

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer:	A 50827/2018	(51) Int. Cl.:	F02D 41/22	(2006.01)
(22) Anmeldetag:	27.09.2018		F01N 11/00	(2006.01)
(43) Veröffentlicht am:	15.04.2020		G01K 15/00	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102010009424 A1
JP 2010-159643 A
DE 102009003091 A1
US 7,429,128 B2
WO 2004/040104 A1
EP 3029303 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

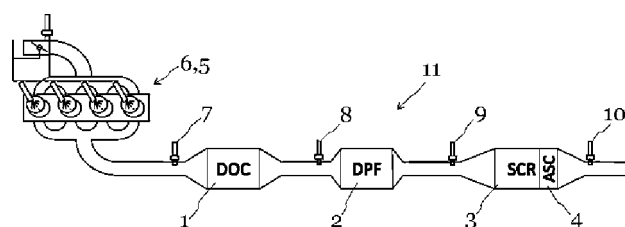
(72) Erfinder:
De Monte Mario Dipl.Ing. (FH)
8190 Birkfeld (AT)
Breitegger Bernhard Dipl.Ing.
8501 Lieboch (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung einer Abgasnachbehandlungsanlage (11) einer Verbrennungskraftmaschine (6), wobei die Temperatursensor-Anordnung mindestens drei im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnete Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) umfasst, wobei die zu erwartende Temperatur der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet werden, wobei als jeweilige Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des jeweiligen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) dient, wobei ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des jeweiligen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der jeweiligen gemessenen Temperatur abweicht, die berechnete Temperatur des dem jeweiligen Temperatursensor (7, 8, 9, 10) gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des dem jeweiligen Temperatursensor (7, 8, 9, 10) gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht und alle anderen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) funktionstüchtig sind, und wobei gegebenenfalls eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) ausgegeben und/oder gespeichert wird.

Fig.1



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung einer Abgasnachbehandlungsanlage (11) einer Verbrennungskraftmaschine (6), wobei die Temperatursensor-Anordnung mindestens drei im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnete Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) umfasst, wobei die zu erwartende Temperatur der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet werden, wobei als jeweilige Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des jeweiligen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) dient, wobei ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des jeweiligen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der jeweiligen gemessenen Temperatur abweicht, die berechnete Temperatur des dem jeweiligen Temperatursensor (7, 8, 9, 10) gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des dem jeweiligen Temperatursensor (7, 8, 9, 10) gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht und alle anderen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) funktionstüchtig sind, und wobei gegebenenfalls eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) ausgegeben und/oder gespeichert wird.

Fig. 1

Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zur Funktionsbeurteilung von Temperatursensoren bekannt. Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen in bestimmten Betriebszuständen ein gemessenes Signal eines ersten Temperatursensors mit einem gemessenen Signal eines zweiten Temperatursensors verglichen wird. Bei diesen Verfahren wird ein Fehler erkannt, wenn die beiden gemessenen Signale um einen gewissen Wert voneinander abweichen. Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen in vorherbestimmten stationären Zuständen eine geschätzte Temperatur mit einer tatsächlich erfassten Temperatur verglichen wird. Bei solchen Verfahren wird ein Fehler erkannt, wenn die Differenz zwischen den verglichenen Temperaturen groß ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit welchem eine Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung sowohl in stationären als auch in transienten Betriebsbereichen der Verbrennungskraftmaschine schnell, einfach und genau möglich ist. Ferner soll mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Funktionstüchtigkeit der Temperatursensor-Anordnung kontinuierlich überprüfbar sein, sodass ein defekter Temperatursensor sofort detektiert werden kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Temperatursensor-Anordnung mindestens drei im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnete Temperatursensoren umfasst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors dient, dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des

zweiten Temperatursensors dient, dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors dient, dass der erste Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors abweicht und der dritte Temperatursensor funktionstüchtig ist und insbesondere die berechneten Temperaturen des dritten Temperatursensors mit den jeweils gemessenen Temperaturen des dritten Temperatursensors übereinstimmt, dass der zweite Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors abweicht, die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors abweicht, dass der dritte Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors abweicht, falls vorhanden die berechnete Temperatur eines weiteren Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors abweicht, dass kein Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn die berechneten Temperaturen aller Temperatursensoren mit den jeweils gemessenen Temperaturen der Temperatursensoren übereinstimmen, und dass gegebenenfalls eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren ausgegeben und/oder gespeichert wird.

Die Temperatursensor-Anordnung der Abgasnachbehandlungsanlage kann einen, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun oder mehr Temperatursensor/en umfassen. Insbesondere umfasst die Temperatursensor-Anordnung einen ersten, einen zweiten, einen dritten, gegebenenfalls einen weiteren und gegebenenfalls einen oder mehrere zusätzliche weitere Temperatursensoren. Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs sein.

Durch die Berechnung der zu erwartenden Temperaturen mit den jeweiligen physikalischen und/oder kinetischen Modellen können die in der Abgasnachbehandlungsanlage vorherrschenden Temperaturen gegebenenfalls mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden. Dadurch ist es möglich, die

vorherrschenden Temperaturen in der Abgasnachbehandlungsanlage zu bestimmen, wenn die Verbrennungskraftmaschine ein stationäres Betriebsverhalten oder ein instationäres Betriebsverhalten aufweist.

Im Rahmen der Erfindung ist unter physikalischen und/oder kinetischen Modellen entweder ein physikalisch kinetisches Modell oder ein physikalisches Temperaturmodell oder eine Kombination aus beiden zu verstehen. Dabei werden durch das physikalisch kinetische Modell Reaktionskinetiken abgebildet und eventuelle Enthalpien berechnet. In diesem Modell wird üblicherweise die Temperatur nicht berücksichtigt. Physikalische Temperaturmodelle bilden Temperatur(en) von einer oder mehreren Abgasnachbehandlungskomponenten ab und berechnen nachfolgende Gastemperatur(en). Weiter können physikalische Temperaturmodelle Exotherme durch Enthalpien der Reaktionskinetiken abbilden und die Gastemperaturen somit genauer berechnen. Physikalische und/oder kinetische Modelle können folglich entweder Reaktionskinetiken und/oder Energieänderungen physikalisch abbilden und berücksichtigen.

Zur Berechnung der Temperatur eines, einem anderen Temperatursensor nachfolgenden, Temperatursensors, kann als Eingangsgröße in das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell der Messwert des vorangegangenen Temperatursensors dienen. Dadurch kann beispielsweise der Messwert des ersten Temperatursensors als Eingangsgröße in das physikalische und/oder kinetische Modell zur Berechnung der Temperatur des zweiten Temperatursensors dienen. Ferner kann beispielsweise der Messwert des zweiten Temperatursensors als Eingangsgröße in das physikalische und/oder kinetische Modell zur Berechnung der Temperatur des dritten Temperatursensors dienen. Falls vorhanden, kann der Messwert des dritten Temperatursensors als Eingangsgröße in das physikalische und/oder kinetische Modell zur Berechnung der Temperatur des weiteren Temperatursensors dienen.

Bevorzugt kann mit dem Verfahren erkannt werden, dass alle Temperatursensoren funktionstüchtig sind, oder dass ein einziger Temperatursensor defekt ist.

Gegebenenfalls wird ein Temperatursensor bei dem Verfahren als defekt definiert, wenn die berechnete Temperatur des jeweiligen Temperatursensors von der jeweiligen gemessenen Temperatur abweicht, die berechnete Temperatur des dem jeweiligen

Temperatursensor gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des dem jeweiligen Temperatursensor gegebenenfalls nachfolgenden Temperatursensors abweicht und alle anderen Temperatursensoren funktionstüchtig sind. Das heißt, dass zur Detektion, welcher der Temperatursensoren defekt ist, maximal zwei gemessene Temperaturen von den jeweiligen zwei berechneten Temperaturen abweichen, und insbesondere die berechneten Temperaturen aller anderen Temperatursensoren mit den jeweils gemessenen Temperaturen der anderen Temperatursensoren übereinstimmen sollten.

Gegebenenfalls wird kein Temperatursensor von dem Verfahren als defekt definiert, wenn die berechneten Temperaturen aller Temperatursensoren mit den jeweils gemessenen Temperaturen aller Temperatursensoren übereinstimmen.

Gegebenenfalls wird eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren ausgegeben und/oder gespeichert.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verfahrensschritte des Verfahrens, wie zuvor beschrieben, aufeinander folgen. Das heißt gegebenenfalls, dass zuerst die zu erwartenden Temperaturen mit einem kinetischen und/oder physikalischen Modell berechnet werden. Anschließend an diese Berechnung kann die jeweilige erwartete Temperatur mit der jeweiligen gemessenen Temperatur verglichen und die Temperatursensor-Anordnung auf ihre Funktion überprüft werden. Nachfolgend kann gegebenenfalls eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren ausgegeben und/oder gespeichert werden.

Insbesondere ist es günstig, wenn die Funktionsüberprüfung der Temperatursensor-Anordnung dynamisch durchgeführt wird. Dies ist von Vorteil, weil bei einer dynamischen Diagnose eine größere Abweichung von gemessenen zu modellierten Werten einer Temperatur zulässig ist, als bei einer rein statischen Diagnose. Eine dynamische Diagnose ist weiter auch anwendbar, wenn die Verbrennungskraftmaschine transient betrieben wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein weiterer Temperatursensor vorgesehen ist, dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines zusätzlichen weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell

berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors dient, und dass der weitere Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des weiteren Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors abweicht, falls vorhanden, die berechnete Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors von der gemessenen Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors abweicht.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der erste Temperatursensor, der zweite Temperatursensor, der dritte Temperatursensor, gegebenenfalls der weitere Temperatursensor und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet sind, oder dass der erste Temperatursensor, der zweite Temperatursensor, der dritte Temperatursensor, gegebenenfalls der weitere Temperatursensor und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasströmungsrichtung der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet sind.

Die Temperatursensoren können entlang der Abgasnachbehandlungsanlage oder entlang der Strömungsrichtung des Abgases an der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet sein. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der erste Temperatursensor vor dem zweiten Temperatursensor, der zweite Temperatursensor vor dem dritten Temperatursensor, der dritte Temperatursensor vor dem gegebenenfalls weiteren Temperatursensor und der weitere Temperatursensor vor dem gegebenenfalls zusätzlichen weiteren Temperatursensor angeordnet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass bei der Berechnung der zu erwartenden Temperaturen als Eingangsgrößen für das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell jeweils nur ein Messsignal eines einzigen Temperatursensors der Temperatursensor-Anordnung und ein gemessener oder modellierter Abgasmassenstrom der Abgasnachbehandlungsanlage verwendet wird.

Für die Berechnung der zu erwartenden Temperatur des jeweiligen Temperatursensors geht gegebenenfalls nur ein Messsignal eines einzigen Temperatursensors der Temperatursensor-Anordnung in das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell und der Abgasmassenstrom ein. Das bedeutet, dass gegebenenfalls in dem

physikalischen und/oder kinetischen Modell nur die Messwerte eines einzigen Temperatursensors der Temperatursensor-Anordnung berücksichtigt werden. Günstig ist es jedoch, wenn zumindest noch ein Abgasmassenstrom berücksichtigt wird. Es kann weiter zweckmäßig sein, wenn zusätzlich noch Motorraumtemperaturen berücksichtigt werden, wie insbesondere eine Umgebungstemperatur einer jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente. Ein Berücksichtigen der Umgebungstemperatur kann insbesondere auch deshalb wichtig sein, weil es eine bestimmte Zeitdauer dauern kann, bis sich ein Temperatursensor auf die Temperatur des diesen umgebenden Abgases eingestellt hat.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht, dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht, dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messsignale, nämlich nur die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht, und/oder dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messsignale, nämlich nur die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht.

Gegebenenfalls gehen in das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell nur zwei reale Messwerte, insbesondere nur die gemessene Temperatur eines einzigen Temperatursensors und ein Abgasmassenstrom ein. Es kann vorgesehen sein, dass in die physikalischen und/oder kinetischen Modelle berechnete Werte anderer Modelle, insbesondere berechnete Werte eines physikalischen und/oder kinetischen Verbrennungskraftmaschinen-Modells (hier wird dann das

Abgasnachbehandlungssystem als Teil des Verbrennungskraftmodells bezeichnet), Erfahrungswerte, Werte aus Kennfeldern und/oder Ähnlichem eingehen. Für das kinetische Modell gehen relevante Kenngrößen wie O₂, HC, CO, NO, NO₂, Ruß ein, welche durch thermische Prozesse (z.B. Oxidation mit O₂) die Temperatur der Abgasnachbehandlungsanlage und des dieses durchströmenden Abgases verändert. Weiters bilden physikalische Modelle den Wärmeübergang vom Abgas auf die Abgasnachbehandlungsanlage und von dieser an die Umgebung in beide Richtungen ab.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage mindestens eine Abgasnachbehandlungskomponente umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage einen Dieseloxidationskatalysator DOC, einen Dieselpartikelfilter DPF, einen zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR, einen Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC und/oder einen NO_x-Speicherkatalysator LNT umfasst, oder wobei die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem Dieseloxidationskatalysator DOC, einem Dieselpartikelfilter DPF, einem zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR, einem Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC und/oder einem NO_x-Speicherkatalysator LNT gebildet ist.

Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung, wird unter einer Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere ein Dieseloxidationskatalysator DOC, ein Dieselpartikelfilter DPF, ein zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR, ein Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC und/oder ein NO_x-Speicherkatalysator LNT verstanden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen SCR-Katalysator, also einen zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden eingerichteten Katalysator, und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem DOC-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem DOC-Katalysator, einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, also einen SCR-beschichteten DPF, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem DOC-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen SCR-Katalysator, einen DOC-Katalysator, einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem SCR-Katalysator, einem DOC-Katalysator, einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen SCR-Katalysator, einen DOC-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem SCR-Katalysator, einem DOC-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen cDPF-Katalysator, also einen katalytischen DPF, einen ufSCR-Katalysator, also einen underfloor SCR, und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem LNT-Katalysator, einem cDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen SCR-Katalysator, einen sDPF-Katalysator und/oder einen ASC-

Katalysator umfasst oder aus einem LNT-Katalysator, einem SCR-Katalysator, einem sDPF-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen ufSCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen ufSCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst oder aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass einer, zwei, drei, vier, fünf oder alle Katalysatoren des Abgasnachbehandlungssystems beheizbar oder beheizt sind und insbesondere als elektrisch beheizbare Katalysatoren E-CAT ausgebildet sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage anstelle des DOC-Katalysators und/oder anstelle des LNT-Katalysators einen „Passive NOx Adsorber“ PNA umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage zusätzlich zu den oben genannten Katalysatoren einen „Passive NOx Adsorber“ PNA umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage zusätzlich zu den oben genannten Katalysatoren einen „Pre-Turbine-Catalyst“ PTC umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage eine oder zwei Dosierungsvorrichtungen und einen, zwei oder drei NOx-Sensoren und/oder einen, zwei oder drei NH₃-Sensoren, insbesondere einen NH₃-Sensor nach der Abgasnachbehandlungsanlage, umfasst.

Unter einem SCR-Katalysator kann im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ein sDPF-Katalysator, ein SCR-Katalysator und/oder ein ASC-Katalysator verstanden werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente durch ein physikalisches Abgaskomponenten-Modell abgebildet wird, oder dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten durch physikalische Abgaskomponenten-Modelle abgebildet werden, wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen die Wärmekapazitäten des Abgases und des Substrats der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente berücksichtigt werden, und wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen im Wesentlichen der Wärmeübergang zwischen dem Abgas und dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente und den Wärmeübergang zwischen dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente und der Umgebung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente berechnet werden.

Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass beispielsweise auch Rohrverbindungen zwischen Abgasnachbehandlungskomponenten und Sensoren und/oder eine Evaporation von einem zur selektiven katalytischen Reduktion geeigneten Betriebsstoff, wie insbesondere ein harnstoffhaltiges Gemisch, eine Harnstofflösung oder AdBlue® nach der Dosierung modelliert wird.

Durch physikalische Temperaturmodelle kann die zu erwartende Temperatur einer Abgasnachbehandlungskomponente mit einer hohen Genauigkeit berechnet werden.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Abgasnachbehandlungskomponenten durch ein eindimensionales Abgaskomponenten-Modell physikalisch abgebildet werden. Bei einem solchem Modell kann die Wärmekapazität von Gas und Substrat und der Wärmeübergang zwischen Gas und Substrat und der Wärmeübergang zwischen Substrat und Umgebung berücksichtigt werden

Dadurch kann es möglich sein, ausgehend von der gemessenen Temperatur des Abgases vor der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente die Temperatur des Abgases nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente zu berechnen. Die so berechnete Temperatur des Abgases nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente kann anschließend mit der durch den Temperatursensor gemessenen Temperatur des Abgases nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente verglichen werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage zusätzlich zum realen Betrieb jeweils in einem kinetischen Modell berechnet werden, und dass das jeweilige kinetische Modell insbesondere einer mathematischen Abbildung der verwendeten Abgasnachbehandlungskomponente entspricht.

Die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen können in einem mathematischen, physikalischen Modell berechnet werden. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass durch das kinetische Modell die maßgeblichen Reaktionen mathematisch-physikalisch abgebildet werden. Die Reaktionen können somit auf physikalischen Gegebenheiten beruhen, wodurch Schätzungen und/oder Unsicherheiten verringert werden können und wodurch die Genauigkeit der modellierten Werte erhöht werden kann. Gegebenenfalls kann in allen Ausführungsformen vorgesehen sein, dass in das kinetische Modell auch reale Messwerte als Eingangsgrößen eingehen.

Beispielsweise kann mit dem kinetischen Modell auch die Oxidation des Reduktionsmittels, insbesondere die Oxidation von NH_3 , abgebildet werden. Bei herkömmlichen Verfahren und/oder herkömmlichen Modellen kann die Oxidation von Reduktionsmittel, falls diese berücksichtigt wird, meist nur abgeschätzt werden, was mit großen Unsicherheiten einhergeht bzw. sehr ungenau ist. Beispielsweise ist ein solches kinetisches Modell in „Hollauf, Bernd: Model-Based Closed-Loop Control of SCR Based DeNOx Systems. Master's thesis, University of Applied Science Technikum Kärnten, 2009.“ offenbart.

Durch die Modellierung der einzelnen Reaktionen kann die Temperatur in den jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten genau berechnet werden. Dadurch kann es möglich sein, ausgehend von der gemessenen Temperatur des Abgases vor der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente die Temperatur des Abgases nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente, im Vergleich zu einem rein physikalischen Modell der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente, genauer zu berechnen. Insbesondere ist es durch die Modellierung der einzelnen Reaktionen möglich, die Abgastemperatur zu berechnen, wenn die Verbrennungskraftmaschine instationär betrieben wird oder wenn beispielsweise der Dieselpartikelfilter DPF regeneriert wird.

Besonders günstig ist es, wenn eine Temperatur von zumindest einem zumindest eine Abgasnachbehandlungskomponente umgebenden Abgases modelliert wird, wobei diese nach einer vorab definierten Zeitspanne mit einer gemessenen Temperatur der Abgasnachbehandlungskomponente verglichen wird. Die modellierte Temperatur des Gases wird also nach einer definierten Stabilisationszeit mit dem Wert des Temperatursensors verglichen. Durch die Modellierung der Temperatur wird ein gefilterter Wert eines modellierten oder zu modellierenden Temperatursensors bestimmt. Die vorab definierte Zeitspanne ist die definierte Stabilisationszeit und wird auch als stationärer Zustand bezeichnet. Es kann eine bestimmte Zeit (normalerweise einige Sekunden) dauern, bis der Temperatursensor sich auf die Temperatur des diesen umgebenden Abgases eingestellt. Diese Einstellungszeit, welche auch als Zeitkonstante des Temperatursensors bezeichnet wird, hängt insbesondere vom Wärmeübergang des Gases auf den Temperatursensor und dessen Wärmekapazität ab. Die Zeitkonstante wird durch diesen Vergleich des Temperatursensorwertes mit dem gefilterten Wert eines modellierten Temperatursensors berechnet, dabei wird insbesondere eine Filterzeitkonstante so lange verändert, bis diese ein möglichst gleiches dynamisches Verhalten wie der Sensor zeigt. Sind mehrere Sensoren vorgesehen, so kann dieser Schritt für jeden Sensor durchgeführt werden, insbesondere gleichzeitig. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass nur genau eine Abgastemperatur modelliert wird, und diese für alle Sensoren angewandt wird.

Dabei kann vorgesehen sein, ein Temperatursensor als defekt definiert wird, wenn eine durch den Vergleich der modellierten Temperatur mit der gemessenen Temperatur ermittelte Zeitkonstante von einem zu erwartenden Wert abweicht. Von einer zu großen Abweichung wird insbesondere dann gesprochen, wenn die Einstellungszeit des Temperatursensors länger ist als die vorab definierte Stabilisationszeit. Das heißt, die modellierte Temperatur und die gemessene Temperatur unterscheiden sich zu stark. Eine Ursache darin liegt insbesondere in einer starken Verschmutzung des Temperatursensors, wodurch dieser nicht mehr einwandfrei funktioniert und als defekt definiert wird. Dieser Verfahrensschritt kann *mutatis mutandis* auf zwei oder mehr Temperatursensoren angewandt werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die jeweiligen Temperatursensoren der Temperatursensor-Anordnung zwischen den jeweiligen

Abgasnachbehandlungskomponenten vorgesehen sind, dass gegebenenfalls ein Temperatursensor der Temperatursensor-Anordnung zwischen der Verbrennungskraftmaschine und der jeweiligen der Verbrennungskraftmaschine nachfolgenden Abgasnachbehandlungskomponente vorgesehen ist, und/oder dass mit den Temperatursensoren die Temperatur vor und/oder nach den Abgasnachbehandlungskomponenten bestimmt und/oder gemessen wird.

Es kann auch günstig sein, dass zwischen der Verbrennungskraftmaschine und der jeweiligen der Verbrennungskraftmaschine nachfolgenden Abgasnachbehandlungskomponente kein physischer Temperatursensor angeordnet ist, sondern dieser stattdessen modelliert ist.

Auch wenn es günstig ist, ist es nicht zwingend notwendig, dass zwischen jeweils zwei Abgasnachbehandlungskomponenten ein physischer Temperatursensor vorgesehen ist. Wenn zwischen zwei oder mehr Abgasnachbehandlungskomponenten kein physischer Temperatursensor angeordnet ist, so wird dieser durch ein Modell abgebildet. Grundsätzlich wird im Rahmen der Erfindung unter einem Temperatursensor sowohl ein physischer als auch ein modellierter Temperatursensor verstanden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren automatisiert abläuft, dass das Verfahren in einer Datenverarbeitungsanordnung, insbesondere in einem Steuergerät, der Verbrennungskraftmaschine automatisiert abläuft, und/oder dass das Verfahren in einem Fahrzeugdiagnosesystem, insbesondere einem On-Board-Diagnose OBD Diagnosesystem, automatisiert abläuft.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Statusinformation zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren, insbesondere zur Funktionstüchtigkeit der jeweiligen Temperatursensoren, mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ eines Fahrzeuges ausgegeben wird, wodurch der Fahrer über den Status der Temperatursensoren informiert wird.

Über die Aktivierung der MIL-Lampe kann der Fahrer über einen Defekt eines Temperatursensors der Temperatursensor-Anordnung informiert werden.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich gegebenenfalls aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher, Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungsanlage, in welcher die Temperatursensor-Anordnung angeordnet ist, und

Fig. 2 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer sogenannten Detektions-Matrix, in welcher die verschiedenen Fehlermöglichkeiten der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform einer Abgasnachbehandlungsanlage angeführt sind.

Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten:

Dieseloxidationskatalysator DOC 1, Dieselpartikelfilter DPF 2, zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteter Katalysator SCR 3, Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC 4, Zylinder 5, Verbrennungskraftmaschine 6, erster Temperatursensor 7, zweiter Temperatursensor 8, dritter Temperatursensor 9, vierter Temperatursensor 10 und Abgasnachbehandlungsanlage 11.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer Abgasnachbehandlungsanlage 11 einer Verbrennungskraftmaschine 6, insbesondere eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs.

Gemäß diesem Beispiel umfasst die Verbrennungskraftmaschine 6 vier Zylinder 5. Anschließend an die Verbrennungskraftmaschine 6 ist eine Abgasnachbehandlungsanlage 11 vorgesehen. Das von der Verbrennungskraftmaschine 6 erzeugte Abgas wird in die Abgasnachbehandlungsanlage 11 eingebracht und strömt durch die einzelnen Abgasnachbehandlungskomponenten 1, 2, 3, 4.

Die Abgasnachbehandlungsanlage 11 umfasst verschiedene Abgasnachbehandlungskomponenten, wie einen Dieseloxidationskatalysator DOC 1, einen Dieselpartikelfilter DPF 2, einen zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR 3 und einen Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC 4.

Das erzeugte Abgas strömt gemäß diesem Beispiel zuerst von der Verbrennungskraftmaschine 6 in den DOC 1, dann durch den DPF 2, dann durch den SCR 3 und anschließend durch den ASC 4.

Die Temperatursensor-Anordnung umfasst einen ersten Temperatursensor 7, einen zweiten Temperatursensor 8, einen dritten Temperatursensor 9 und einen vierten Temperatursensor 10. Die Temperatursensoren 7, 8, 9, 10 sind in dieser Reihenfolge entlang der Strömungsrichtung des Abgases an der Abgasnachbehandlungsanlage 11 angeordnet.

Der erste Temperatursensor 7 ist zwischen der Verbrennungskraftmaschine 6 und dem Dieseloxydationskatalysator DOC 1 angeordnet. Durch den ersten Temperatursensor 7 ist die Temperatur nach der Verbrennungskraftmaschine 6 und vor dem DOC 1 bestimmbar.

Der zweite Temperatursensor 8 ist zwischen dem Dieseloxydationskatalysator DOC 1 und dem Dieselpartikelfilter DPF 2 angeordnet. Durch den zweiten Temperatursensor 8 ist die Temperatur nach dem DOC 1 und vor dem DPF 2 bestimmbar.

Der dritte Temperatursensor 9 ist zwischen dem Dieselpartikelfilter DPF 2 und dem zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR 3 angeordnet. Durch den dritten Temperatursensor 9 ist die Temperatur nach dem DPF 2 und vor dem SCR 3 bestimmbar.

Der vierte Temperatursensor 10 ist nach dem Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC 4 angeordnet. Der ASC 4 ist gemäß diesem Beispiel am hinteren Teil des SCR 3 vorgesehen. Mit dem vierten Temperatursensor 10 ist die Temperatur nach dem ASC 4, also nach dem SCR 3, bestimmbar.

Die jeweiligen Temperatursensoren 7, 8, 9, 10 sind dazu eingerichtet, die jeweilige Temperatur vor und/oder nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 zu bestimmen.

Fig. 2 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer sogenannten Detektions-Matrix in welcher, die verschiedenen Ergebnisse der Funktionsüberprüfung der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform einer Abgasnachbehandlungsanlage 11 angeführt sind.

In der Tabelle ist dargestellt, ob die berechneten Temperaturen mit den gemessenen Temperaturen übereinstimmen und welcher Temperatursensor 7, 8, 9, 10 in weiterer Folge bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens als defekt erkannt wird.

Die zu erwartende Temperatur des Abgases bzw. der gemessenen Temperatur des jeweiligen Temperatursensors 7, 8, 9, 10 nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 wird gemäß diesem Beispiels in einem physikalischen und kinetischen Modell berechnet. In diesem physikalischen und kinetischen Modell wird die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 sowohl physikalisch als auch kinetisch modelliert.

In dem jeweiligen Abgaskomponenten-Modell werden unter anderem die Wärmekapazitäten des Abgases und des Substrats der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 berücksichtigt. Ferner wird im Wesentlichen der Wärmeübergang zwischen dem Abgas und dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 und der Wärmeübergang zwischen dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 und der Umgebung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 berechnet.

Überdies werden in dem jeweiligen Abgaskomponenten-Modell auch die maßgeblichen Reaktionen der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 berechnet.

Dadurch, dass gemäß dieser Ausführungsform sowohl die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponenten 1, 2, 3, 4 physikalisch als auch kinetisch modelliert wird, kann die Temperatur des Abgases nach der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente 1, 2, 3, 4 realitätsnah bzw. mit einer hohen Genauigkeit berechnet werden.

In das physikalische und kinetische Modell geht gemäß dieser Ausführungsform jeweils nur ein Messsignal eines einzigen Temperatursensors 7, 8, 9, 10 der Temperatursensor-Anordnung der Abgasnachbehandlungsanlage 11 ein.

Es wird zur Berechnung der zu erwartenden Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 nur die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors 7 verwendet. Ferner wird zur Berechnung der zu erwartenden Temperatur des dritten

Temperatursensors 9 nur die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 verwendet. Überdies wird zur Berechnung der zu erwartenden Temperatur des vierten Temperatursensors 10 nur die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors 9 verwendet.

In der zweiten Zeile der Detektions-Matrix stimmen alle berechneten Temperaturen mit den jeweiligen gemessenen Temperaturen überein. In diesem Fall werden alle Temperatursensoren 7, 8, 9, 10 der Temperatursensor-Anordnung als funktionstüchtig definiert.

In der dritten Zeile der Detektions-Matrix ist ersichtlich, dass die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 abweicht, und dass alle anderen berechneten Temperaturen mit den gemessenen Temperaturen übereinstimmen. In diesem Fall wird der erste Temperatursensor 7 als defekt definiert.

In der vierten Zeile der Detektions-Matrix ist ersichtlich, dass die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors 8 abweicht, dass die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors 9 von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors 9 abweicht, und dass alle anderen berechneten Temperaturen mit den gemessenen Temperaturen übereinstimmen. In diesem Fall wird der zweite Temperatursensor 8 als defekt definiert.

In der fünften Zeile der Detektions-Matrix ist ersichtlich, dass die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors 9 von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors 9 abweicht, dass die berechnete Temperatur des vierten Temperatursensors 10 von der gemessenen Temperatur des vierten Temperatursensors 10 abweicht, und dass alle anderen berechneten Temperaturen mit den gemessenen Temperaturen übereinstimmen. In diesem Fall wird der dritte Temperatursensor 9 als defekt definiert.

In der sechsten Zeile der Detektions-Matrix ist ersichtlich, dass die berechnete Temperatur des vierten Temperatursensors 10 von der gemessenen Temperatur des vierten Temperatursensors 10 abweicht, und dass alle anderen berechneten

Temperaturen mit den gemessenen Temperaturen übereinstimmen. In diesem Fall wird der vierte Temperatursensor 10 als defekt definiert.

In allen Ausführungsformen läuft das Verfahren bevorzugt automatisiert in einer Datenverarbeitungsanordnung, insbesondere in einem On-Board-Diagnose OBD Diagnosesystem, der Verbrennungskraftmaschine 6 oder des Fahrzeugs ab.

Ferner wird gegebenenfalls eine Statusinformation zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren 7, 8, 9, 10 mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ des Fahrzeuges ausgegeben, sobald ein Defekt eines Temperatursensors 7, 8, 9, 10 der Temperatursensor-Anordnung erkannt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung einer Abgasnachbehandlungsanlage (11) einer Verbrennungskraftmaschine (6),
 - wobei die Temperatursensor-Anordnung mindestens drei im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnete Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) umfasst,dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors (7) dient,
 - dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors (9) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) dient,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines weiteren Temperatursensors (10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors (9) dient,
 - dass der erste Temperatursensor (7) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) abweicht und der dritte Temperatursensor (9) funktionstüchtig sind und insbesondere die berechnete Temperaturen des dritten Temperatursensors (9) mit der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9) übereinstimmt,
 - dass der zweite Temperatursensor (8) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) abweicht, die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors (9) von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9),
 - dass der dritte Temperatursensor (9) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors (9) von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9) abweicht, falls

- vorhanden, die berechnete Temperatur eines weiteren Temperatursensors (10) von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) abweicht,
- dass kein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechneten Temperaturen aller Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) mit den jeweils gemessenen Temperaturen der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) übereinstimmen,
 - und dass gegebenenfalls eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) ausgegeben und/oder gespeichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass mindestens ein weiterer Temperatursensor (7, 8, 9, 10) vorgesehen ist,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) dient,
 - und dass der weitere Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht, falls vorhanden, die berechnete Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
- dass der erste Temperatursensor (7), der zweite Temperatursensor (8), der dritte Temperatursensor (9), gegebenenfalls der weitere Temperatursensor (10) und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnet sind,
 - oder dass der erste Temperatursensor (7), der zweite Temperatursensor (8), der dritte Temperatursensor (9), gegebenenfalls der weitere Temperatursensor (10) und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasströmungsrichtung der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Berechnung der zu erwartenden Temperaturen als Eingangsgrößen für das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell jeweils nur ein Messsignal eines einzigen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung und ein gemessener Abgasmassenstrom der Abgasnachbehandlungsanlage (11) verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors (7) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors (9) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors (9) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - und/oder dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Abgasnachbehandlungsanlage (11) mindestens eine Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) umfasst,

- wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (11) einen Dieseloxidationskatalysator DOC (1), einen Dieselpartikelfilter DPF (2), einen zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR (3), einen Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC (4) und/oder einen NO_x-Speicherkatalysator LNT umfasst,
 - oder wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (11) aus einem Dieseloxidationskatalysator DOC (1), einem Dieselpartikelfilter DPF (2), einem zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR (3), einem Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC (4) und/oder einem NO_x-Speicherkatalysator LNT gebildet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) durch ein physikalisches Abgaskomponenten-Modell abgebildet wird,
 - oder dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) durch physikalische Abgaskomponenten-Modelle abgebildet werden,
 - wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen die Wärmekapazitäten des Abgases und des Substrats der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) berücksichtigt werden,
 - und wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen im Wesentlichen der Wärmeübergang zwischen dem Abgas und dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) und der Wärmeübergang zwischen dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) und der Umgebung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) berechnet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
- dass die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) der Abgasnachbehandlungsanlage (11) zusätzlich zum realen Betrieb jeweils in einem kinetischen Modell berechnet werden,

- und dass das jeweilige kinetische Modell insbesondere einer mathematischen Abbildung der verwendeten Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) entspricht.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur von zumindest einem zumindest eine Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) umgebenden Abgases modelliert wird, wobei diese nach einer vorab definierten Zeitspanne mit einer gemessenen Temperatur der Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) verglichen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn eine durch den Vergleich der modellierten Temperatur mit der gemessenen Temperatur ermittelte Zeitkonstante von einem zu erwartenden Wert abweicht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
- dass die jeweiligen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung zwischen den jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) vorgesehen sind,
 - dass gegebenenfalls ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung zwischen der Verbrennungskraftmaschine (6) und der jeweiligen der Verbrennungskraftmaschine nachfolgenden Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) vorgesehen ist,
 - und/oder dass mit den Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) die Temperatur vor und/oder nach den Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) bestimmt und/oder gemessen wird.
12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Verfahren automatisiert abläuft,
 - dass das Verfahren in einer Datenverarbeitungsanordnung, insbesondere in einem Steuergerät, der Verbrennungskraftmaschine (6) automatisiert abläuft,
 - und/oder dass das Verfahren in einem Fahrzeugdiagnosesystem, insbesondere einem On-Board-Diagnose OBD Diagnosesystem, automatisiert abläuft.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Statusinformation zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10), insbesondere zur Funktionstüchtigkeit der jeweiligen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10), mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ eines Fahrzeuges ausgegeben wird, wodurch der Fahrer über den Status der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) informiert wird.

Fig.1

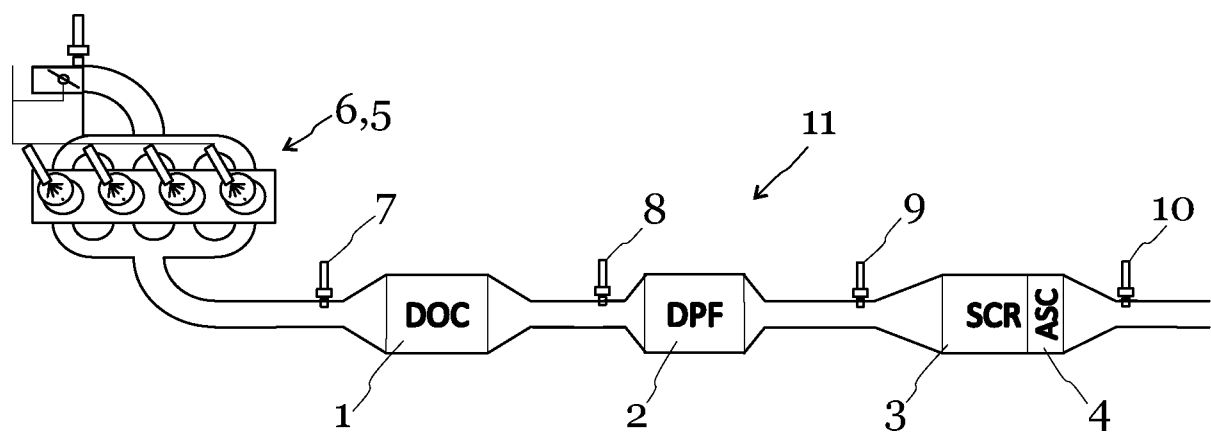


Fig.2

	T2 check	T3 check	T4 check
no defekt	OK	OK	OK
T1 defekt	not OK	OK	OK
T2 defekt	not OK	not OK	OK
T3 defekt	OK	not OK	not OK
T4 defekt	OK	OK	not OK

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F02D 41/22 (2006.01); **F01N 11/00** (2006.01); **G01K 15/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F02D 41/222 (2013.01); **F01N 11/005** (2013.01); **G01K 15/007** (2013.01); **F02D 2200/0804** (2013.01); **G01K 2205/04** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F02D, F01N, G01K

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, PATDEW, PATENW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 27.09.2018 eingereichten Ansprüchen 1-13 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 10 2010 009 424 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC) 11. November 2010 (11.11.2010) Absatz [0028] - [0029]; fig. 2 - 6	1 - 5, 12, 13
Y	JP 2010-159643 A (HINO MOTORS LTD) 22. Juli 2010 (22.07.2010) Absatz [0013], [0017]; fig. 1 (s. auch die englischsprachige Zusammenfassung in www.espacenet.com)	1 - 5, 12, 13
A	DE 10 2009 003 091 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18. November 2010 (18.11.2010) Absatz [0012] - [0014], fig. 1	1 - 13
A	US 7,429,128 B2 (IZUMIURA et al.) 30. September 2008 (30.09.2008) Spalte 6, Zeile 20 - Spalte 12, Zeile 59; fig. 1 - 8	1 - 13
A	WO 2004/040104 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 13. Mai 2004 (13.05.2004) Seite 9, Zeile 9 - Seite 10, Zeile 3; fig. 1 - 4	1 - 13
A	EP 3 029 303 A1 (ISUZU MOTORS LTD et al.) 08. Juni 2016 (08.06.2016) Absatz [0010] - [0061]; fig. 1,2	1 - 13

Datum der Beendigung der Recherche:
05.04.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

BAUER Heinrich

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Temperatursensor-Anordnung einer Abgasnachbehandlungsanlage (11) einer Verbrennungskraftmaschine (6),
 - wobei die Temperatursensor-Anordnung mindestens drei im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnete Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) umfasst,dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors (7) dient,
 - dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors (9) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) dient,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines weiteren Temperatursensors (10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors (9) dient,
 - dass der erste Temperatursensor (7) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) abweicht und der dritte Temperatursensor (9) funktionstüchtig ist und die berechnete Temperaturen des dritten Temperatursensors (9) mit der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9) übereinstimmt,
 - dass der zweite Temperatursensor (8) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) von der gemessenen Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) abweicht, die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors (9) von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9) abweicht,
 - dass der dritte Temperatursensor (9) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des dritten Temperatursensors (9) von der gemessenen Temperatur des dritten Temperatursensors (9) abweicht, falls

- vorhanden, die berechnete Temperatur eines weiteren Temperatursensors (10) von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) abweicht,
- dass kein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechneten Temperaturen aller Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) mit den jeweils gemessenen Temperaturen der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) übereinstimmen,
 - und dass eine Information zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) ausgegeben und/oder gespeichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass mindestens ein weiterer Temperatursensor (7, 8, 9, 10) vorgesehen ist,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur eines zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei als Eingangsgröße für die Berechnung die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) dient,
 - und dass der weitere Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn die berechnete Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht, falls vorhanden, die berechnete Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) von der gemessenen Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors (7, 8, 9, 10) abweicht.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
- dass der erste Temperatursensor (7), der zweite Temperatursensor (8), der dritte Temperatursensor (9), gegebenenfalls der weitere Temperatursensor (10) und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnet sind,
 - oder dass der erste Temperatursensor (7), der zweite Temperatursensor (8), der dritte Temperatursensor (9), gegebenenfalls der weitere Temperatursensor (10) und gegebenenfalls der zusätzliche weitere Temperatursensor in dieser Reihenfolge entlang der Abgasströmungsrichtung der Abgasnachbehandlungsanlage (11) angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Berechnung der zu erwartenden Temperaturen als Eingangsgrößen für das jeweilige physikalische und/oder kinetische Modell jeweils nur ein Messsignal eines einzigen Temperatursensors (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung und ein gemessener Abgasmassenstrom der Abgasnachbehandlungsanlage (11) verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zu erwartende Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des ersten Temperatursensors (7) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - dass die zu erwartende Temperatur des dritten Temperatursensors (9) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des zweiten Temperatursensors (8) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des dritten Temperatursensors (9) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht,
 - und/oder dass gegebenenfalls die zu erwartende Temperatur des zusätzlichen weiteren Temperatursensors in einem physikalischen und/oder kinetischen Modell berechnet wird, wobei in das Modell nur zwei reale Messwerte, nämlich die gemessene Temperatur des weiteren Temperatursensors (10) und ein gemessener Abgasmassenstrom, eingeht.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Abgasnachbehandlungsanlage (11) mindestens eine Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) umfasst,

- wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (11) einen Dieseloxidationskatalysator DOC (1), einen Dieselpartikelfilter DPF (2), einen zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR (3), einen Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC (4) und/oder einen NO_x-Speicherkatalysator LNT umfasst,
 - oder wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (11) aus einem Dieseloxidationskatalysator DOC (1), einem Dieselpartikelfilter DPF (2), einem zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR (3), einem Ammoniak-Schlupfkatalysator ASC (4) und/oder einem NO_x-Speicherkatalysator LNT gebildet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) durch ein physikalisches Abgaskomponenten-Modell abgebildet wird,
 - oder dass in dem physikalischen und/oder kinetischen Modell die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) durch physikalische Abgaskomponenten-Modelle abgebildet werden,
 - wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen die Wärmekapazitäten des Abgases und des Substrats der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) berücksichtigt werden,
 - und wobei in den physikalischen Abgaskomponenten-Modellen im Wesentlichen der Wärmeübergang zwischen dem Abgas und dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) und der Wärmeübergang zwischen dem Substrat der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) und der Umgebung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) berechnet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
- dass die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) der Abgasnachbehandlungsanlage (11) zusätzlich zum realen Betrieb jeweils in einem kinetischen Modell berechnet werden,

- und dass das jeweilige kinetische Modell insbesondere einer mathematischen Abbildung der verwendeten Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) entspricht.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur von zumindest einem zumindest eine Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) umgebenden Abgases modelliert wird, wobei diese nach einer vorab definierten Zeitspanne mit einer gemessenen Temperatur der Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) verglichen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) als defekt definiert wird, wenn eine durch den Vergleich der modellierten Temperatur mit der gemessenen Temperatur ermittelte Zeitkonstante von einem zu erwartenden Wert abweicht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
- dass die jeweiligen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung zwischen den jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) vorgesehen sind,
 - dass gegebenenfalls ein Temperatursensor (7, 8, 9, 10) der Temperatursensor-Anordnung zwischen der Verbrennungskraftmaschine (6) und der jeweiligen der Verbrennungskraftmaschine nachfolgenden Abgasnachbehandlungskomponente (1, 2, 3, 4) vorgesehen ist,
 - und/oder dass mit den Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) die Temperatur vor und/oder nach den Abgasnachbehandlungskomponenten (1, 2, 3, 4) bestimmt und/oder gemessen wird.
12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Verfahren automatisiert abläuft,
 - dass das Verfahren in einer Datenverarbeitungsanordnung, insbesondere in einem Steuergerät, der Verbrennungskraftmaschine (6) automatisiert abläuft,
 - und/oder dass das Verfahren in einem Fahrzeugdiagnosesystem, insbesondere einem On-Board-Diagnose OBD Diagnosesystem, automatisiert abläuft.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Statusinformation zur Funktionstüchtigkeit der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10), insbesondere zur Funktionstüchtigkeit der jeweiligen Temperatursensoren (7, 8, 9, 10), mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ eines Fahrzeuges ausgegeben wird, wodurch der Fahrer über den Status der Temperatursensoren (7, 8, 9, 10) informiert wird.