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Verbrennungsmotor mit einem Abgaskatalysator und einer Kraftstoffnacheinspritzungsvorrichtung sowie auf ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einer Kraftstoffnacheinspritzung. Entsprechende Verfahren werden insbesondere bei Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen angewendet, um die Stickoxidemissionen zu minimieren. Durch die Nacheinspritzung gelangen unverbrannte Kohlenwasserstoffe in den Abgasstrom, die als Reduktionsmittel zur Reduktion der im Abgas enthaltenen Stickoxide in Stickstoff und Sauerstoff wirken. Diese Abgasnachbehandlung kann insbesondere in Verbindung mit sogenannten Denox-Katalysatoren im Abgasstrang eingesetzt werden, die diese Reduktionsreaktion katalysieren. Dabei werden bevorzugt zusätzliche Adsorberkatalysatoren eingesetzt, mit denen die Stickoxide periodisch adsorbiert, d. h. zwischengespeichert, und in hierfür günstigen Betriebsphasen zwecks Reduktion in Stickstoff und Sauerstoff wieder desorbiert werden können.

**[0002]** Die DE 37 23 599 A1 offenbart einen Verbrennungsmotor, bei welchem der gesamte Kraftstoff während des Expansionstakts in zeitlich nacheinander aufgeteilten Einspritzmengen eingebracht wird. Dabei werden die Einspritzmengen hinsichtlich ihrer Menge und des Einspritzzeitpunkts zur Erzielung eines erwünschten Brennverlaufs aufeinander angepasst. Speziell können genau zwei Einspritzmengen vorgesehen sein, wobei bevorzugt die erste Einspritzmenge größer als die zweite Einspritzmenge gewählt ist.

**[0003]** In der Offenlegungsschrift EP 0 621 400 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einer Kraftstoffnacheinspritzung beschrieben, bei dem in Abhängigkeit von der Abgastemperatur der Einspritzbeginn der Kraftstoffnacheinspritzung verändert wird. Dabei sind speziell zwei Nacheinspritzungsbetriebsarten vorgesehen, nämlich eine frühe und eine späte Nacheinspritzung, wobei die frühe Nacheinspritzung kurz nach dem Ende der Haupteinspritzung beginnt, typischerweise im Bereich zwischen 20° und 80° Kurbelwellenwinkel nach dem oberen Totpunkt, während die späte Nacheinspritzung im Bereich zwischen 80° und 180° Kurbelwellenwinkel nach dem oberen Totpunkt beginnt. In beiden Betriebsarten wird dieselbe Kraftstoffmenge nacheingespritzt. Die frühe Nacheinspritzung dient ausschließlich zur raschen Erhöhung der Abgastemperatur vor einem im Abgasstrang angeordneten Abgaskatalysator, insbesondere während Kaltstartphasen, während die späte Nacheinspritzung zur Bereitstellung reaktiver, unverbrannter Kohlenwasserstoffkomponenten dient, die als Reduktionsmittel zur Umwandlung der Stickoxide in Stickstoff und Sauerstoff wirken. Die frühe Nacheinspritzung wird aktiviert,

wenn die Abgastemperatur unterhalb eines vorgegebenen unteren Grenzwertes liegt, der im Bereich zwischen 150°C und 200°C gewählt wird. Die späte Nacheinspritzung wird aktiviert, wenn die Abgastemperatur einen vorgegebenen oberen Grenzwert überschritten hat, der zwischen 200°C und 300°C liegt.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Verbrennungsmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors anzugeben, mit welchen eine verbesserte Abgasreinigungswirkung bei möglichst geringem Kraftstoffverbrauch erzielt werden kann.

**[0005]** Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6.

**[0006]** Der Verbrennungsmotor ist erfindungsgemäß in einer ersten Nacheinspritzungsbetriebsart und in einer zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart derart betreibbar, dass für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart und die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart unterschiedliche Kraftstoffnacheinspritzmengen vorgesehen sind und nach Ablauf einer vorgebbaren Mindestzeitspanne für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart eine Umschaltung in die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart erfolgt. Bei dem Abgaskatalysator handelt es sich um einen insbesondere als Stickoxid-Adsorberkatalysator ausgebildeten Denox-Katalysator.

**[0007]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Abgaskatalysator, insbesondere einem als Stickoxid-Adsorberkatalysator ausgebildeten Denox-Katalysator, wird der Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffnacheinspritzung betrieben und nach Ablauf einer vorgebbaren Mindestzeitspanne für eine erste Nacheinspritzungsbetriebsart wird in eine zweite Nacheinspritzungsbetriebsart mit gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart unterschiedlichen Kraftstoffnacheinspritzmenge umgeschaltet.

**[0008]** Zur Vermeidung unnötiger Kohlenwasserstoffemissionen und eines unnötig hohen Kraftstoffverbrauchs kann zu gegebener Zeit von der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart auf die erste Nacheinspritzungsbetriebsart, in welcher weniger unverbrannte Kohlenwasserstoffkomponenten als Reduktionsmittel bereitgestellt werden, umgeschaltet werden.

**[0009]** Es kann vorgesehen sein, dass auf die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart mit höherer Nacheinspritzmenge erst dann umgeschaltet wird, wenn sie zuvor für eine vorgebbare erste Mindestzeitspanne nicht aktiv war, d. h. währenddessen die erste Nacheinspritzungsbetriebsart aktiv war, und zudem die Abgastemperatur in einem vorgebbaren Tempe-

raturbereich liegt, der so gewählt ist, daß in dieser Betriebssituation Stickoxid auch in größerer Menge umgewandelt werden kann. Durch den vorgangegangenen Betrieb in der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart wenigstens für die vorgebbare erste Mindestzeitspanne wird sichergestellt, daß keine unerwünschten Kohlenwasserstoffemissionen entstehen und kein unnötig hoher Kraftstoffverbrauch auftritt.

**[0010]** Es kann weiter vorgesehen sein, auf die erste Nacheinspritzungsbetriebsart umzuschalten, sobald die Abgastemperatur den für die Stickoxidumwandlung besonders wirksamen, vorgebbaren Temperaturbereich verlässt oder die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart seit einer vorgebbaren zweiten Mindestzeitspanne aktiv war. Diese Maßnahme trägt weiter dazu bei, den erhöhten Anteil an unverbrannten Kohlenwasserstoffen nur periodisch für vorgebbare Betriebszeitintervalle bereitzustellen und ansonsten weniger unverbrannte Kohlenwasserstoffe zu erzeugen, um den Kraftstoffverbrauch niedrig zu halten und die Emission unverbrannter Kohlenwasserstoffbestandteile zu vermeiden.

**[0011]** In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 wird der Einspritzbeginn des Nacheinspritzvorgangs für die beiden Nacheinspritzungsbetriebsarten unterschiedlich vorgegeben, wodurch eine zusätzliche Steuerungsmöglichkeit der Abgastemperatur und des Anteils an entstehenden, unverbrannten Kohlenwasserstoffbestandteilen bereitgestellt wird.

**[0012]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung illustriert und wird nachfolgend beschrieben.

**[0013]** Die einzige Figur zeigt ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Abgasnachbehandlung bei einem Verbrennungsmotor mit abgastemperaturabhängiger Kraftstoffnacheinspritzung.

**[0014]** In der Figur sind als Flußdiagramm die wesentlichen Schritte eines Abgasnachbehandlungsverfahrens veranschaulicht, mit dem die Stickoxidkonzentration des Abgases eines Verbrennungsmotors, z. B. eines Kraftfahrzeugmotors, vermindert werden kann. Das Verfahren sieht hierzu abgastemperaturabhängige Kraftstoffnacheinspritzungsvorgänge vor, wobei zwischen einer ersten Nacheinspritzungsbetriebsart mit einer ersten Nacheinspritzmenge und einer zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart mit einer gegenüber der ersten höheren zweiten Nacheinspritzmenge periodisch umgeschaltet wird. Im einzelnen wird dabei entsprechend dem in der Figur gezeigten Verfahrensablauf wie folgt vorgegangen.

**[0015]** Nach dem jeweiligen Starten des Fahrzeugs (Schritt 1) werden die verschiedenen beteiligten Ver-

fahrensparameter auf ihre vorgebbaren Anfangswerte gesetzt und gleichzeitig ein Zeitzähler mit dem Zählwert  $t = 0$  gestartet. Außerdem wird nach dem Fahrzeugstart zunächst die erste Nacheinspritzungsbetriebsart aktiviert (Schritt 2), in welcher über ein entsprechend abgelegtes Kennfeld in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der Kraftstoffhaupteinspritzmenge, d. h. der Einspritzmenge für die Haupteinspritzung, ein bestimmtes Verhältnis von unverbrannten Kohlenwasserstoffen zu Stickoxiden, nachfolgend HC/NO<sub>x</sub>-Verhältnis bezeichnet, vorgegeben wird. Die Nacheinspritzmenge bestimmt sich anhand dieses vorgegebenen HC/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses und der in der momentanen Betriebssituation vorliegenden NO<sub>x</sub>-Rohemissionen, die wiederum anhand eines abgelegten Kennfeldes für den Stickoxidemissionswert in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Kraftstoffhaupteinspritzmenge ermittelt werden können, wobei dieser Stickoxidemissionswert noch um einen von Luftmassenschwankungen und der Kraftstoffhaupteinspritzmenge abhängigen, ebenfalls als Kennfeld abgelegten Korrekturwert korrigiert wird. Das vorgegebene HC/NO<sub>x</sub>-Verhältnis ist dabei in der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart bei gegebener Drehzahl und Haupteinspritzmenge verhältnismäßig niedrig gewählt, so daß zwar bereits eine gewisse Stickoxidreduktion erfolgen kann, jedoch andererseits sichergestellt ist, daß keine nennenswerten Mengen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen ungenutzt mit dem Abgas in die Umwelt gelangen, was zudem den Kraftstoffverbrauch unnötig erhöhen würde.

**[0016]** In einem anschließenden Abfrageschritt 3 wird laufend abgefragt, ob die vom Zeitzähler abgezählte Zeit  $t$  schon eine vorgegebene erste Mindestzeitspanne  $t_1$  überschritten hat. Solange dies nicht der Fall ist, wird die Abfrage rekursiv wiederholt. Sobald die Abfrage bejahend beantwortet wird, wird in einem nächsten Abfrageschritt 4 geprüft, ob die Abgastemperatur  $T_A$  innerhalb eines Temperaturfensters liegt, das nach unten durch einen vorgegebenen unteren Grenzwert  $T_{G1}$  und nach oben durch einen vorgegebenen oberen Temperaturgrenzwert  $T_{G2}$  begrenzt ist. Das Temperaturfenster ist so gewählt, daß in diesem Abgastemperaturbereich eine besonders wirksame Stickoxidreduktion mit hoher Umsatzrate in einem zugehörigen Abgaskatalysator, speziell einem Denox-Katalysator, möglich ist. Beispielsweise liegt der untere Temperaturgrenzwert  $T_{G1}$  im Bereich von etwa 180°C und der obere Temperaturgrenzwert  $T_{G2}$  im Bereich von etwa 260°C. Die Abfrage wird so lange rekursiv wiederholt, bis sie bejahend beantwortet wird.

**[0017]** Sobald dies der Fall ist, wird von der bisherigen ersten auf die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart umgeschaltet, und der Zeitzählwert  $t$  des Zeitzählers wird auf null zurückgesetzt (Schritt 5). Die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart unterscheidet sich von der ersten insbesondere dadurch, daß anstelle des in

der ersten Betriebsart verwendeten ersten Kennfeldes für das HC/NO<sub>x</sub>-Verhältnis in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der Kraftstoffhaupteinspritzmenge ein zweites solches Kennfeld des HC/NO<sub>x</sub>-Verhältnisses für die Ermittlung der Nacheinspritzmenge zugrundegelegt wird. Dieses Kennfeld ist so vorgegeben, daß die zugehörige Nacheinspritzmenge in der zweiten Betriebsart bei gegebener Motordrehzahl und Kraftstoffhaupteinspritzmenge gegenüber der entsprechenden Nacheinspritzmenge in der ersten Betriebsart deutlich erhöht ist, z. B. typischerweise um mindestens einen Faktor in der Größenordnung fünf. Zusätzlich kann eine allgemeine Abgastemperaturkorrektur vorgesehen sein, mit der die Nacheinspritzmenge in der zweiten Betriebsart unabhängig von der momentanen Motordrehzahl und Haupteinspritzmenge um einen abgastemperaturabhängigen Faktor erhöht wird. Als weitere Maßnahme ist bevorzugt vorgesehen, den Einspritzbeginn des Nacheinspritzvorgangs in der zweiten Betriebsart gegenüber demjenigen der ersten Betriebsart zu ändern. Insbesondere kann in der zweiten Betriebsart ein späterer Einspritzbeginn als in der ersten Betriebsart eingestellt werden, was die Bildung unverbrannter Kohlenwasserstoffe begünstigt, während sich durch einen früheren Einspritzbeginn in der ersten Betriebsart die Abgastemperatur rasch erhöhen läßt, z. B. in einer Kaltstartphase.

**[0018]** Auf diese Weise wird für die nun anschließende Betriebsphase der Kraftstoffnacheinspritzung in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart eine erhöhte Menge an unverbrannten, reaktiven Kohlenwasserstoffbestandteilen bereitgestellt, so daß ausreichend Reduktionsmittel zur Verfügung steht, um die Stickoxide mit erhöhter Rate in Stickstoff und Sauerstoff umzuwandeln. Gegebenenfalls kann bei Vorhandensein eines Adsorptionskatalysators diese zweite Nacheinspritzungsbetriebsart mit einer Desorptionsphase für diesen Katalysator einhergehen, wodurch die während einer Betriebsphase mit geringerer Nacheinspritzmenge in der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart adsorbierten Stickoxide während einer Betriebsphase in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart umgewandelt werden können.

**[0019]** Nach dem Start der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart wird laufend abgefragt (Schritt 6), ob die vom Zeitzähler abgezählte Zeit  $t$  seit Aktivierung der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart schon eine vorgegebene zweite Mindestzeitspanne  $t_2$  überschritten oder die Abgastemperatur  $T_A$  das vorgegebene Temperaturfenster zwischen dem unteren Grenzwert  $T_{G1}$  und dem oberen Grenzwert  $T_{G2}$  verlassen hat. Solange dies nicht der Fall ist, wird die Abfrage rekursiv wiederholt und damit die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart beibehalten. Wenn hingegen eine dieser Bedingungen erfüllt ist, wird von der zweiten wieder auf die erste Nacheinspritzungsbetriebsart umgeschaltet, d. h. es wird zum Schritt 2 des

gezeigten Flußdiagramms zurückgesprungen. Gleichzeitig wird der Zeitzählwert  $t$  auf null zurückgesetzt und der Zeitzähler wieder neu gestartet, d. h. es wird ein neuer Zyklus des gezeigten Verfahrensablaufs durchgeführt.

**[0020]** Dies bedeutet, daß die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart mit erhöhter Nacheinspritzmenge auch dann, wenn die Abgastemperatur  $T_A$  innerhalb des zur Stickoxidkonversion besonders günstigen Temperaturfensters bleibt, höchstens für die vorgegebene zweite Mindestzeitspanne  $t_2$  beibehalten wird, so daß bei diesen Abgastemperaturverhältnissen periodisch für die jeweilige erste bzw. zweite Mindestzeitspanne  $t_1$ ,  $t_2$  die erste bzw. die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart aktiviert wird. Dies gewährleistet einerseits eine optimale Stickoxidkonversion und andererseits die Vermeidung eines unnötig hohen Kraftstoffverbrauchs und unerwünschter Kohlenwasserstoffemissionen. Es versteht sich, daß die verschiedenen oben angegebenen Verfahrensparameter anlagenabhängig variabel auf jeweils geeignete Werte eingestellt werden können.

**[0021]** Das Verfahren eignet sich beispielsweise für einen Verbrennungsmotor, in dessen Abgasstrang ein Stickoxid-Adsorberkatalysator angeordnet ist. Von besonderem Vorteil ist die Anwendung des Verfahrens für Motoren, in deren Abgasstrang zwei Abgaskatalysatoren hintereinandergeschaltet sind, von denen der hintere ein kontinuierlich stickoxidreduzierender Denox-Katalysator und der vordere ein Adsorberkatalysator ist. Der in Abgasströmungsrichtung hintere Denox-Katalysator ist dabei in seinem Betriebsverhalten so abgestimmt, daß sein NO<sub>x</sub>-Konversionsmaximum in denjenigen Abgastemperaturbereich fällt, in welchem der vorgeschaltete Adsorberkatalysator wirksam die zuvor adsorbierten Stickoxide zu desorbieren vermag. In diesem Fall wird dann der Adsorberkatalysator synchron zur Umschaltung zwischen der ersten und der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart zwischen Adsorptions- und Desorptionsbetrieb umgeschaltet. Während Betriebsphasen in der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart wirkt er adsorbierend und nimmt dadurch die überschüssigen Stickoxide auf, die vom nachgeschalteten Denox-Katalysator in dieser Betriebsphase nicht vollständig umgewandelt werden könnten. Während Betriebsphasen in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart wird dann der Adsorberkatalysator desorbierend betrieben, wobei die freigesetzten Stickoxide zusammen mit den vom Motor momentan erzeugten Stickoxiden vom nachgeschalteten Denox-Katalysator unter Verwendung der in erhöhter Menge bereitgestellten unverbrannten Kohlenwasserstoffe als Reduktionsmittel wirksam konvertiert werden können. Wenn der vordere Abgaskatalysator ebenfalls eine stickoxidreduzierende Funktion besitzt, wird in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart die Nacheinspritzmenge so hoch gewählt, daß die unverbrannten

Kohlenwasserstoffe vom vorderen Abgaskatalysator nicht vollständig verbraucht werden und daher noch in ausreichender Menge im nachgeschalteten Katalysator zur Vervollständigung der Stickoxidumwandlung zur Verfügung stehen.

### Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor mit einem Abgaskatalysator, insbesondere einem als Stickoxid-Adsorberkatalysator ausgebildeten Denox-Katalysator, und einer Kraftstoffnacheinspritzungsvorrichtung, wobei der Verbrennungsmotor in einer ersten Nacheinspritzungsbetriebsart und in einer zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart derart betreibbar ist, dass für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart und die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart unterschiedliche Kraftstoffnacheinspritzmengen vorgesehen sind und nach Ablauf einer vorgebbaren Mindestzeitspanne für die erste Nacheinspritzungsbetriebsart eine Umschaltung in die zweite Nacheinspritzungsbetriebsart erfolgt.

2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Kraftstoffnacheinspritzung in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart eine gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart höhere Nacheinspritzmenge vorgesehen ist.

3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die Kraftstoffnacheinspritzung eine periodische Umschaltung zwischen der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart und der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart vorgesehen ist.

4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für die Kraftstoffnacheinspritzung in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart ein gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart veränderter Einspritzbeginn vorgesehen ist.

5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Kraftstoffnacheinspritzung in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart ein gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart späterer Einspritzbeginn vorgesehen ist.

6. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Abgaskatalysator, insbesondere einem als Stickoxid-Adsorberkatalysator ausgebildeten Denox-Katalysator, wobei der Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffnacheinspritzung betrieben wird und nach Ablauf einer vorgebbaren Mindestzeitspanne für eine erste Nacheinspritzungsbetriebsart in eine zweite Nacheinspritzungsbetriebsart mit gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart un-

terschiedlichen Kraftstoffnacheinspritzmenge umgeschaltet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart mit einer gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart höheren Nacheinspritzmenge betrieben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor periodisch wechselnd in der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart und der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart betrieben wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart mit einem gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart veränderten Einspritzbeginn betrieben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor in der zweiten Nacheinspritzungsbetriebsart mit einem gegenüber der ersten Nacheinspritzungsbetriebsart späteren Einspritzbeginn betrieben wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

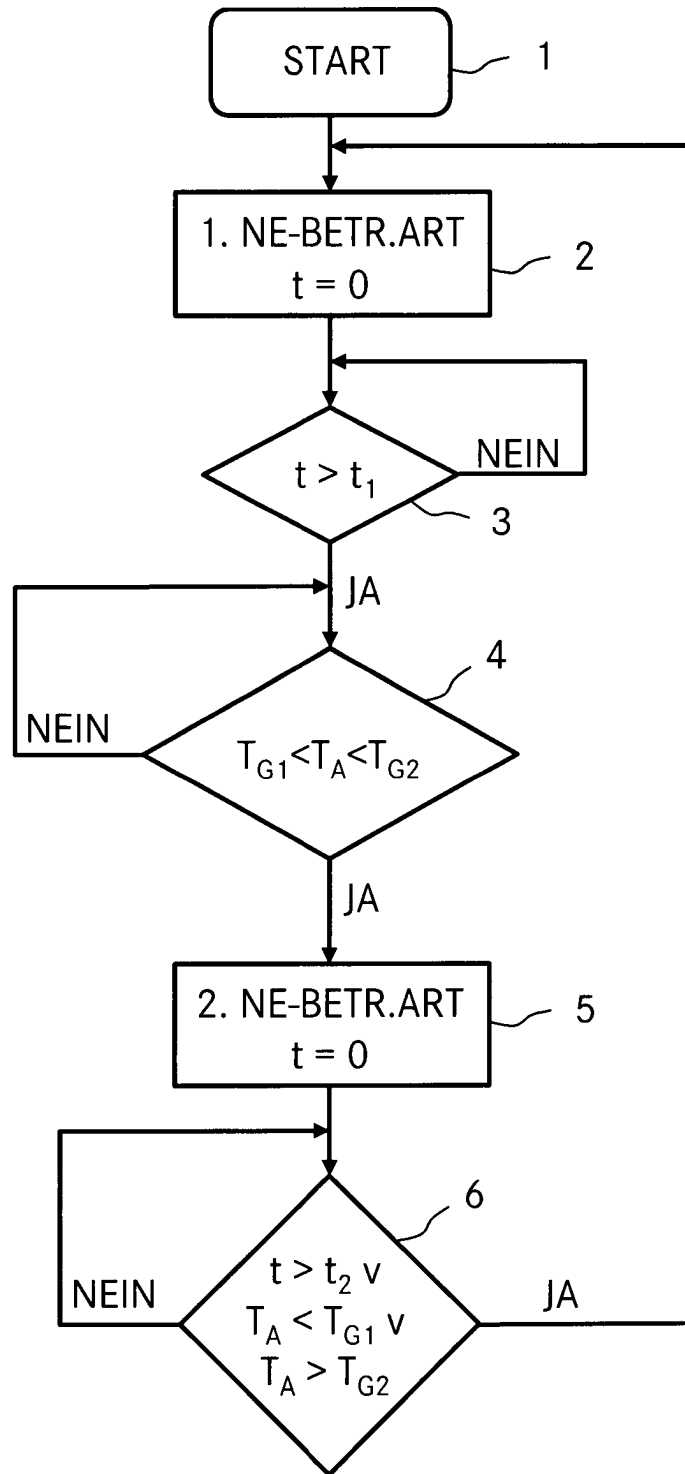


Fig.