



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 126 717.7**
(22) Anmeldetag: **12.10.2020**
(43) Offenlegungstag: **14.04.2022**

(51) Int Cl.: **F01N 9/00** (2006.01)
F01N 3/10 (2006.01)
F01N 3/28 (2006.01)

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

(74) Vertreter:
**Gulde & Partner Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei mbB, 10179 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
**Baron von Ceumern-Lindenstjerna, Falk-
Christian, 38124 Braunschweig, DE; Paukner,
Stefan, 38442 Wolfsburg, DE; Kaack, Michael,
38531 Rötgesbüttel, DE; Alsen, Ole, 24857
Borgwedel, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

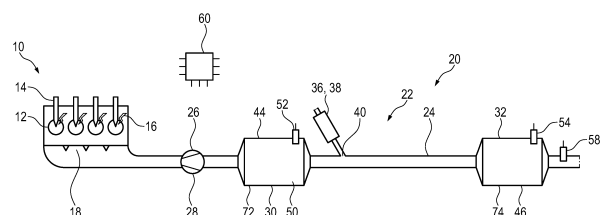
DE	10 2008 032 601	A1
DE	10 2012 021 573	A1
DE	10 2017 113 366	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors sowie Kraftfahrzeug mit einem solchen Abgasnachbehandlungssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors (10) in einem Kraftfahrzeug (1). Der Verbrennungsmotor (10) ist auslassseitig mit einem Abgasnachbehandlungssystem (20) verbunden, in welchem in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors (10) durch das Abgasnachbehandlungssystem (20) eine erste Abgasnachbehandlungskomponente (30), stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) ein externes Heizmittel (36) und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente (32) angeordnet sind. Dabei werden die Bauteiltemperaturen (T_{ANK1} , T_{ANK2}) der Abgasnachbehandlungskomponenten sowie deren aktuelle Konvertierungsleistungen ermittelt. In Abhängigkeit von den ermittelten Bauteiltemperaturen (T_{ANK1} , T_{ANK2}) und den aktuellen Konvertierungsleistungen sowie einer Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) wird das externe Heizmittel (36) aktiviert, wenn die ermittelte Bauteiltemperatur (T_{ANK2}) der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (32) unterhalb einer ersten Schwellentemperatur (T_S) liegt und die Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) bei der ermittelten Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) voraussichtlich nicht ausreichend ist, um eine vollständige Konvertierung der limitierten Schadstoffe im Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) sicherzustellen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug sowie ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor mit einem Abgasnachbehandlungssystem zur Durchführung eines solchen Verfahrens gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Die aktuelle und eine zukünftig immer schärfer werdende Abgasgesetzgebung stellen hohe Anforderungen an die motorischen Rohemissionen und die Abgasnachbehandlung von Verbrennungsmotoren. Bei Ottomotoren erfolgt die Abgasreinigung in bekannter Weise über einen Drei-Wege-Katalysator, sowie dem Drei-Wege-Katalysator vor- und nachgeschaltete weitere Katalysatoren und einen Partikelfilter. Jede Vorrichtung zur katalytischen Abgasreinigung benötigt zum Erreichen einer Wirksamkeit das Überschreiten einer Mindesttemperatur, der sogenannten Light-off-Temperatur. Bei einem Kaltstart eines Kraftfahrzeugs liegen der Verbrennungsmotor und die Komponenten zur Abgasnachbehandlung im Temperaturniveau etwa auf Umgebungstemperatur. Auch mit einem hohen Energieeintrag in die Abgasanlage müssen zunächst die thermisch träge Masse der Abgasanlage überwunden und die Strahlungs- beziehungsweise Konvektionsverluste kompensiert werden, um zumindest eine Teilwirksamkeit der Abgasnachbehandlungskomponenten zu erreichen. In dieser Zeit werden die Rohemissionen des Verbrennungsmotors weitgehend ungereinigt emittiert. Abhängig vom Energieeintrag in die Abgasanlage kann dieser Zeitraum verkürzt werden, jedoch niemals auf Null abgesenkt werden. Je schneller die Light-Off-Temperaturen der Katalysatoren erreicht sind, desto emissionsärmer kann der Verbrennungsmotor in Kombination mit dem Abgasnachbehandlungssystem betrieben werden. Darüber hinaus hat das aktiv geheizte Katalysatorvolumen einen signifikanten Einfluss auf die Konvertierungsleistung. Zur Erreichung zukünftiger Emissionsvorschriften kann es daher gegebenenfalls notwendig sein, das Erreichen der Bauteiltemperaturen der Abgasnachbehandlungskomponenten durch eine zusätzliche externe Heizmaßnahme unterstützen zu müssen.

[0003] Aus der DE 10 2012 021 573 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung oder Regelung eines mit Luft und Kraftstoff betriebenen Brenners bekannt, dessen Brennerabgas mit einem verbrennungsmotorischen Abgas einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine zusammengeführt und ein so erhaltenes Mischabgas einem eine drei-wege-katalytische Funktion aufweisenden Abgaskatalysator zugeführt wird. Die DE 10 2012 021 573 A1 offenbart ferner eine zur Ausführung des Verfahrens eingerichtete Abgasanlage. Es ist vorgesehen, dass ein Ist-Sauerstoffge-

halt des Mischabgases oder eine hiermit korrelierende Größe gemessen wird und eine dem Brenner zugeführte Kraftstoffmenge so beeinflusst wird, dass sich der Ist-Sauerstoffgehalt einem Soll-Sauerstoffgehalt des Mischabgases zumindest annähert.

[0004] Die DE 10 2008 032 601 A1 offenbart ein Verfahren zum Einstellen eines Zustandes eines Abgasstroms eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges. Dabei ist in der Abgasanlage des Verbrennungsmotors ein Abgasbrenner angeordnet. Um ein verbessertes Einstellen des Zustandes des Abgasstroms zu ermöglichen, wird die Einspritzmenge eines Kraftstoffs in den Brenner und die dem Brenner zugeführte Sekundärluft derart geregelt, dass sich aus der Einspritzmenge und dem Sekundärluftmassenstrom ein unterstöchiometrisches Brennerabgas einstellt. Dabei wird der Brenner insbesondere dazu verwendet, um einen Dieselpartikelfilter in der Abgasanlage zu regenerieren.

[0005] Die DE 10 2017 113 366 A1 beschreibt ein Verfahren zum Beheizen von Abgasnachbehandlungskomponenten in der Abgasanlage eines Verbrennungsmotors vor einem Start des Verbrennungsmotors. Dabei werden ein elektrisch beheizbarer Drei-Wege-Katalysator und vorzugsweise auch ein stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators angeordneter Vier-Wege-Katalysator beheizt, um bereits ab dem Start des Verbrennungsmotors eine effiziente Abgasnachbehandlung der Rohemissionen des Verbrennungsmotors zu ermöglichen. Das Abgasnachbehandlungssystem ist ferner dazu eingerichtet, auch während einer Regeneration des Vier-Wege-Katalysators eine effiziente Umsetzung der Schadstoffe zu ermöglichen und somit in allen Betriebszuständen des Verbrennungsmotors besonders niedrige Emissionen zu gewährleisten.

[0006] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, bei einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor in einem Kraftfahrzeug bei sämtlichen Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs eine möglichst hohe Konvertierungsleistung der Abgasnachbehandlungskomponenten sicherzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug gelöst. Der Verbrennungsmotor ist mit seinem Auslass mit einem Abgasnachbehandlungssystem verbunden, welches eine Abgasanlage aufweist, in welcher in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors durch einen Abgaskanal der Abgasanlage eine erste Abgasnachbehandlungskomponente, stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente ein externes Heizmittel und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente angeordnet sind. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Ermitteln einer Bauteiltemperatur der ersten Abgasnachbehandlungskomponente und einer Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente,

- Ermitteln einer Bauteiltemperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente und/oder einer Konvertierungsleistung der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente,

- Vergleichen der Bauteiltemperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente mit einer ersten Schwellentemperatur,

- Ermitteln einer Lastanforderung an den Verbrennungsmotor, und

- Aktivieren des externen Heizmittels, wenn die ermittelte Bauteiltemperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente unterhalb der ersten Schwellentemperatur liegt und die Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente bei der ermittelten Lastanforderung an den Verbrennungsmotor voraussichtlich nicht ausreichend ist, um eine vollständige Konvertierung der limitierten Schadstoffe im Abgasstrom des Verbrennungsmotors sicherzustellen.

[0008] Das Ermitteln der Bauteiltemperaturen der Abgasnachbehandlungskomponenten kann durch eine Temperaturmessung in der Abgasanlage, insbesondere durch einen Temperatursensor an einer der Abgasnachbehandlungskomponenten, oder durch ein Berechnungsmodell erfolgen, welches die Temperatur der Abgasnachbehandlungskomponenten in Abhängigkeit der Last des Verbrennungsmotors und gegebenenfalls weiterer Parameter, insbesondere der Umwelttemperatur, berechnet. Ein solches Verfahren ermöglicht es, bedarfsgerecht die Abgasnachbehandlungskomponenten auf ihre jeweilige Betriebstemperatur zu bringen und somit eine besonders effiziente Konvertierung der Schadstoffe im Abgasstrom des Verbrennungsmotors zu erreichen. Ferner können unnötige Heizmaßnahmen, welche den Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors mindern und zu einem Mehrverbrauch führen würden, vermieden werden. Unter externen Heizmitteln sind motorexterne Heizmaßnahmen in der Abgasanlage, also ein externer Wärmeeintrag in die Abgasanlage, zu verstehen. Die externen Heizmittel umfassen insbesondere einen Abgasbrenner oder ein elektrisches Heizelement.

[0009] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten zusätzlichen Merkmale sind vorteilhafte Verbesserungen und Weiterentwicklungen des im unabhängigen Anspruch aufgeführten Verfahrens zur Abgasnachbehandlung des Verbrennungsmotors möglich.

[0010] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das externe Heizmittel unmittelbar nach einem Motorstart des Verbrennungsmotors aktiviert wird. Da unmittelbar nach dem Motorstart sämtliche Abgasnachbehandlungskomponenten noch nicht ihre Betriebstemperatur erreicht haben, kann durch das gleichzeitige Aufheizen der ersten Abgasnachbehandlungskomponente mittels innermotorischer Heizmaßnahmen und das Aufheizen der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente durch die externen Heizmittel zeitnah ein großes katalytisch wirksames Volumen zur Verfügung gestellt werden.

[0011] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das externe Heizmittel aktiviert wird, wenn eine aktuelle oder bevorstehende höhere Lastanforderung an den Verbrennungsmotor detektiert wird. Dadurch kann vermieden werden, dass es bei einem plötzlichen Lastsprung zu einem Emissionsdurchbruch durch die erste Abgasnachbehandlungskomponente kommt und diese Emissionen unkonvertiert in die Umwelt emittiert werden.

[0012] Alternativ ist in einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens vorgesehen, dass das externe Heizmittel aktiviert wird, wenn die Lastanforderung an den Verbrennungsmotor für ein definiertes Zeitintervall einen Schwellenwert unterschreitet. Bei einem längeren Schwachlastbetrieb kann es dazu kommen, dass die zweite Abgasnachbehandlungskomponente in Unterbodenlage unter ihre Light-Off-Temperatur auskühlt. Um dies zu vermeiden, wird das externe Heizmittel bei einer längeren Schwachlastphase aktiviert, um die zweite Abgasnachbehandlungskomponente auf einer Temperatur zu halten, bei der eine effiziente Konvertierung von Schadstoffen möglich ist.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens zur Abgasnachbehandlung ist vorgesehen, dass das externe Heizmittel aktiviert wird, wenn die Temperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente eine zweite Schwellentemperatur unterschreitet. Alternativ kann das externe Heizmittel auch direkt durch die Temperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente angesteuert werden, wenn diese Temperatur sich der Light-Off-Temperatur nähert und die Gefahr einer mangelnden Wirksamkeit der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente besteht.

[0014] Ein weiterer Teilaspekt der Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor, welcher mit seinem Auslass mit einer Abgasanlage eines Abgasnachbehandlungssystems verbunden ist. In der Abgasanlage sind in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors durch einen Abgaskanal der Abgasan-

lage eine erste Abgasnachbehandlungskomponente, stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente ein externes Heizmittel und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente angeordnet. Das Kraftfahrzeug weist ferner ein Steuergerät, insbesondere ein Motorsteuergerät, auf, welches dazu eingerichtet ist, ein solches Verfahren auszuführen, wenn ein maschinenlesbarer Programmcode durch das Steuergerät ausgeführt wird. Bei einem solchem Kraftfahrzeug ist eine besonders effektive und energieeffiziente Abgasnachbehandlung des Verbrennungsmotors möglich.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Kraftfahrzeuges ist vorgesehen, dass das externe Heizmittel ein Abgasbrenner ist. Durch einen Abgasbrenner kann in kurzer Zeit eine vergleichsweise hohe Wärmemenge in die Abgasanlage eingebracht werden, wodurch sich die zweite Abgasnachbehandlungskomponente besonders schnell erwärmt. Dadurch kann der Zeitraum, bis die zweite Abgasnachbehandlungskomponente ihre Light-Off-Temperatur erreicht hat, verkürzt werden.

[0016] Alternativ oder zusätzlich ist mit Vorteil vorgesehen, dass das externe Heizmittel ein elektrisches Heizelement umfasst. Durch ein elektrisches Heizelement ist eine besonders exakte Regelung der Temperatur in der Abgasanlage möglich. Ferner ist ein elektrisches Heizelement im Vergleich zu einem Abgasbrenner kleiner und kostengünstiger.

[0017] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn die Heizleistung des externen Heizmittels eine Heizleistung von mindestens 5 KW aufweist. Durch eine Heizleistung von mindestens 5 KW, vorzugsweise von mindesten 8 KW, besonders bevorzugt von mindestens 10 KW kann die zweite Abgasnachbehandlungskomponente in einem besonders kurzen Zeitintervall auf ihre Light-Off-Temperatur aufgeheizt werden. Dies ist insbesondere bei einem (bevorstehenden) Lastsprung, insbesondere einer Volllastbeschleunigung nützlich, um die zweite Abgasnachbehandlungskomponente auf ihre Light-Off-Temperatur aufzuheizen, bevor es zu einem Emissionsdurchbruch durch die erste Abgasnachbehandlungskomponente kommt.

[0018] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Kraftfahrzeugs ist vorgesehen, dass die erste Abgasnachbehandlungskomponente und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente jeweils eine katalytische Drei-Wege-Funktionalität aufweisen. Durch zwei Abgasnachbehandlungskomponenten mit einer katalytischen Drei-Wege-Funktion kann auf einfache Art und Weise ein besonders großes katalytisch wirksames Volumen zur Verfügung gestellt werden, um die Emissionen des Verbren-

nungsmotors an jedem Betriebspunkt effektiv zu konvertieren.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Kraftfahrzeuges ist vorgesehen, dass das Kraftfahrzeug mindestens ein Detektionsmittels aufweist, über welches ein bevorstehender Anstieg der Lastanforderung an den Verbrennungsmotor erkennbar ist, wobei das Steuergerät das externe Heizmittel aktiviert, wenn das Detektionsmittel einen bevorstehenden Anstieg der Lastanforderung an den Verbrennungsmotor detektiert hat. Durch Detektionsmittel kann das Umfeld um das Kraftfahrzeug und/oder die Position des Kraftfahrzeuges ermittelt werden. Dabei umfassen die Detektionsmittel insbesondere eine Kamera und/oder einen GPS-Sensor. Dabei kann aufgrund der befahrenen Strecke und/oder aufgrund der Verkehrssituation eine bevorstehende wahrscheinliche Lastanforderung an den Verbrennungsmotor ermittelt werden. So kann beispielsweise beim Auffahren auf eine Autobahn oder am Fuße einer Steigung erkannt werden, dass demnächst einen hohe Lastanforderung bevorsteht und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente mittels des externen Heizmittels aufgeheizt werden, bevor die entsprechende Lastanforderung an den Verbrennungsmotor erfolgt. Auf diese Art und Weise können die Emissionen des Verbrennungsmotors besonders effektiv vermindert werden.

[0020] Die verschiedenen in dieser Anmeldung genannten Ausführungsformen der Erfindung sind, sofern im Einzelfall nicht anders ausgeführt, mit Vorteil miteinander kombinierbar.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei in den unterschiedlichen Figuren mit den gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeuges,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors mit einem Abgasnachbehandlungssystem;

Fig. 3 eine alternative Ausgestaltung eines Verbrennungsmotors mit einem Abgasnachbehandlungssystem in schematischer Darstellung;

Fig. 4 eine weitere alternative Ausgestaltung eines Verbrennungsmotors mit einem Abgasnachbehandlungssystem in schematischer Darstellung; und

Fig. 5 ein Ablaufschema zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug.

[0022] Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1 mit einem Verbrennungsmotor 10. Der Verbrennungsmotor 10 ist als fremdgezündeter Verbrennungsmotor 10 nach dem Ottoprinzip ausgeführt und weist eine Mehrzahl von Brennräumen 12 auf, an denen jeweils ein Kraftstoffinjektor 14 und eine Zündkerze 16 angeordnet sind. Der Verbrennungsmotor 10 ist mit seinem Auslass 18 mit einer Abgasanlage 22 eines Abgasnachbehandlungssystems 20 verbunden. Das Kraftfahrzeug 1 weist mindestens ein Detektionsmittel 76, vorzugsweise eine Mehrzahl von Detektionsmitteln 76 auf, mit welchen die Umgebung des Kraftfahrzeuges, die Position des Kraftfahrzeuges, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit, die Umwelt und ggf. weitere Parameter erfasst werden können. Die Detektionsmittel 76 können insbesondere einen GPS-Sensor 66 zur Erfassung der Position und Positionsänderung des Kraftfahrzeuges 1 umfassen. Die Detektionsmittel 76 können ferner eine oder mehrere optische Detektionsmittel 76, insbesondere eine oder mehrere Kamera(s) 68, umfassen. Die Detektionsmittel 76 sind mit einer Datentransfereinheit 70 verbunden, welche die Informationen der Detektionsmittel verarbeitet und mit weiteren Fahrzeug-internen oder Fahrzeug-externen Datenquellen, insbesondere einem Fahrassistenzsystem des Kraftfahrzeuges 1, einem Navigationssystem oder einem externen Rechenzentrum austauscht. Dazu weist das Kraftfahrzeug 1 eine Sendeeinheit 62 und eine Empfangseinheit 64 auf. Die Sendeeinheit 62 und die Empfangseinheit 64 können auch in einem Bauteil integriert sein.

[0023] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors 10, welcher mit seinem Auslass 18 mit einer Abgasanlage 22 verbunden ist. Der Verbrennungsmotor 10 ist vorzugsweise als Ottomotor mit Benzin-Direkteinspritzung ausgeführt und weist eine Mehrzahl von Brennräumen 12 auf, an denen jeweils ein Kraftstoffinjektor 14 zur Einspritzung eines Kraftstoffs in den jeweiligen Brennraum 12 angeordnet ist. Ferner ist jedem Brennraum 12 eine Zündkerze 16 zugeordnet, um ein zündfähiges Kraftstoff-Luft-Gemisch in dem jeweiligen Brennraum 12 des Verbrennungsmotors 10 zu entzünden.

[0024] Der Verbrennungsmotor 10 weist ein Abgasnachbehandlungssystem 20 mit einer Abgasanlage 22 auf. Die Abgasanlage 22 umfasst einen Abgaskanal 24, in welchem in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors 10 durch den Abgaskanal 24 eine Turbine 28 eines Abgasturboladers 26, stromabwärts der Turbine 28 eine erste Abgasnachbehandlungskomponente 30, insbesondere ein erster Drei-Wege-Katalysator 44, stromaufwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente 30 ein externes Heizmittel 36, insbesondere ein Abgasbrenner 38, und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32, insbesondere ein zweiter Drei-Wege-Katalysator 46,

angeordnet sind. Die erste Abgasnachbehandlungskomponente 30 ist als motornahe Abgasnachbehandlungskomponente 72 und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 als Abgasnachbehandlungskomponente in einer Unterbodenposition 74 des Kraftfahrzeuges 1 angeordnet. An der ersten Abgasnachbehandlungskomponente 30 ist ein erster Temperatursensor 52 angeordnet. Die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 weist einen zweiten Temperatursensor 54 auf. Stromabwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente 32 ist ein Abgassensor 58, insbesondere ein Sensor zur Erfassung einer Schadstoffkonzentration im Abgaskanal 24, angeordnet. Alternativ kann der Verbrennungsmotor 10 auch als Saugmotor ausgeführt sein, wobei in diesem Falle der Abgasturbolader 26 mit der Turbine 28 entfällt. Ferner kann alternativ eine der beiden Abgasnachbehandlungskomponenten 30, 32 als Vier-Wege-Katalysator 50 ausgeführt sein, um zusätzlich zu der katalytischen Funktion Partikel aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors 10 zu filtern. Am Abgaskanal 24 ist eine Einleitstelle 40 ausgebildet, an welcher das Abgas des Abgasbrenners 38 in den Abgaskanal 24 des Verbrennungsmotors 10 eingeleitet werden kann. Alternativ zu einem Abgasbrenner 38 kann das externe Heizmittel 36 auch wie in Fig. 4 dargestellt als ein elektrisches Heizelement 42 ausgeführt sein.

[0025] In Fig. 3 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Verbrennungsmotors 10 mit einem Abgasnachbehandlungssystem 20 dargestellt. Bei im Wesentlichen gleichem Aufbau wie zu Fig. 2 ausgeführt, ist stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente 30 eine weitere, motornahe Abgasnachbehandlungskomponenten 34, 72 angeordnet. Diese weitere Abgasnachbehandlungskomponente kann insbesondere ein Ottopartikelfilter 48 sein. In diesem Fall liegt das externe Heizmittel 36 beziehungsweise die Einleitstelle 40 des Abgasbrenners 38 stromabwärts der weiteren Abgasnachbehandlungskomponente 34 und stromaufwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente 32, welche in einer Unterbodenposition des Kraftfahrzeuges 1 angeordnet ist. Alternativ zu einem Ottopartikelfilter 48 kann die weitere Abgasnachbehandlungskomponente 34 auch als ein weiterer Katalysator ausgeführt sein.

[0026] In Fig. 4 ist ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel eines Verbrennungsmotors 10 mit einem Abgasnachbehandlungssystem 20 dargestellt. Bei im Wesentlichen gleichem Aufbau wie zu Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben, weist das in Fig. 4 dargestellte Abgasnachbehandlungssystem 20 eine motornahe Abgasnachbehandlungskomponente 72 und zwei Abgasnachbehandlungskomponenten 32, 34, 74 in Unterbodenposition auf. Dabei ist die motornahe erste Abgasnachbehandlungskomponente 30, 72 vorzugsweise als Drei-Wege-Katalysator 44 aus-

geführt. Die beiden Abgasnachbehandlungskomponenten 32, 34, 74 in Unterbodenposition sind vorzugsweise als zweiter Drei-Wege-Katalysator 46 und als Ottopartikelfilter 48 ausgeführt, wobei die Reihenfolge, in welcher der zweite Drei-Wege-Katalysator 46 und der Ottopartikelfilter 48 durchströmt werden, beliebig ist. Das externe Heizmittel 36 ist in **Fig. 4** als elektrisches Heizelement 42 ausgeführt, alternativ kann aber auch wie in **Fig. 2** oder **Fig. 3** dargestellt an gleicher Stelle ein Abgasbrenner 38 vorgesehen werden.

[0027] Das Ziel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasnachbehandlung ist es, eine möglichst hohe Konvertierungsleistung bedarfsgerecht unter allen Fahrzuständen des Kraftfahrzeugs 1 im gesamten Fahrzyklus darzustellen. Durch das Beheizen einer motorfernen Abgasnachbehandlungskomponente 32, 74 in Unterbodenlage wird ein größeres katalytisch wirksames Volumen zur Konvertierung der Emissionen bereitgestellt, als bei einem ausschließlichen Beheizen der Abgasnachbehandlungskomponenten durch innermotorische Heizmaßnahmen.

[0028] Das Verfahren entscheidet je nach Zustand der beiden Abgasnachbehandlungskomponenten 30, 32 und weiteren Bedingungen, ob ein Beheizen der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente 32, vorzugsweise der Abgasnachbehandlungskomponente in Unterbodenlage 74, sinnvoll ist. Auf diese Art und Weise kann gleichzeitig ein energetisch unnötiges Überheizen der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente 32 verhindert werden und eine stets hohe Konvertierungsleistung des Abgasnachbehandlungssystems 20 sichergestellt werden.

[0029] Ausgehend von einem Motorstart des Verbrennungsmotors 10 kann das Abgasnachbehandlungssystem 20 parallel zu innermotorischen Heizmaßnahmen, welche vorwiegend eine schnelle Erwärmung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente bewirken, die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 durch das externe Heizmittel 36 auf ihre Betriebstemperatur aufgeheizt werden. Dies führt zu einer Emissionsreduktion. Ist die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32, insbesondere ein zweiter Drei-Wege-Katalysator 46 betriebswarm, kann das externe Heizmittel 36 deaktiviert werden. Kühlt die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 im weiteren Betrieb des Kraftfahrzeugs 1 wieder aus und es ist abhängig von verschiedenen Betriebsparametern des Verbrennungsmotors 10 oder durch ein Signal eines Detektionsmittels 76 absehbar, dass eine hohe Konvertierungsleistung erforderlich ist, kann das externe Heizmittel 36 wieder aktiviert werden, um die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 zumindest wieder auf ihre Light-Off-Temperatur aufzuheizen. Einflussgrößen können in diesem Zusammenhang insbeson-

dere die Temperaturen der Abgasnachbehandlungskomponenten 30, 32, der Abgasmassenstrom des Verbrennungsmotors 10, der Alterungszustand der Abgasnachbehandlungskomponente 30, 32 die Abgastemperatur, die Umgebungstemperatur und die Leistungs- oder Drehmomentanforderung an den Verbrennungsmotor 10 sein.

[0030] Die Heizmaßnahme durch das externe Heizmittel 36 ist besonders geeignet für einen Motorstart des Verbrennungsmotors 10 bei dem alle Abgasnachbehandlungskomponenten 30, 32, 34 noch nicht auf Betriebstemperatur sind. Als Betriebstemperatur für Katalysatoren wird in diesem Zusammenhang eine Temperatur von mindestens 350°C angesehen. Die Heizmaßnahme durch das externe Heizmittel 36 ist ferner geeignet, um eine Abgasnachbehandlungskomponente in Unterbodenlage 74, insbesondere einen Drei-Wege-Katalysator 46, nach einem längeren Schwachlastbetrieb wieder auf seine Betriebstemperatur zu bringen. Die relevanten Bauteiltemperaturen können durch die Temperatursensoren 52, 54, 56 ermittelt oder auf Basis eines Temperaturmodells im Steuergerät 60 berechnet werden.

[0031] In **Fig. 5** ist ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasnachbehandlung dargestellt. In einem Verfahrensschritt <100> wird geprüft, ob der Verbrennungsmotor 10 aktiv ist. Ist der Verbrennungsmotor 10 nicht aktiv, so wird in einem Verfahrensschritt <105> das Verfahren abgebrochen und das externe Heizmittel 36 nicht aktiviert. Ist der Verbrennungsmotor 10 aktiv, so wird in einem Verfahrensschritt <110> geprüft, ob die Temperatur T_{ANK2} der zweiten Abgasnachbehandlungskomponenten 32, 74 in Unterbodenlage kleiner ist als eine erste Schwellentemperatur T_{S1} . Ist die Temperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente T_{ANK2} höher als diese erste Schwellentemperatur T_{S1} , so wird das Verfahren in einem Verfahrensschritt <115> beendet und das externe Heizmittel 36 nicht aktiviert beziehungsweise abgeschaltet. Ist die Temperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente T_{ANK2} niedriger als diese erste Schwellentemperatur T_{S1} , so wird in einem Verfahrensschritt <120> geprüft, ob die Temperatur T_{ANK1} der motornahen ersten Abgasnachbehandlungskomponente 30, 72 niedriger ist als ihre Light-Off-Temperatur. Ist die Temperatur T_{ANK1} höher als ihre Light-Off-Temperatur, so wird in einem Verfahrensschritt <125> geprüft, ob die Lastanforderung an den Verbrennungsmotor 10 höher als eine Schwellenlast ist, bei der eine hinreichende Konvertierung der Schadstoffe allein durch die erste Abgasnachbehandlungskomponente 30 möglich ist. Ist dies nicht der Fall, so wird das Verfahren im Verfahrensschritt <115> wieder abgebrochen. Ist die Lastanforderung höher als diese Schwellenlast oder ist die Temperatur T_{ANK1} der ersten Abgasnachbehandlungskompo-

nente niedriger als ihre Light-Off-Temperatur, so wird in einem Verfahrensschritt <130> das externe Heizmittel 36 aktiviert, um die zweite Abgasnachbehandlungskomponente 32 zumindest bis auf ihre Light-Off-Temperatur, vorzugsweise bis auf ihre Betriebstemperatur, aufzuheizen.

[0032] Wird durch die Detektionsmittel erkannt, dass eine hohe Leistungsanforderung an den Verbrennungsmotor 10, insbesondere eine Vollastbeschleunigung, bevorsteht, so wird das externe Heizmittel 36 auch dann aktiviert, wenn aktuell die Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente 30 noch ausreicht, um die Emissionen des Verbrennungsmotors 10 vollständig zu konvertieren. Somit kann verhindert werden, dass die erste Abgasnachbehandlungskomponente 30 bei einer Vollastbeschleunigung „überfahren“ wird und dann kein hinreichendes katalytisches Volumen zur Verfügung steht, um die zusätzlichen Schadstoffe zu konvertieren. Eine typische bevorstehende Vollastbeschleunigung kann beispielsweise beim Auffahren auf eine Autobahn angenommen werden. Dies kann durch die beschriebenen Detektionsmittel 76, insbesondere durch den GPS-Sensor 66 und/oder die Kamera 68, erkannt werden.

46	zweiter Drei-Wege-Katalysator
48	Ottopartikelfilter
50	Vier-Wege-Katalysator
52	erster Temperatursensor
54	zweiter Temperatursensor
56	dritter Temperatursensor
58	Abgassensor
60	Motorsteuergerät
62	Sendeeinheit
64	Empfangseinheit
66	GPS-Sensor
68	Kamera
70	Datentransfereinheit
72	motornahe Abgasnachbehandlungskomponente
74	Abgasnachbehandlungskomponente in Unterbodenposition
76	Detektionsmittel

Bezugszeichenliste

1	Kraftfahrzeug
10	Verbrennungsmotor
12	Brennraum
14	Kraftstoffinjektor
16	Zündkerze
18	Auslass
20	Abgasnachbehandlungssystem
22	Abgasanlage
24	Abgaskanal
26	Abgasturbolader
28	Turbine
30	erste Abgasnachbehandlungskomponente
32	zweite Abgasnachbehandlungskomponente
34	dritte Abgasnachbehandlungskomponente
36	externes Heizmittel
38	Abgasbrenner
40	Einleitstelle
42	elektrisches Heizelement
44	erster Drei-Wege-Katalysator

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- DE 102012021573 A1 [0003]
- DE 102008032601 A1 [0004]
- DE 102017113366 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors (10) eines Kraftfahrzeugs (1) mit einem Abgasnachbehandlungssystem (20), welches eine Abgasanlage (22) aufweist, in welcher in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors (10) durch einen Abgaskanal (24) der Abgasanlage (22) eine erste Abgasnachbehandlungskomponente (30), stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) ein externes Heizmittel (36) und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente (32) angeordnet ist, umfassend folgende Schritte:

- Ermitteln einer Bauteiltemperatur (T_{ANK1}) der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) und einer Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30),
- Ermitteln einer Bauteiltemperatur (T_{ANK2}) der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (32) und/oder einer Konvertierungsleistung der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (32),
- Vergleichen der Bauteiltemperatur (T_{ANK2}) der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (32) mit einer ersten Schwellentemperatur (T_{S1}),
- Ermitteln einer Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10), und
- Aktivieren des externen Heizmittels (36), wenn die ermittelte Bauteiltemperatur (T_{ANK2}) der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (32) unterhalb der ersten Schwellentemperatur (T_S) liegt und die Konvertierungsleistung der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) bei der ermittelten Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) voraussichtlich nicht ausreichend ist, um eine vollständige Konvertierung der limitierten Schadstoffe im Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) sicherzustellen.

2. Verfahren zur Abgasnachbehandlung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) unmittelbar nach einem Motorstart des Verbrennungsmotors (10) aktiviert wird.

3. Verfahren zur Abgasnachbehandlung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) aktiviert wird, wenn eine aktuelle oder bevorstehende höhere Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) detektiert wird.

4. Verfahren zur Abgasnachbehandlung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) aktiviert wird, wenn die Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) für ein definiertes Zeitintervall (Δt) einen Schwellenwert (P_S) unterschreitet.

5. Verfahren zur Abgasnachbehandlung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) aktiviert wird, wenn die Temperatur der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (T_{ANK2}) einen zweiten Schwellenwert (T_{S2}) unterschreitet.

6. Kraftfahrzeug (1) mit einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor (10), wobei der Verbrennungsmotor (10) mit seinem Auslass (18) mit einer Abgasanlage (22) eines Abgasnachbehandlungssystems (20) verbunden ist, in welcher in Strömungsrichtung eines Abgasstroms des Verbrennungsmotors (10) durch einen Abgaskanal (24) der Abgasanlage (22) eine erste Abgasnachbehandlungskomponente (30), stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30) ein externes Heizmittel (36) und weiter stromabwärts eine zweite Abgasnachbehandlungskomponente (32) angeordnet sind, sowie mit einem Steuergerät (60), welches dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen, wenn ein maschinenlesbarer Programmcode durch das Steuergerät (60) ausgeführt wird.

7. Kraftfahrzeug (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) ein Abgasbrenner (38) oder ein elektrisches Heizelement (42) ist.

8. Kraftfahrzeug (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das externe Heizmittel (36) eine Heizleistung von mindestens 5 kW aufweist.

9. Kraftfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Abgasnachbehandlungskomponente (30) und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente (32) jeweils eine katalytische Drei-Wege-Funktionalität aufweisen.

10. Kraftfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftfahrzeug (1) mindestens Detektionsmittel (76) aufweist, über welche ein bevorstehender Anstieg der Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) erkennbar ist, wobei das Steuergerät (60) das externe Heizmittel aktiviert, wenn das Detektionsmittel (76) einen bevorstehenden Anstieg der Lastanforderung an den Verbrennungsmotor (10) detektiert hat.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

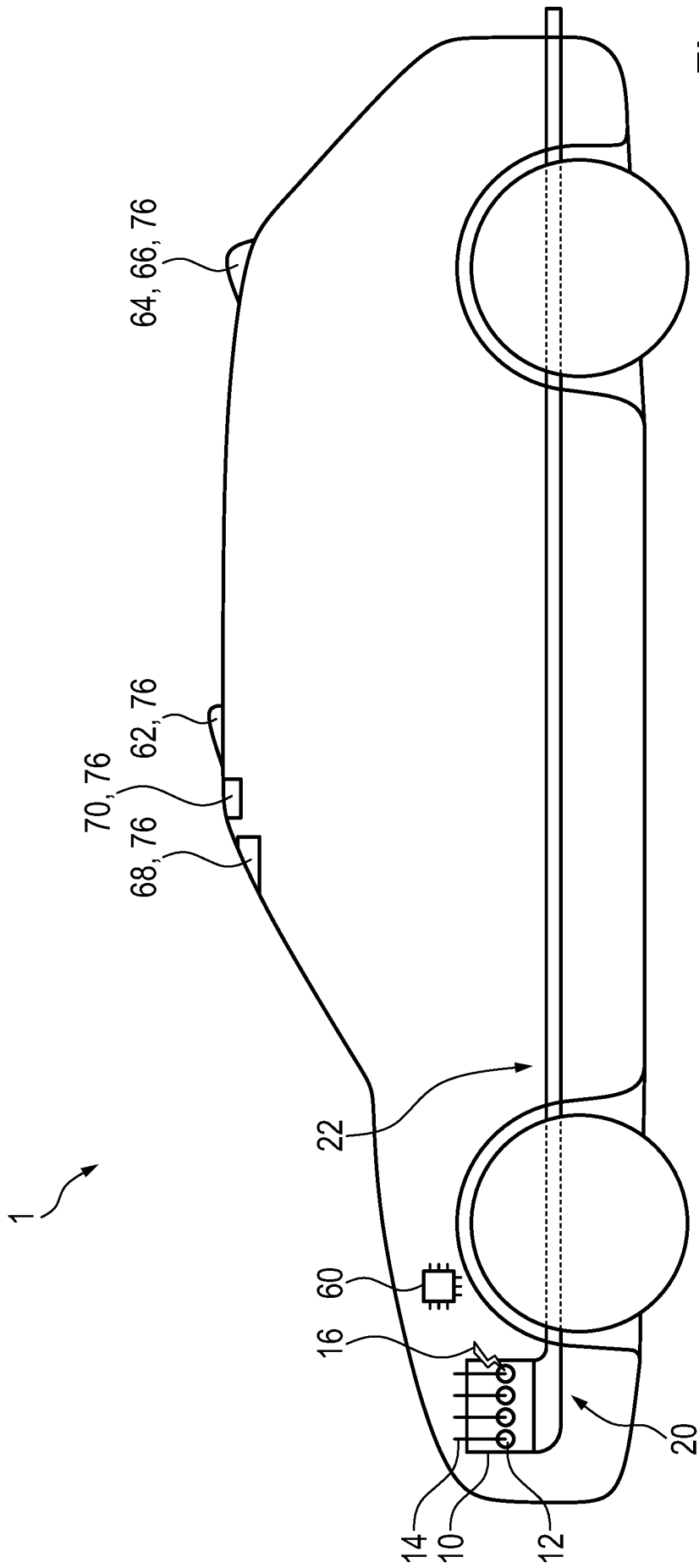


Fig. 1

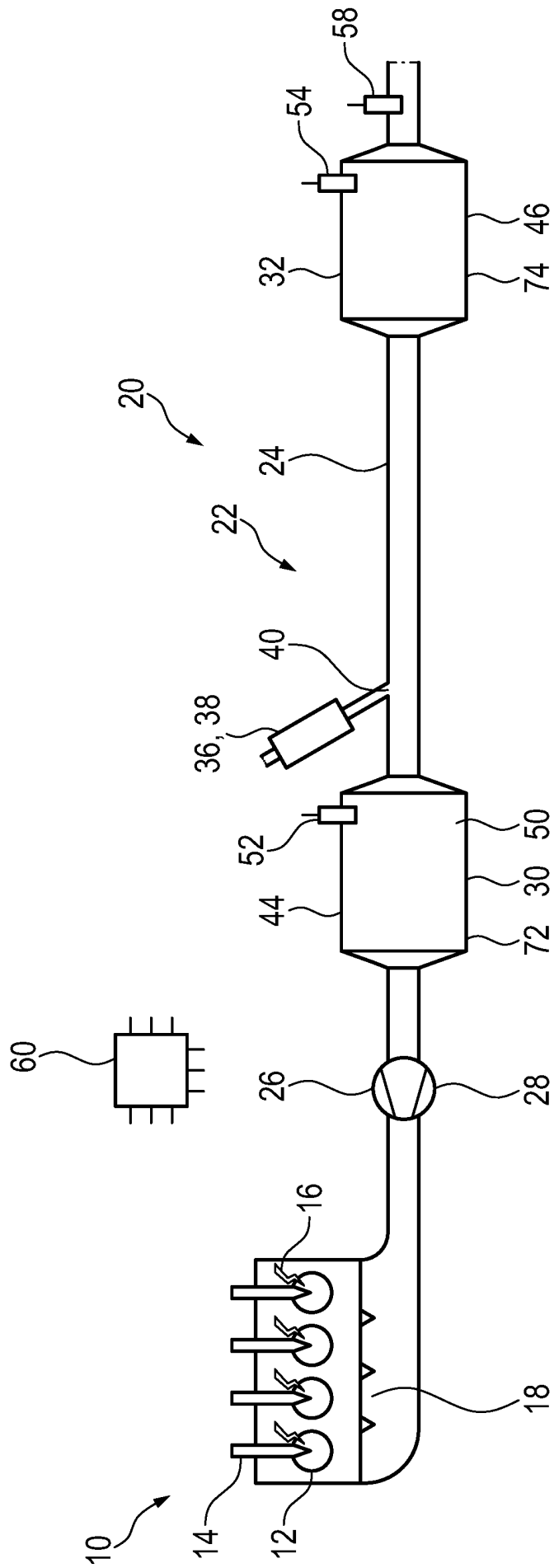


Fig. 2

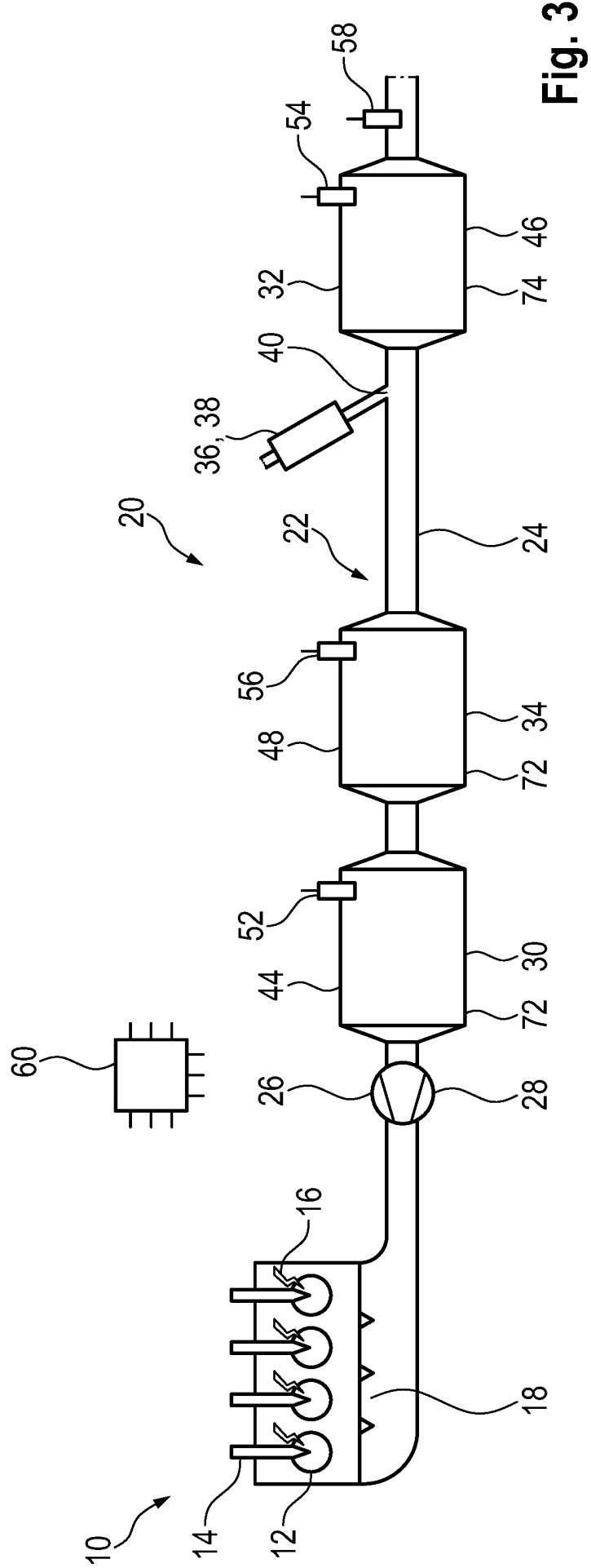


Fig. 3

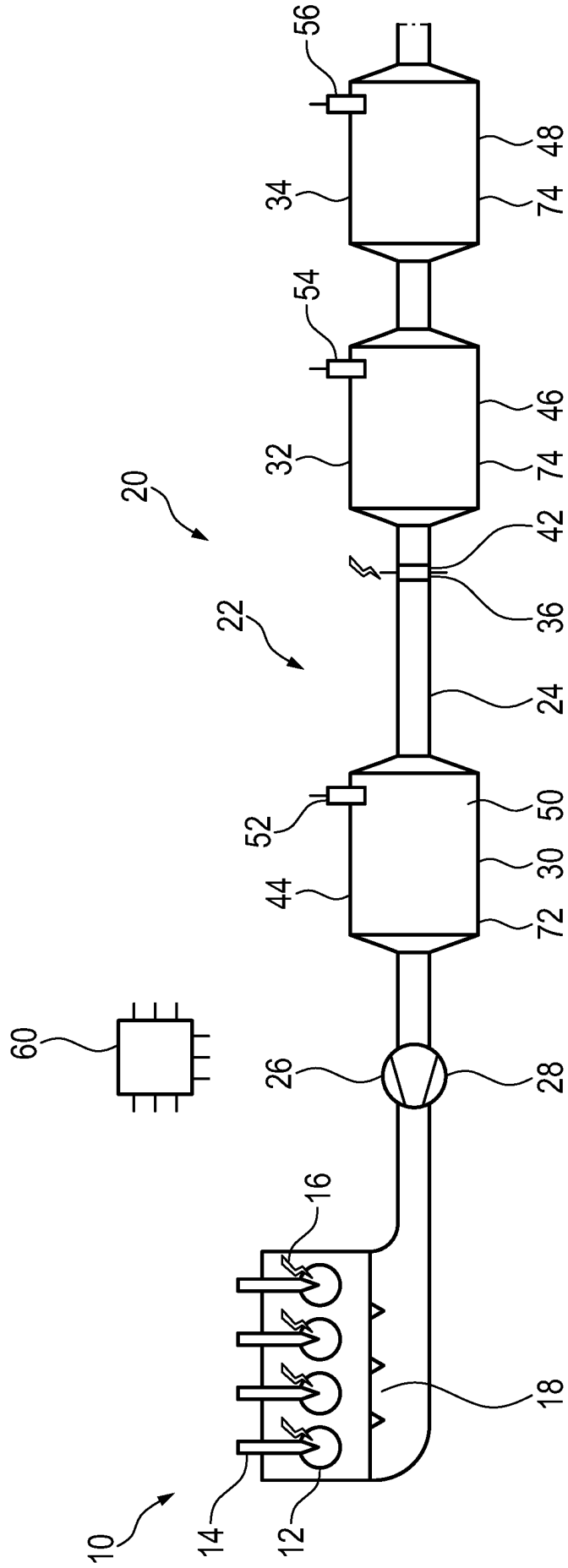


Fig. 4

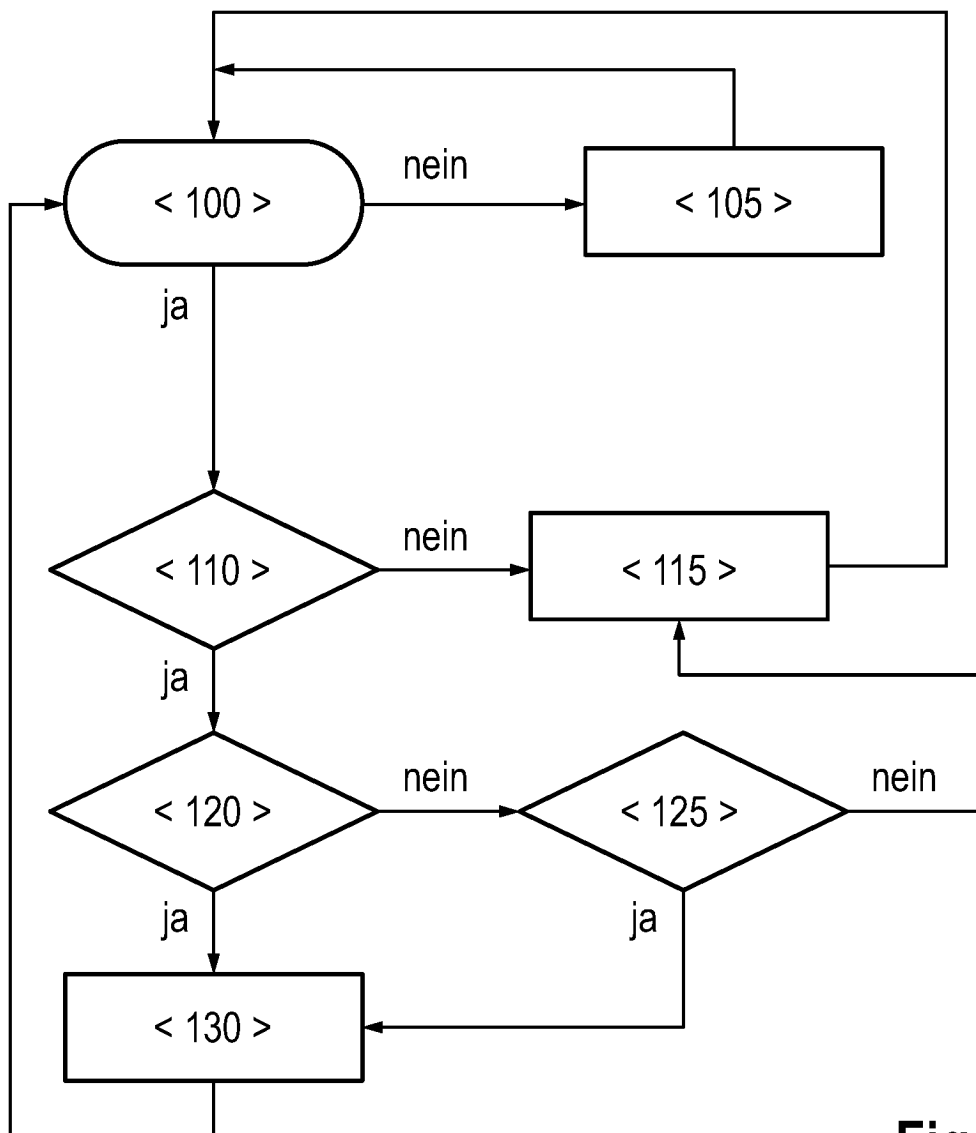


Fig. 5