



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 46 315 A1** 2004.06.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 46 315.1**
(22) Anmeldetag: **06.10.2003**
(43) Offenlegungstag: **17.06.2004**

(51) Int Cl.7: **F01N 3/36**
F01N 3/30

(30) Unionspriorität:
10/301296 **21.11.2002** **US**

(71) Anmelder:
Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich., US

(74) Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel, 80538 München

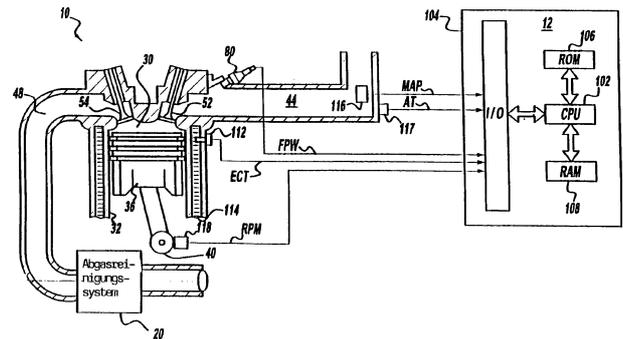
(72) Erfinder:
Upadhyay, Devesh, Dearborn, Mich., US;
Nieuwstadt, Michiel J. van, Ann Arbor, Mich., US;
Ruona, William Charles, Farmington Hills, Mich., US;
Goebelbecker, Michael, Dearborn Heights, Mich., US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Diesel-Abgasnachbehandlungssysteme**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und ein System für verbesserte Reduktanzuführung zu einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung für ein Innenverbrennungsmotorauspuffsystem vorgestellt. Das System umfaßt eine beheizte Verdampfeinheit, in die eine Mischung von Reduktant und Luft eingespritzt wird, wodurch die Mischung verdampft und anschließend in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung eingeleitet wird. Die Einleitung des mit Luft vermischten Reduktants in die beheizte Verdampfeinheit verhindert Lack- und Rußablagerungen auf dem erhitzten Element, welches im Inneren der Einheit untergebracht ist, und beschleunigt aufgrund der besseren Verteilung des Reduktants auch den Verdampfungsprozeß, womit Verzögerungen der Reaktion des Systems reduziert und der Umwandlungswirkungsgrad der Abgasnachbehandlungsvorrichtung verbessert wird. Das Reduktanzuführsystem wird des weiteren durch die Hinzufügung eines Katalysators und dadurch verbessert, daß verhindert wird, daß die Reduktant- und Luftmischung mit der Oberfläche des Heizelements direkt in Kontakt kommt.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System und ein Verfahren zur Verbesserung der Leistung einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung und insbesondere auf die Verwendung eines luftgestützten beheizten Reduktanzuführsystems, um den NO_x -Umwandlungswirkungsgrad zu verbessern und den Kraftstoffverbrauchsnachteil zu mindern.

Stand der Technik

[0002] Die aktuellen Abgasvorschriften erfordern die Verwendung von Katalysatoren in den Abgassystemen von Kraftfahrzeugen, um Kohlenmonoxide (CO), Kohlenwasserstoffe (HC) und Stickoxide (NO_x), die während des Motorbetriebes entstehen, in nicht vorschriftswidrige Abgase umzuwandeln. Mit Diesel- oder Magerbenzinmotoren ausgerüstete Fahrzeuge bieten den Vorteil verbesserten Kraftstoffverbrauchsverhaltens. Solche Fahrzeuge müssen mit Abgasnachbehandlungssystemen für Magermotoren, wie z.B. Active Lean NO_x -Katalysatoren (ALNC), ausgerüstet werden, die auch in einer sauerstoffreichen Umgebung kontinuierlich NO_x -Emissionen zu reduzieren vermögen. Um die NO_x -Reduzierung in dem ALNC zu maximieren, muß dem in die Vorrichtung eintretenden Abgas ein kohlenwasserstoffbasiertes Reduktant, wie z.B. Kraftstoff (HC), hinzugefügt werden. Das Einleiten von Kraftstoff als Reduktant Kraftstoff verschlechtert jedoch die Gesamtkraftstoffökonomie des Fahrzeuges. Um hohe Werte der NO_x -Umwandlung im ALNC zu erreichen und gleichzeitig den Kraftstoffverbrauchsnachteil zu minimieren, ist es wichtig, die Verwendung von eingespritztem Reduktant zu optimieren.

[0003] In dieser Hinsicht ist an sich bekannt, daß verbesserte NO_x -Umwandlung dadurch erreicht werden kann, daß das Reduktant in Dampf- statt in flüssiger Form aufgrund einer besseren Verteilung und Vermischung des Reduktants mit dem in die NO_x -Reduktionsvorrichtung eintretenden Abgas eingeleitet wird.

[0004] Ein solches System wird im US-Patent 5.771.689 beschrieben, bei dem ein Reduktant in das Abgas über eine Verdampfvorrichtung eingeführt wird, welche einen Hohlkörper mit einem sich in sein Inneres erstreckenden Heizelement aufweist. Die Verdampfvorrichtung erstreckt sich in die Wand des Auspuffrohrs stromauf vom Katalysator. Das Reduktant wird in der Weise eingeführt, daß es durch den engen Raum zwischen dem Hohlkörper und dem Heizelement solange fließt, bis es die Spitze des Heizelements erreicht, von wo aus es in Dampfform in das Auspuffrohr eintritt und sich mit dem in den Katalysator eintretenden Abgas vermischt.

[0005] Die Erfinder erkannten mehrere Nachteile dieser Vorgehensweise. Wenn nämlich die Zufüh-

rung von Reduktant abgeschaltet oder gemindert wurde, wie dies durch die Betriebsbedingungen erzwungen wird, kann etwas Reduktant in dem ringförmigen Raum in Kontakt mit dem Heizelement verbleiben und demzufolge die Öffnung um die Heizvorrichtung durch Verkohlung des Restkraftstoffs verstopfen. Ein solcher Kohlenstoffaufbau kann zum Blockieren des Durchgangs an der Spitze führen, über die der verdampfte Kraftstoff in den Abgasstrom eintritt. Des weiteren kommt es bei der Einführung des Reduktants in den Abgasstrom zu einer Verzögerung aufgrund der Zeit, die das Reduktant benötigt, um sich über die Länge des Heizelements zu bewegen. Darüber hinaus wird die Lebensdauer des Heizelements reduziert, weil seine Temperatur nicht aufgrund der Betriebsbedingungen geregelt und angepaßt wird und es zu Rußkontamination kommt. Ein weiterer Nachteil der Vorgehensweise nach dem Stand der Technik ist, daß aufgrund des oben erwähnten Fehlens einer Temperaturregelung zusätzlicher Strom verbraucht wird.

Aufgabenstellung

[0006] Die vorliegende Erfindung lehrt ein System und ein Verfahren für das Einleiten von verdampftem Reduktant in einen Abgasstrom, der in eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung für Magermotoren eintritt und die die oben erwähnten Nachteile der Vorgehensweisen nach dem Stand der Technik beseitigen.

[0007] Erfindungsgemäß umfaßt ein Reduktanzuführsystem: eine mindestens ein Heizelement aufweisende Verdampfeinheit, eine Mischvorrichtung, welche mindestens einen Einlaß und mindestens einen Auslaß aufweist, wobei der genannte Auslaß mit der genannten Verdampfeinheit verbunden ist, und ein Steuergerät für das Einleiten von Reduktant und Luft in die genannte Mischvorrichtung durch die genannte Einlaßöffnung, das Einspritzen einer Mischung des genannten Reduktants und der genannten Luft durch den genannten Auslaß in die genannte Verdampfeinheit, wodurch die Verdampfung der genannten Reduktant- und Luftmischung bewirkt wird.

[0008] Nach einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Verfahren für die Steuerung eines Reduktanzuführsystems, das mindestens ein Heizelement aufweist und stromauf von einem Auspuffsystem eines Innenverbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug angeschlossen ist, folgendes: Einspritzen von Luft in das Reduktanzuführsystem, Einspritzen eines Reduktants in das Reduktanzuführsystem, wodurch eine verdampfte Mischung geschaffen wird und Einleiten der genannten verdampften Mischung in das Auspuffsystem des Motors.

[0009] Die vorliegende Erfindung bietet eine Reihe von Vorteilen. Insbesondere verbessert die Schaffung einer Mischung von Reduktant und Luft den Wirkungsgrad der Abgasnachbehandlungsvorrichtung aufgrund der verbesserten Vermischung des Reduk-

tants mit dem Hauptabgasstrom und verbesserter Katalysatorwirkung im Vergleich zur Nutzung von Reduktant in der flüssigen Phase. Zusätzlich bricht die Vermischung von Reduktant und Luft den Reduktant in kleine Partikel auf, was zu einem entsprechend schnelleren Verdampfungsprozeß führt. Des weiteren verhindert das Einspritzen von Luft in die Verdampferinheit Lack- und Rußablagerungen auf der Oberfläche des Heizelements. Des weiteren erkannten die Erfinder, daß die dynamische Regelung der Temperatur des Heizelements, um von der durch die Abgase gelieferten Hitze zu profitieren, ein Überhitzen verhindert, die Lebensdauer des Heizelementes verbessert und den Stromverbrauch reduziert.

[0010] Ein noch weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Temperatur des Heizelementes so geregelt werden kann, daß die eingespritzte Reduktant- und Luftmischung entzündet und damit Kohlenmonoxid (CO) produziert wird, was die NO_x -Reduktion im ALNC weiter verbessert.

[0011] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die CO-Erzeugung (und damit entsprechend der NO_x -Umwandlungswirkungsgrad) dadurch verbessert wird, daß ein Oxidationskatalysator in den Weg der Reduktant- und Luftmischung vor deren Vermischung mit den Abgasen plaziert wird.

Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere erfindungswesentliche Merkmale gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor, in der mit Bezug auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen:

[0013] **Fig. 1A** und **1B** schematische Diagramme eines Motors, bei dem die Erfindung vorteilhaft genutzt wird;

[0014] **Fig. 2** ein Beispiel einer Ausführungsform eines Abgasreinigungssystems, bei dem die vorliegende Erfindung vorteilhaft genutzt wird;

[0015] **Fig. 3A, 3B** und **3C** Beispiele von Reduktantzuführsystemen nach der vorliegenden Erfindung;

[0016] **Fig. 4** ein Übersichtsflußdiagramm einer beispielhaften Routine für die Regelung einer Temperatur des Heizelements des Reduktantzuführsystems nach der vorliegenden Erfindung;

[0017] **Fig. 5** und **6** die Beschreibung einer beispielhaften Routine und einer Veränderungskurve zur Bestimmung einer der Abgasnachbehandlungsvorrichtung zuzuführenden Reduktantmenge nach der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0018] Ein Innenverbrennungsmotor **10**, welcher eine Mehrzahl von Zylindern aufweist, von denen ein Zylinder in **Fig. 1** gezeigt wird, wird von einem elektronischen Motorsteuergerät **12** gesteuert. Der Motor **10** weist einen Verbrennungsraum **30** und Zylinderwände **32** mit darin angeordneten und mit der Kurbel-

welle **40** verbundenem Kolben **36** auf. Der Verbrennungsraum **30** steht über jeweilige Einlaßventile **52** und Auslaßventile **54** mit einem Ansaugkrümmer **44** und einem Auspuffkrümmer **48** in Verbindung. Der Ansaugkrümmer **44** wird weiter so dargestellt, daß damit ein Kraftstoffinjektor **80** verbunden ist, um proportional zur Impulsbreite eines Signals FPW aus dem Steuergerät **12** Kraftstoff zuzuführen. Sowohl durch die das Signal FPW geregelte Kraftstoffmenge als auch der Einspritzzeitpunkt können angepaßt werden. Kraftstoff wird dem Kraftstoffinjektor **80** durch ein (nicht gezeigtes) Kraftstoffsystem zugeführt, welches einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe und ein (nicht gezeigtes) Kraftstoffverteilerrohr aufweist.

[0019] Das Steuergerät **12** wird in **Fig. 1** als ein an sich bekannter Mikrocomputer dargestellt, welcher aufweist: eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingangs/Ausgangsanschlüsse **104**, einen nicht löschraren Festwertspeicher **106**, einen Direktzugriffsspeicher **108** und einen herkömmlichen Datenbus. Das Steuergerät **12** erhält zusätzlich zu den vorstehend erörterten Signalen verschiedene Signale aus den mit dem Motor **10** verbundenen Sensoren, einschließlich: Motorkühlmitteltemperatur (ECT) durch den mit dem Kühlmantel **114** verbundenen Temperatursensor **112**, eine Messung des Krümmerdrucks (MAP) durch den mit dem Ansaugkrümmer **44** verbundenen Drucksensor **116**, eine Messung (AT) der Krümmertemperatur durch den Temperatursensor **117**; ein Motordrehzahlsignal (RPM) durch den mit der Kurbelwelle **40** verbundenen Motordrehzahlsensor **118**.

[0020] Ein Abgasreinigungssystem **20**, das mit einem Auspuffkrümmer **48** verbunden ist, wird nachstehend im Detail anhand der **Fig. 2** beschrieben.

[0021] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1 B** wird nun ein alternatives Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem der Motor **10** ein Motor mit Direkteinspritzung ist, wobei der Injektor **80** so angeordnet ist, daß er Kraftstoff direkt in den Zylinder **30** einspritzt.

[0022] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** wird ein Ausführungsbeispiel eines Abgasreinigungssystems, das die Erfindung vorteilhaft nutzt, beschrieben. Das Abgasreinigungssystem **20** ist stromab von einem Innenverbrennungsmotor **10** verbunden und wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. Der Katalysator **14** ist ein Active Lean NO_x -Katalysator (ALNC), welcher NO_x in einer sauerstoffreichen Umgebung zu reduzieren vermag. Der Oxidationskatalysator **13** ist stromauf vom ALNC verbunden und kann ein Edelmetallkatalysator, vorzugsweise ein Platin enthaltender Katalysator sein. Der Oxidationskatalysator verbrennt exothermisch Kohlenwasserstoffe (HC) in dem aus dem Motor ankommenden Abgas und liefert damit Hitze für das rasche Erwärmen des Active Lean NO_x -Katalysators (ALNC) **14**. Zusätzlich verbessert als Ergebnis der HC-Verbrennung im Oxidationskatalysator **13** entstandenes Kohlenmonoxid (CO) die NO_x -Reduzierung im ALNC. Der Partikelfil-

ter **15** ist stromab vom ALNC verbunden und in der Lage, Kohlenpartikel aus dem Auspuff zu speichern. [0023] Ein Reduktanzuführsystem **16** ist zwischen dem Oxidationskatalysator und dem ALNC mit dem Auspuffkrümmer verbunden. Alternative Ausführungsbeispiele des Reduktanzuführsystems werden später hierin unter besonderer Bezugnahme auf die **Fig. 3A bis 3C** beschrieben.

[0024] Das Diagramm der **Fig. 3A** stellt allgemein ein Ausführungsbeispiel eines Reduktanzuführsystems nach der Erfindung dar. Das System umfaßt eine Verdampfeinheit **21**, welche ein längliches Heizelement **22** beinhaltet. In diesem Beispiel ist das Heizelement ein elektrisch beheiztes zylinderförmiges Heizelement. Alternativ könnte das Heizelement rechteckig geformt sein, um seine Oberflächenkontaktfläche mit der eingespritzten Reduktant- und Luftmischung zu vergrößern. Bei noch einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel kann eine oxidierende katalytische Beschichtung zu der Verdampfeinheit hinzugefügt werden, wie z.B. eine Beschichtung auf der inneren Oberfläche des Heizelementgehäuses und eine katalytische Kappe an dem Punkt, an dem die verdampfte Reduktant- und Luftmischung in den Auspuffkrümmer eintritt, um die CO-Erzeugung zu erleichtern. Die katalytische Beschichtung kann eine Beschichtung aus Edelmetall sein, vorzugsweise eine Platin oder Palladium enthaltende Beschichtung. Das Steuergerät **12** regelt die Temperatur des Heizelements durch Lieferung eines PWM-Signals mit verschiedenen Einschaltzyklen. Der Einschaltzyklus des PWM-Steuersignals an das Heizelement wird aufgrund einer abgespeicherten Tabelle basierend auf Betriebsbedingungen festgelegt, um die gewünschte Heizelementtemperatur zu erreichen. Die Mischeinheit **23** weist einen Reduktanteinlaß und einen Lufteinlaß sowie einen Auslaß **24** auf, der mit der Verdampfeinheit verbunden ist und über den eine Mischung aus Reduktant und Luft in das Gehäuse eingespritzt wird und anschließend mit der Oberfläche des Heizelements **22** in Kontakt kommt. Bei einem (nicht gezeigten) alternativen Ausführungsbeispiel können sowohl Luft als auch Reduktant durch einen einzelnen Einlaß eingespritzt werden. Das Reduktant kann der Mischeinheit **23** aus dem Kraftstofftank oder aus einem Vorratsbehälter zugeführt werden. Die Luftpumpe **25** liefert Druckluft an die Mischeinheit **23**, wodurch eine Mischung von Reduktant und Luft geschaltet wird. Der Auslaß **24** ist so ausgebildet, daß er die Reduktant- und Luftmischung mehr als einer Fläche an der Oberfläche des Heizelements zuführt. Das Steuergerät **12** kann abhängig von Betriebsbedingungen, wie z.B. Motordrehzahl, Motorlast, Abgastemperatur usw., wahlweise die Einspritzung der Mischung in diese Bereiche aktivieren und deaktivieren. Beispielsweise kann es, wenn die erforderliche Reduktantmenge groß ist, wie z.B. bei Zuständen hoher Last, notwendig sein, die Zuführung der Reduktant- und Luftmischung zu mehr als einem Bereich auf der Oberfläche des Heizelements

zu aktivieren. Alternativ kann der Auslaß **24** so konfiguriert sein, daß die Reduktant- und Luftmischung zu mehr als einem bestimmten Bereich des Heizelements geführt wird.

[0025] **Fig. 3B** zeigt eine alternative Konstruktion des Heizelementgehäuses. Wie in der Zeichnung zu sehen ist, wird das Heizelement von einem Zuführrohr umschlossen, dessen Innendurchmesser groß genug ist, um das Heizelement aufzunehmen. Das Zuführrohr weist einen engen, in dasselbe gebohrten Kanal auf, der als Durchlaß für die Luft- und Reduktantmischung dient. Die Luft- und Reduktantmischung wird in den engen Kanal eingespritzt und wird durch die durch das eingeschlossene Heizelement gelieferte Hitze rasch verdampft, ohne in direkten Kontakt mit seiner Oberfläche zu kommen. Bei dieser Ausführungsform wird die Lebensdauer des Heizelements weiter verbessert, da die Reduktant- und Luftmischung niemals in direkten Kontakt mit seiner Oberfläche kommt. Das Zuführrohr weist an seinem Ende eine oder mehrere Öffnungen auf, durch die die verdampfte Reduktant- und Luftmischung in den Auspuffkrümmer eintritt.

[0026] **Fig. 3C** zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel des in **Fig. 3B** gezeigten Heizelementgehäuses, bei dem ein poröser oxidierender katalytischer Einsatz, vorzugsweise ein Platin oder Palladium enthaltender Einsatz, am Kopf des Zuführrohrs angeordnet wird, um die Umwandlung der verdampften Kohlenwasserstoffe in Kohlenmonoxid zu erleichtern. Zusätzlich können eine oder mehrere Öffnungen in das Zuführrohr längs seiner Länge gebohrt und mit porösem oxidierendem katalytischem Material verschlossen werden, um die Umwandlung von Kohlenwasserstoffen in Kohlenmonoxid weiter zu erleichtern.

[0027] Demzufolge werden erfindungsgemäß ein verbessertes Reduktanzuführsystem und ein verbessertes Verfahren vorgestellt. Das Vermischen von Reduktant mit Luft bewirkt, daß das Reduktant innerhalb des Reduktanzuführsystems gut verteilt wird, und damit wird der Verdampfungsprozeß beschleunigt. Des weiteren wird die Lebensdauer des Systems durch die Minderung von Lack- und Rußablagerungen aufgrund besserer Verteilung des Reduktants und eines schnelleren Verdampfungsprozesses verbessert. Die Systemleistung wird durch die Hinzugabe einer oxidierenden katalytischen Beschichtung weiter verbessert.

[0028] Wie für den Fachmann leicht erkennbar ist, können die nachstehend anhand der **Fig. 3** und **4** beschriebenen Routinen eine oder mehrere einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien darstellen, wie z.B. ereignisgetriebene, unterbrechungsgetriebene, Multi-Tasking-, Multi-Threading- und ähnliche Strategien. Entsprechend können verschiedene dargestellte Schritte oder Funktionen in der dargestellten Abfolge oder parallel ausgeführt oder in einigen Fällen weggelassen werden. Analog muß die Reihenfolge der Verarbeitung nicht unbedingt eingehalten werden, um die Ziele, Merkmale und Vorteile der

Erfindung zu erreichen, diese werden lediglich für Zwecke der Erläuterung und Beschreibung geliefert. Obwohl dies nicht ausdrücklich dargestellt wurde, wird der Fachmann erkennen, daß einer oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen abhängig von der besonderen jeweils genutzten Strategie mehrfach ausgeführt werden können.

[0029] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** wird nunmehr eine beispielhafte Routine für die Regelung der Temperatur des Heizelements des Verdampfersystems nach der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zunächst wird im Schritt 100 die gewünschte Heizelementtemperatur T_{des} bestimmt. Diese Bestimmung beruht darauf, welche Funktion das Reduktantverdampfersystem ausführt, beispielsweise ob die Mischung verdampft oder verbrannt werden muß. Als nächstes geht die Routine weiter zum Schritt 200, bei dem Betriebsbedingungen, von denen bekannt ist, daß sie eine Auswirkung auf die Heizelementtemperatur haben, wie z.B. die Abgastemperatur stromauf vom ALNC, bewertet werden. Die Abgastemperatur kann aufgrund eines im Auspuffkrümmer angeordneten Temperatursensors festgestellt oder aufgrund von Parametern, wie Motordrehzahl, Motorlast, Motortemperatur, Zündzeitpunkt usw. geschätzt werden. Als nächstes wird im Schritt 300 aufgrund von Betriebsbedingungen, wie z.B. im vorliegenden Beispiel der Abgastemperatur, und aufgrund eines abgespeicherten, durch Versuche erarbeiteten Temperaturkennfeldes ein optimaler Einschaltzyklus zur Erreichung der gewünschten Heizelementtemperatur für das Heizelement bestimmt. Die Routine geht dann zum Schritt 400 weiter, bei dem der Einschaltzyklus des Heizelementsteuersignals so angepaßt wird, daß die gewünschte Heizelementtemperatur erreicht wird. Die Routine ist dann abgeschlossen.

[0030] Durch den Aufbau eines Kennfeldes der Heizelementtemperatur aufgrund von Betriebsbedingungen, wie z.B. der Abgastemperatur, oder eines beliebigen Parameters, von dem bekannt ist, daß er die Temperatur des Heizelements beeinflusst, ist es dementsprechend möglich, die Temperatur des Heizelements dynamisch zu regeln, um eine optimale Abgabe von Reduktant- und Luftmischung zu erreichen und gleichzeitig den Stromverbrauch zu minimieren sowie eine Überhitzung des Heizelements zu verhindern. Mit anderen Worten ist es möglich, die Hitze, die von dem durch das Reduktantzuführsystem strömenden Abgas geliefert wird, zu nutzen, wenn die Temperatur des Heizelements geregelt wird. Beispielsweise führt eine höhere Abgastemperatur zu geringem Strombedarf, während eine niedrigere Abgastemperatur zu höherem Strombedarf führt. Es ist auch möglich, die Stromzufuhr vollständig abzustellen, wenn die Abgastemperatur hoch genug ist, um das Heizelement bei der gewünschten Temperatur zu halten, wie z.B. in einem Zustand mit hoher Motorlast.

[0031] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** wird nunmehr eine beispielhafte Routine der Regelung der Einsprit-

zung eines Reduktants in den Abgasstrom unter Verwendung eines Reduktantverdampfersystems, wie in **Fig. 3A** beschrieben, vorgestellt. Zunächst wird im Schritt 500 die Menge an in die Vorrichtung eintretenden NO_x in der Abgasmischung $NO_{x_{fg}}$ auf der Grundlage von Motorbetriebsbedingungen geschätzt. Diese Bedingungen können Motordrehzahl, Motorlast, Abgastemperaturen, Temperaturen der Abgasnachbehandlungsvorrichtung, Einspritzzeitpunkt, Motortemperatur und sonstige Parameter umfassen, von denen der Fachmann weiß, daß sie geeignet sind, die Menge des durch die Verbrennungsdrücke produzierten NO_x anzuzeigen. Alternativ kann ein NO_x -Sensor dazu verwendet werden, die Menge an NO_x in der Abgasmischung zu messen. Als nächstes wird im Schritt 600 die Reduktanteinspritzmenge RA_{inj_1} bei konstanten Bedingungen auf der Grundlage folgender Gleichung berechnet:

$$\frac{(RA_{fg} + RA_{inj_1})}{NO_{x_{fg}}} = R_{des}$$

worin RA_{fg} die Menge an Reduktant in der in die Vorrichtung eintretenden Abgasmischung ist, die auf der Grundlage von Motorbetriebsbedingungen bestimmt werden kann. Diese anfängliche Reduktantmenge RA_{inj_1} wird bei konstanten Bedingungen evaluiert und ergibt eine Basisreduktantmenge, welche für jeden Motordrehzahl- und Motorlastpunkt einzuspritzen ist. Die Menge wird kalibriert, um ein bestimmtes Reduktant/ NO_x -Verhältnis R_{des} in dem aus dem Motor ausströmendem Abgas zu erreichen. Das Verhältnis wird typischerweise als Ergebnis einer Abwägung zwischen NO_x -Umwandlung und Kraftstoffverbrauchsachteil aufgrund der Reduktanteinspritzung bestimmt, und in diesem Beispiel wird es auf ungefähr 10 eingestellt. Anschließend wird im Schritt 700 die Basis-Reduktanteinspritzmenge RA_{inj_1} bei konstanten Bedingungen modifiziert, um Motorbetriebsbedingungen, wie Motorkühlmitteltemperatur T_c , Abgastemperatur T_{eg} , EGR-Ventilstellung EGR_{pos} , Beginn der Einspritzung SOI und sonstige Parameter, zu berücksichtigen:

$$RA_{inj_2} = RA_{inj_1} \cdot f_1(T_c) \cdot f_2(T_{eg}) \cdot f_3(SOI) \cdot f_4(EGR_{pos})$$

[0032] Die Routine geht dann weiter zum Schritt 800, wo die momentane Veränderung der Gaspedalstellung wie folgt berechnet wird:

$$pps_diff(t) = \frac{(pps(t) - pps(t-1))}{T_s}$$

worin T_s die Samplingrate ist und $pps(t)$ die Gaspedalstellung beim Zeitpunkt t angibt. Als nächstes wird im Schritt 900 ein Tiefpaßfilter angewandt, um Störeinflüsse zu dämpfen:

$$pps_diff_lp(t) = (1 - k_f) \cdot pps_diff_lp(t-1) + k_f \cdot pps_diff(t-1)$$

worin k_f die Rate der Filterung regelt. Die Routine geht dann weiter zum Schritt 1000, wo die Reduktantmenge weiter modifiziert wird, um transientes Motorverhalten zu berücksichtigen, wie dies durch die Veränderungen bei der Gaspedalstellung dargestellt wurde:

$$RA_{inj_3} = RA_{inj_2} \cdot f_5(pps_diff_lp)$$

worin die Funktion f_5 gebildet wird, um ein verstärktes Einspritzen von Reduktant während des Niedertretens des Gaspedals und ein vermindertes Einspritzen von Reduktant während des Loslassens des Gaspedals zu erlauben. Bei diesem alternativen Ausführungsbeispiel können anstelle der Gaspedalstellung die Motordrehzahl oder der Kraftstoffbedarfsensor oder jeder andere Parameter, von dem der Fachmann weiß, daß er geeignet ist, eine Messung des transienten Motorverhaltens zu liefern, verwendet werden, um RA_{inj_3} zu erhalten. Als nächstes wird im Schritt 1100 die gewünschte Temperatur des Heizelements wie unter besonderer Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben erhalten, um dadurch eine optimale Temperatur für die Reduktant- und Luftmischungsverdampfung zu erreichen. Die Routine geht dann weiter zum Schritt 1200, bei dem die Bereiche an der Oberfläche des Heizelements, in die eine Reduktant- und Luftmischung eingespritzt wird, aufgrund von Betriebsbedingungen ausgewählt werden. Diese Bereiche werden auf der Grundlage von Parametern, wie der Menge des zuzuführenden Reduktants, Motorlast, Drehzahl, Abgastemperatur, Katalysatortemperatur, Drosselklappenstellung usw., aus einem abgespeicherten Kennfeld ausgewählt. Beispielsweise kann es bei hohen Motorlasten wünschenswert sein, die Reduktant- und Luftmischung schneller einzuspritzen als bei niedrigen Motorlasten, und demzufolge wird in diesem Fall die Zuführung zu mehreren Bereichen aktiviert. Die Routine ist damit beendet. Ein Beispiel von f_5 wird mit besonderer Bezugnahme auf **Fig. 6** gezeigt. Demzufolge sollte erfindungsgemäß für die Erreichung eines verbesserten Wirkungsgrades der Abgasnachbehandlungsvorrichtung die einzuspritzende Reduktantmenge angepaßt werden, um Erhöhungen oder Minderungen der Menge an NO_x in dem in die Vorrichtung eintretenden Abgas, die sich aus dem transienten Motorverhalten ergeben, zu berücksichtigen. Dies kann durch kontinuierliches Überwachen der Motorparameter, die es ermöglichen, eine Messung des transienten Motorverhaltens, wie z.B. ein Gaspedalstellungssensor, zu liefern, und kontinuierliches Anpassen der einzuspritzenden Reduktantmenge als Funktion von gefilterten momentanen Änderungen bei diesen Parametern ergänzt werden. Da die NO_x -Produktion typischerweise beim Niedertreten des Gaspedals erhöht und beim Loslassen des Gaspedals gemindert wird, würde das Ergebnis eines solchen Betriebes in ersterem Fall die Erhöhung der Basiseinspritzmenge und in letzterem

Fall die Verminderung der Basiseinspritzmenge sein. Des weiteren stellt die Verwendung einer Reduktantverdampfeinheit eine schnelle Systemreaktion, einen effizienteren Systembetrieb, bessere Abgasreinigung und verbessertes Kraftstoffverhaltensverhalten sicher.

[0033] Damit ist die Beschreibung der Erfindung abgeschlossen. Ihre Lektüre durch den Fachmann führt zur Entdeckung zahlreicher Änderungen und Modifizierungen, ohne Geist und Rahmen der Erfindung zu verlassen. Demzufolge ist beabsichtigt, daß der Rahmen der Erfindung durch die nachstehenden Patentansprüche definiert wird.

Patentansprüche

1. Reduktantzuführsystem, welches System **dadurch gekennzeichnet** ist, daß es umfaßt: eine mindestens ein Heizelement aufweisende Verdampfeinheit; eine Mischvorrichtung, welche mindestens einen Einlaß und mindestens einen Auslaß aufweist, der mit der genannten Verdampfeinheit verbunden ist; und ein Steuergerät für die Einleitung von Reduktant und Luft in die genannte Mischvorrichtung durch den genannten Einlaß, Einspritzen einer Mischung des genannten Reduktants und der genannten Luft durch den genannten Auslaß in die genannte Verdampfeinheit, wodurch die genannte Reduktant- und Luftmischung verdampft wird.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktant Kohlenwasserstoff ist.
3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es des weiteren ein Zuführrohr für das Umschließen der genannten Reduktant- und Luftmischung umfaßt, wobei die genannte Reduktant- und Luftmischung im Inneren des genannten Zuführrohrs verdampft, ohne mit einer Fläche des genannten Heizelements direkt in Kontakt zu kommen.
4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Heizelement ein elektrisch beheizter länglicher Heizelementeinsatz ist.
5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Heizelementeinsatz zylindrisch geformt ist.
6. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Heizelementeinsatz von rechteckiger Form ist.
7. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Verdampfeinheit des weiteren einen Oxidationskatalysator umfaßt.
8. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Auslaß der Mischvorrich-

tung so konfiguriert ist, daß die genannte Mischung des genannten Reduktants und der genannten Luft mindestens zwei vorbestimmten Bereichen auf der Oberfläche des genannten Heizelements zugeführt wird.

9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Steuergerät des weiteren angepaßt wird, um die Zuführung der genannten Mischung des genannten Reduktants und der genannten Luft zu den mindestens zwei vorbestimmten Bereichen des genannten Heizelements zu aktivieren und zu deaktivieren.

10. Verfahren für die Verdampfung einer Substanz in einem Reduktantzuführsystem für eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung, wobei das System mindestens ein Heizelement aufweist, welches Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß es umfaßt: Erzeugen einer Mischung durch Vermischen einer vorbestimmten Menge von Reduktant mit einer vorbestimmten Menge Luft, und Einspritzen der genannten Mischung in das Reduktantzuführsystem, wodurch die Verdampfung der genannten Mischung bewirkt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Reduktant Kohlenwasserstoff ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Abgasnachbehandlungsvorrichtung ein Active Lean NO_x-Katalysator (ALNC) ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner das Leiten der genannten verdampften Mischung in den genannten ALNC-Katalysator umfaßt.

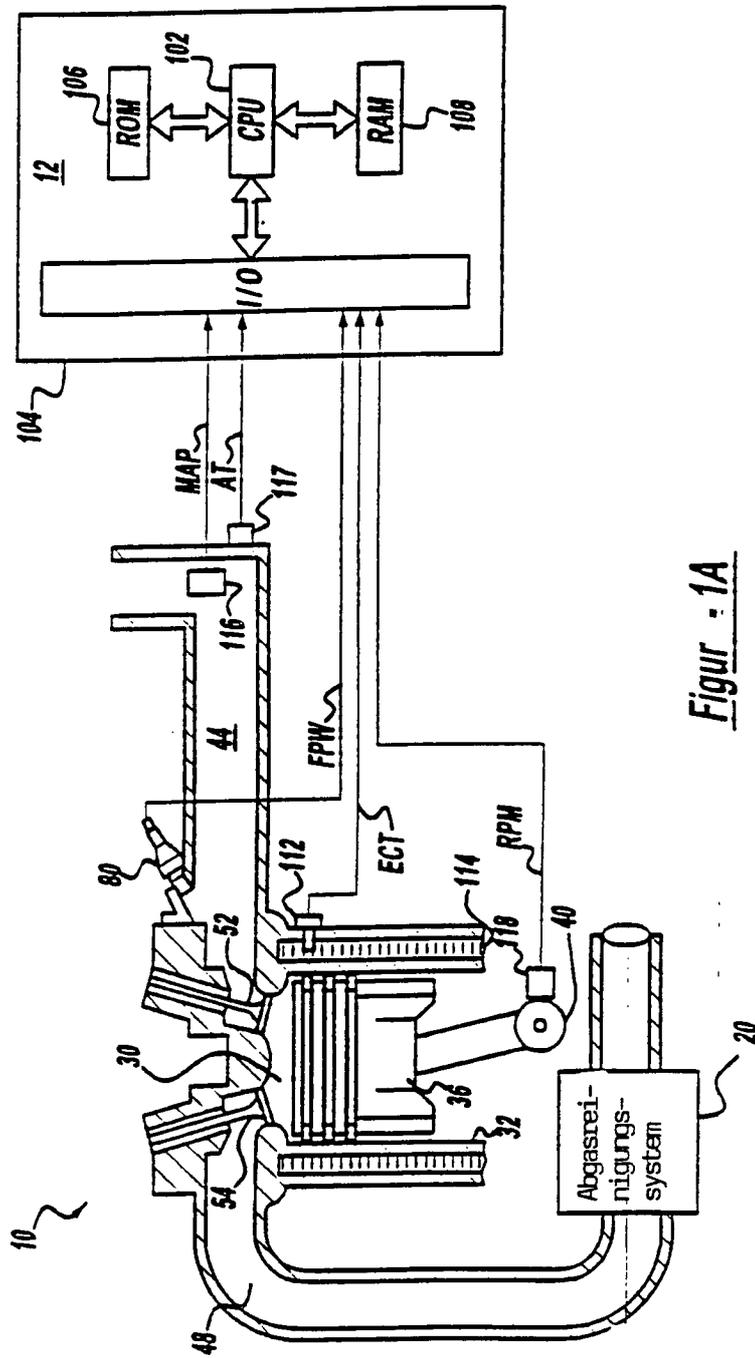
14. Verfahren zur Steuerung eines Reduktantzuführsystems, welches mindestens ein Heizelement aufweist, wobei das System stromauf einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung eines in ein Kraftfahrzeug eingebauten Innenverbrennungsmotors angeschlossen ist, welches Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß es umfaßt: Einspritzen von Luft in das System, Einspritzen von Reduktant in das System, wodurch eine verdampfte Mischung geschaffen wird, und Einleiten der genannten verdampften Mischung in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Reduktant Kohlenwasserstoff ist.

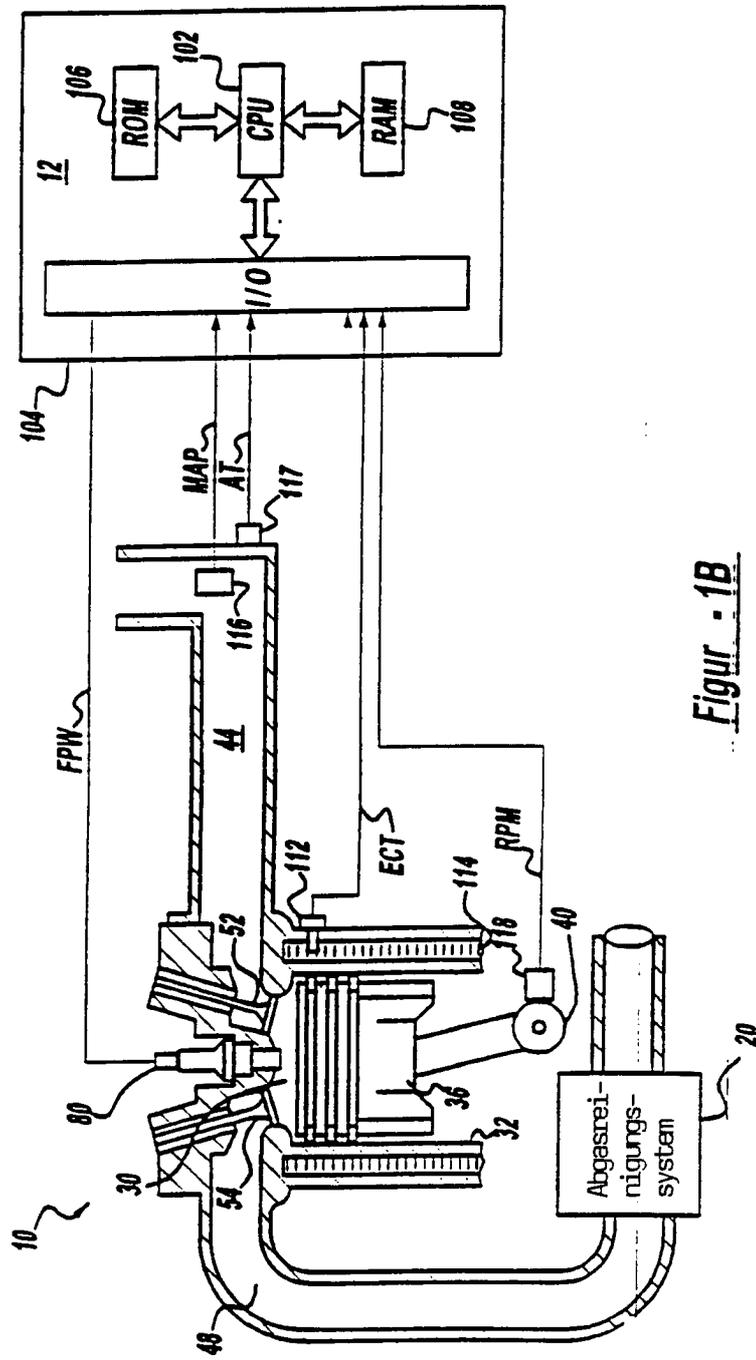
16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor ein Dieselmotor ist.

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgasnachbehandlungsvorrichtung ein ALNC ist.

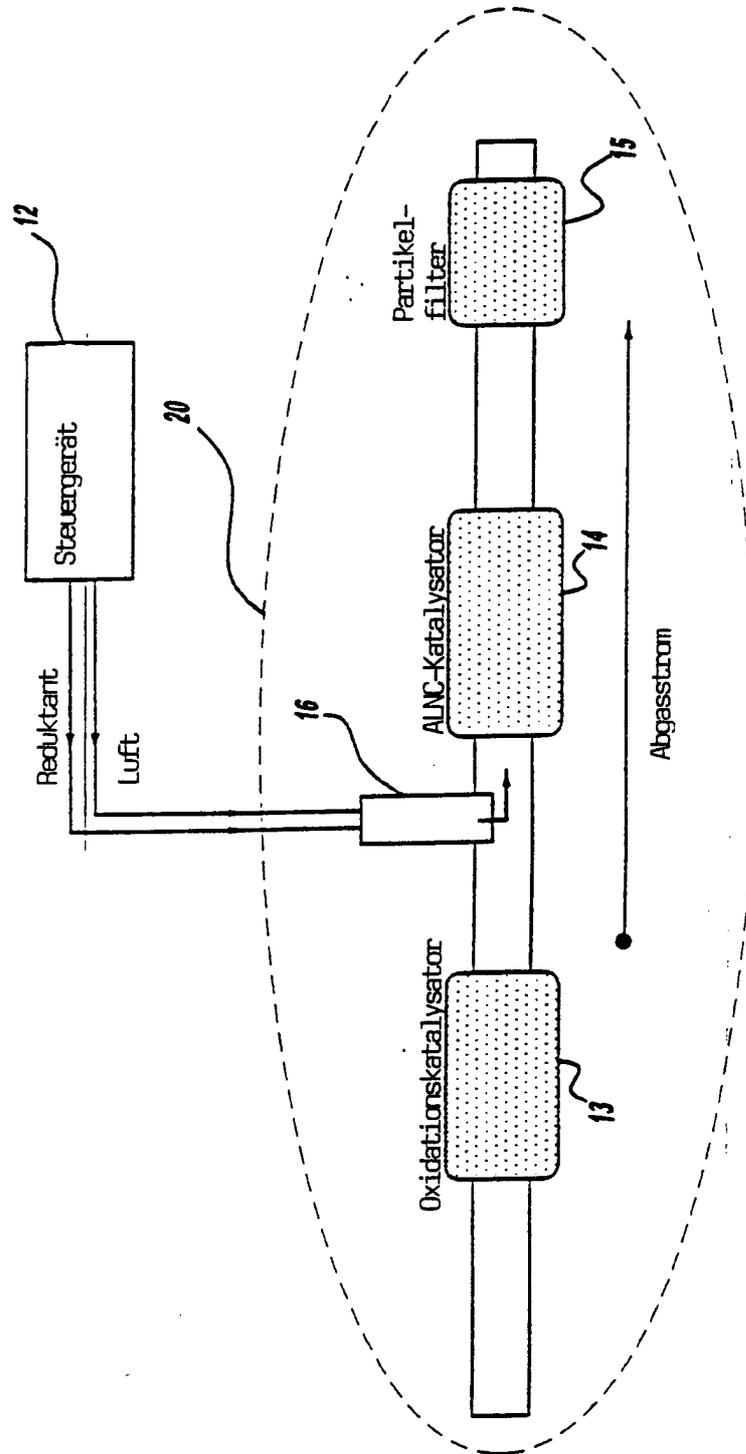
Es folgen 9 Blatt Zeichnungen



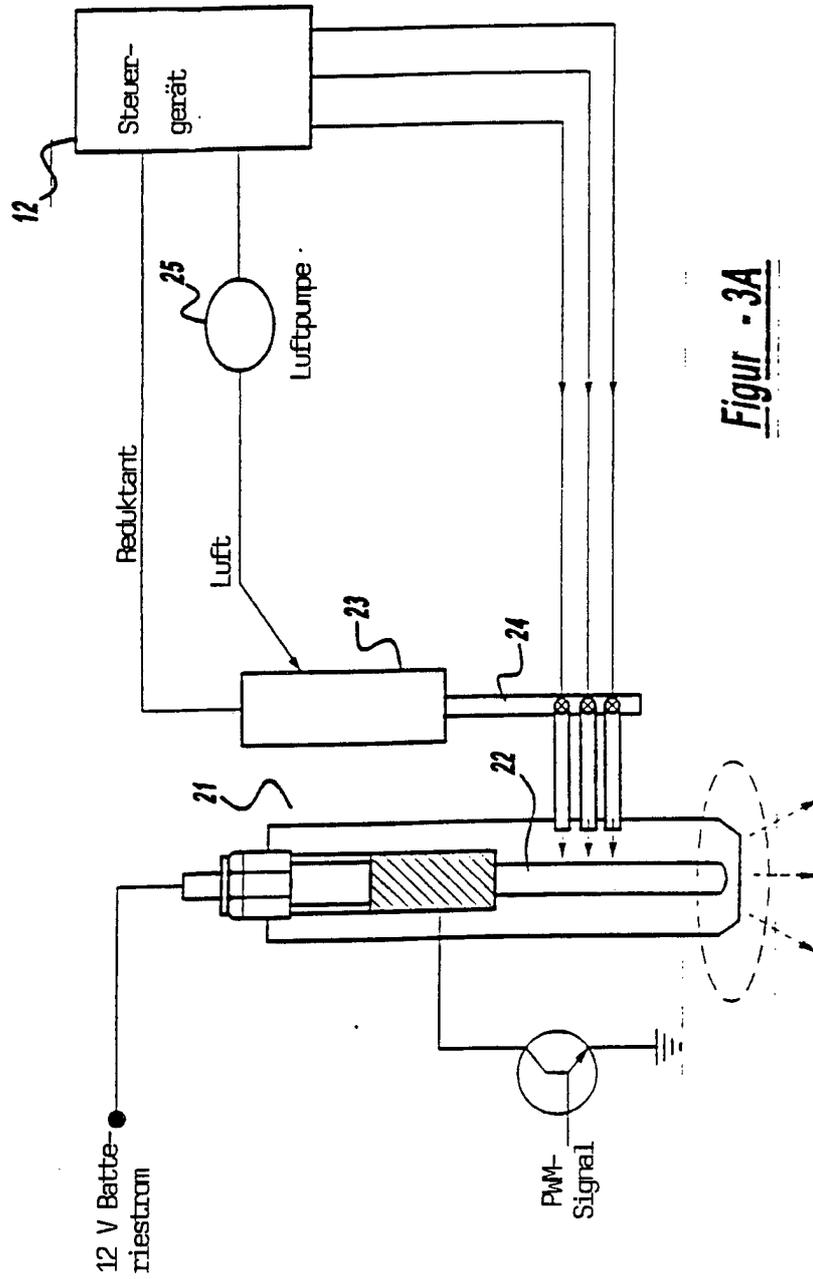
Figur - 1A



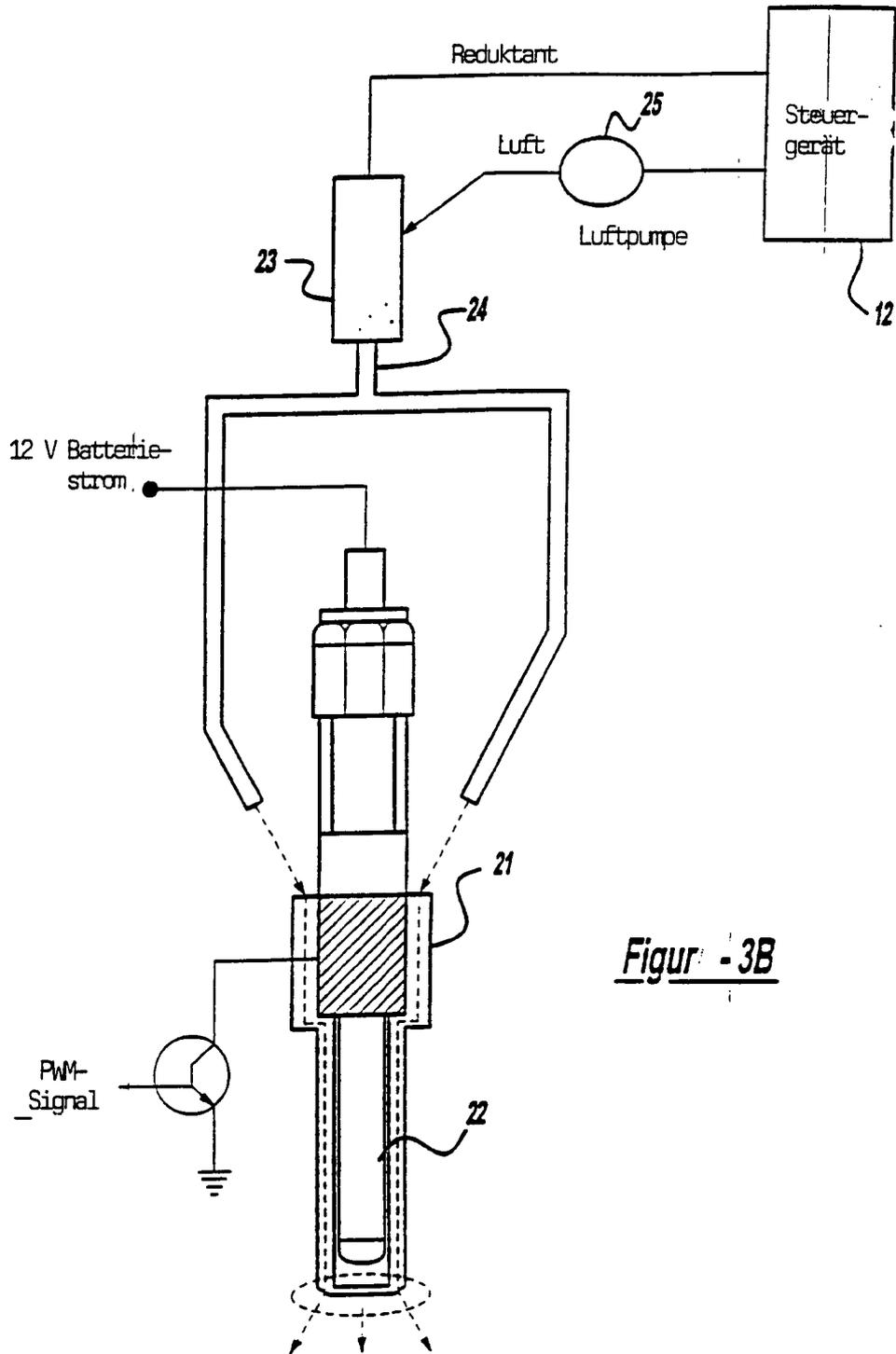
Figur - 1B

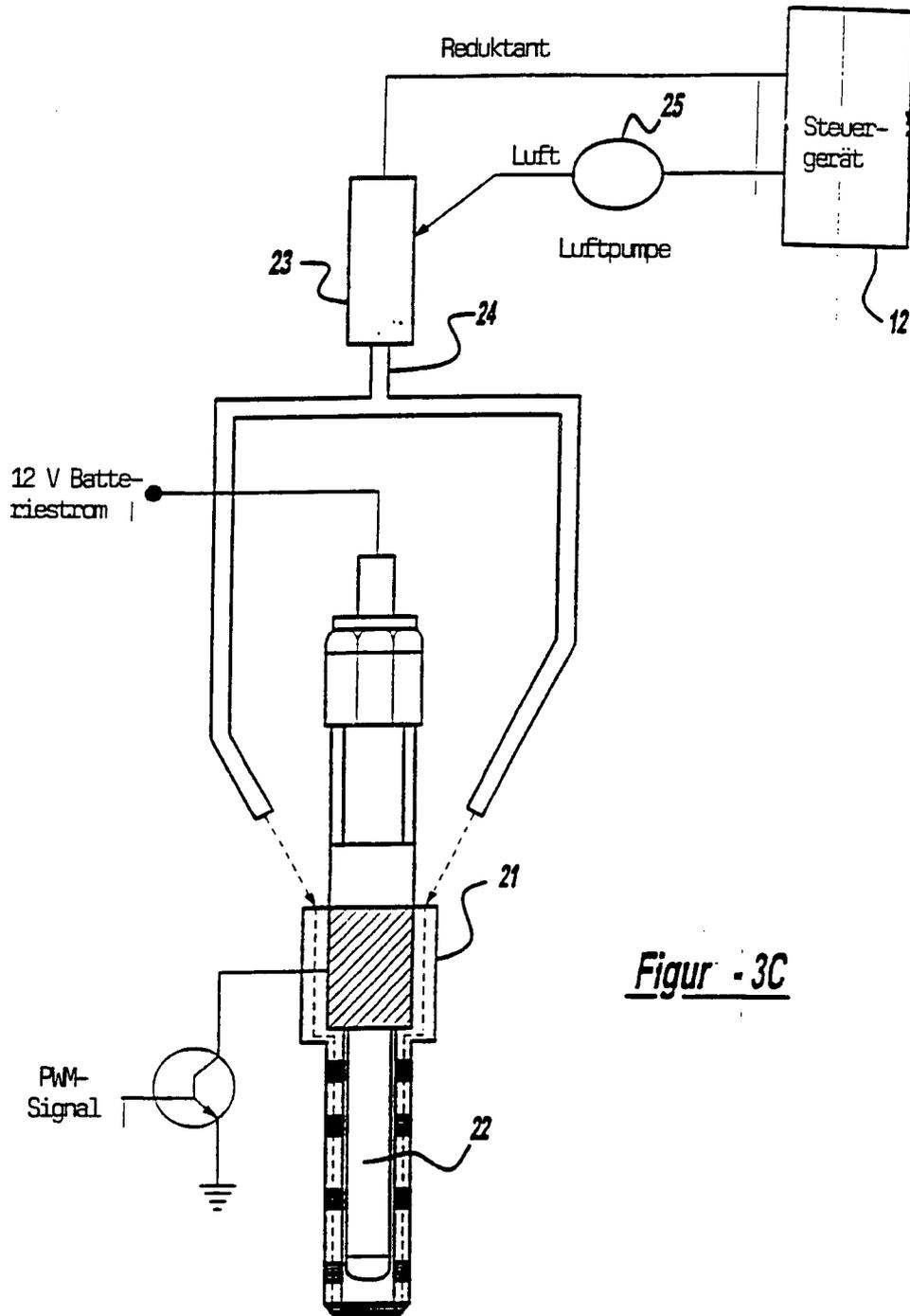


Figur 2

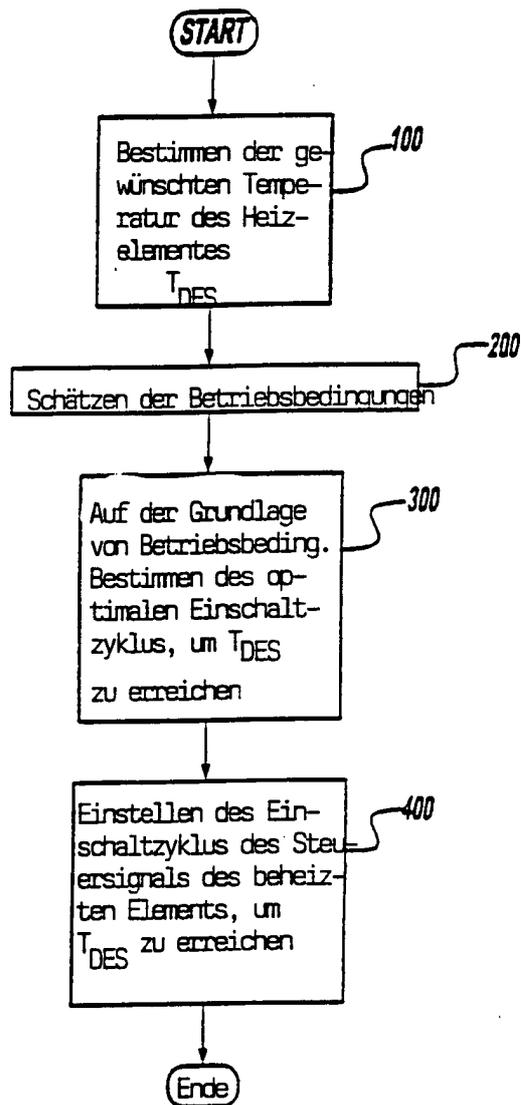


Figur - 3A





Figur - 3C



Figur - 4

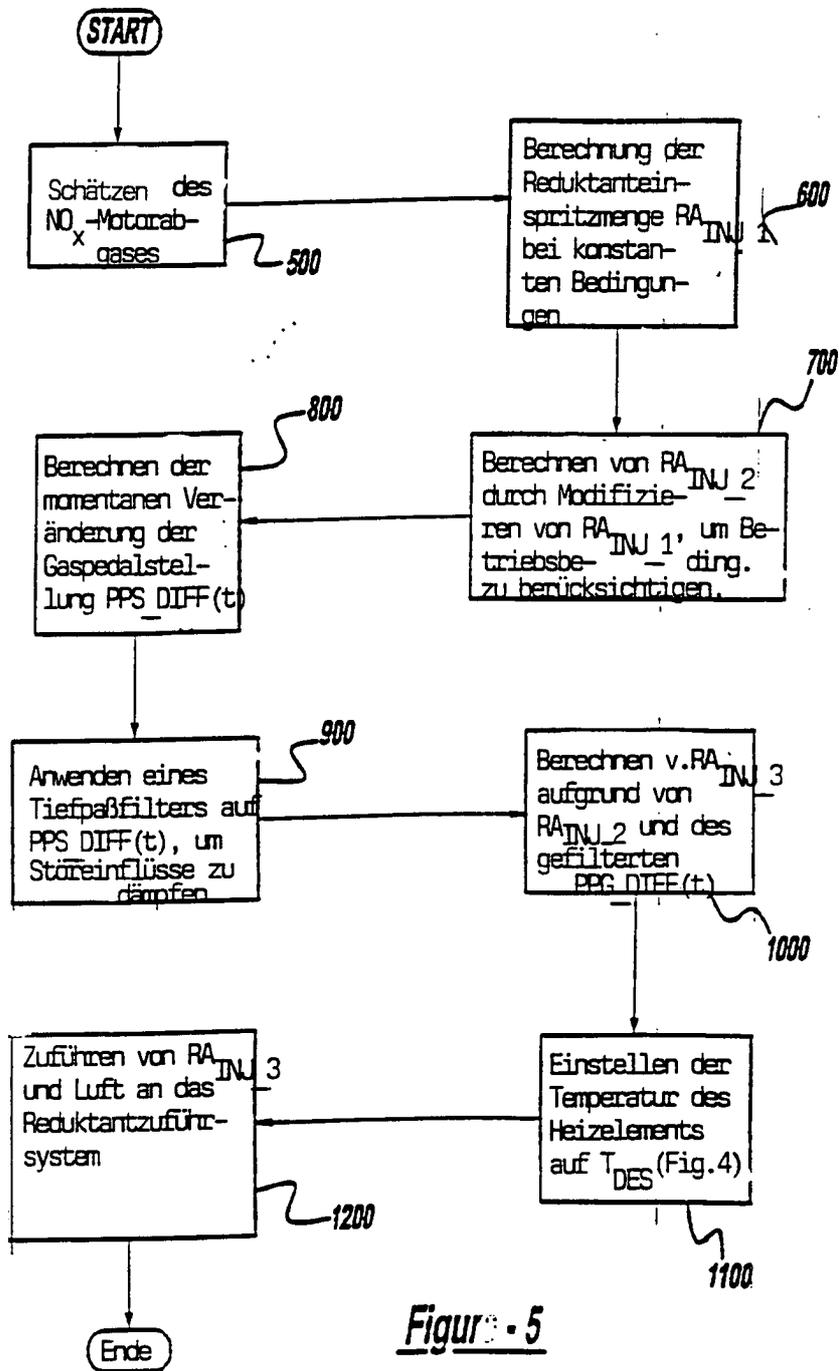
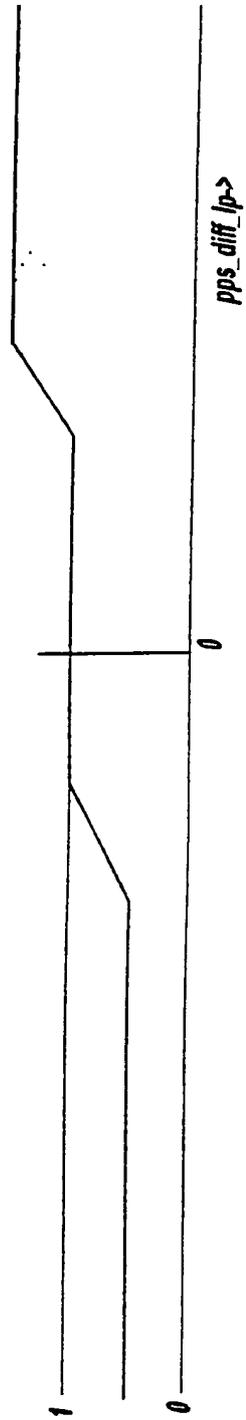


Figure - 5



Figur. - 6