(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 523049 A4 2021-05-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51106/2019
(22) Anmeldetag: 18.12.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2021

(51) Int. Cl.: ***G01M 17/007*** (2006.01)
G05B 13/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 11373 U2
DE 10316442 A1
DE 10316436 A1
DE 102006014072 A1
DE 102007039691 A1
DE 102014208932 A1
US 2019092314 A1
WO 2019060938 A1
DE 102018207176 A1

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

(72) Erfinder:
Bool Anton B. Eng.
72768 Reutlingen (DE)
Egert Michael Dipl.Ing.
8573 Kainach (AT)
Salzgeber Kurt Dr.
8301 Laßnitzhöhe (AT)
Bauer Marco Dipl.Ing.
71034 Böblingen (DE)

(74) Vertreter:
Hartinger Mario Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

AT 523049 A4 2021-05-15

(54) **Verfahren und ein System zum Testen wenigstens einer Antriebstrangkomponente**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) und ein System zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind.

Zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente (1) werden zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1) identifiziert (102). Diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) werden einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1) charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) auftreten, zugeordnet (103). Danach werden auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) identifiziert (104) und in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e) ermittelt (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

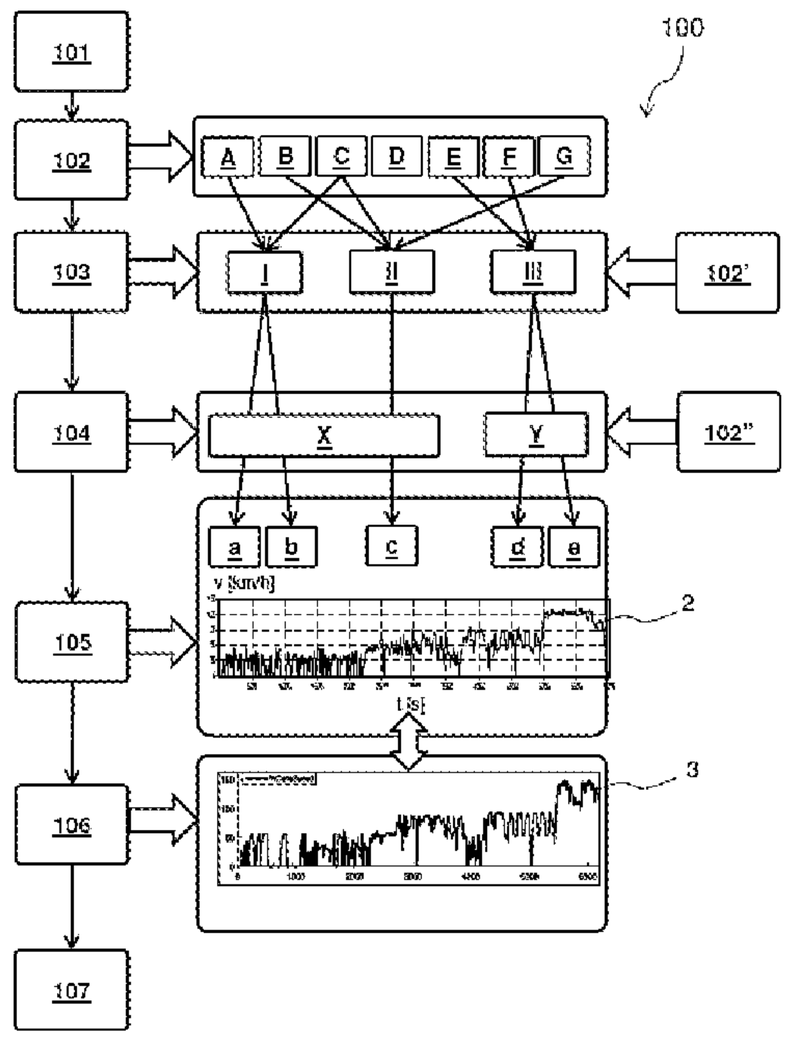

Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) und ein System zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind.

Zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente werden zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente identifiziert (102). Diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) werden einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1) charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) auftreten, zugeordnet (103). Danach werden auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) identifiziert (104) und in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e) ermittelt (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

Fig.1

Verfahren und ein System zum Testen wenigstens einer Antriebstrangkomponente

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Testen wenigstens einer Antriebstrangkomponente, insbesondere einer Brennkraftmaschine, wobei die Antriebsstrangkomponente einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebstrangkomponente geeignet sind.

Die Qualität eines Fahrzeugs ist heutzutage einer der wichtigsten Entscheidungsfaktoren bei der Auswahl eines Kunden zwischen Wettbewerberprodukten in einem Produktsegment. Daher ist das Verstehen der Einflüsse auf die Qualität und das Beeinflussen der Qualität in der richtigen Weise entscheidend für den Geschäftserfolg eines Fahrzeugs und damit auch eines Herstellers.

Zusätzlich zu den sich daraus ergebenden Qualitätsanforderungen werden auch Qualitätsstandards durch den Gesetzgeber vorgegeben, welche für den Hersteller bindend sind. Beispielsweise müssen Hersteller von Kraftfahrzeugen gewährleisten können, dass alle Fahrzeuge eines Fahrzeugtyps, welche von dem Hersteller ausgeliefert werden, vordefinierte Emissionswerte über die gesamte Nutzungszeit einhalten.

Die Qualität eines Fahrzeugs bemisst sich insbesondere nach der Auswahlwahrscheinlichkeit des Antriebsstrangs bzw. einzelner Antriebstrangkomponenten des Fahrzeugs. Diese Auswahlwahrscheinlichkeit hat einen direkten Einfluss auf die gesamten Betriebskosten (total cost of ownership) eines Fahrzeugs, welche für den Endverbraucher einen hohen Stellenwert haben.

Um die Funktion eines Produkts auch nach der Herstellung und der Auslieferung an den Kunden sicherstellen zu können, ist es daher von hohem Interesse des Herstellers, in

der Phase der Fahrzeugentwicklung eine Zuverlässigkeitsabsicherung des Antriebsstrangs und/oder einzelner Antriebsstrangkomponenten durchführen zu können.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Verbesserung der Zuverlässigkeitsabsicherung einer Antriebstrangkomponente und/oder des Antriebsstrangs zu erreichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch Verfahren und Systeme zum Testen wenigstens einer Antriebstrangkomponente gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen wenigstens einer Antriebstrangkomponente, insbesondere einer Brennkraftmaschine. In einem ersten Arbeitsschritt wird die Antriebsstrangkomponente vorzugsweise einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente geeignet sind. In einem zweiten Arbeitsschritt werden zum Definieren des Prüflaufs für die Antriebsstrangkomponente vorzugsweise zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente identifiziert. Diese technischen Defekte werden vorzugsweise einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen der Art der Antriebsstrangkomponente charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte auftreten, zugeordnet. Danach werden auf der Grundlage der diskreten Werte vorzugsweise Testrandbedingungen identifiziert, und weiter vorzugsweise werden, in Abhängigkeit der Testrandbedingungen und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente durchzuführende Betriebsarten ermittelt , welche in dem Prüflauf wenigstens abzufahren sind. Die durchzuführenden Betriebsarten sind vorzugsweise Betriebsarten der Antriebstrangkomponente oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs oder des Antriebstrangs selbst.

In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente, insbesondere einer Brennkraftmaschine. In einem

ersten Arbeitsschritt wird die Antriebsstrangkomponente vorzugsweise einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente geeignet sind. In einem zweiten Arbeitsschritt werden zum Definieren des Prüflaufs vorzugsweise zunächst konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente, insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen der Art der Antriebsstrangkomponente oder des Antriebsstrangs charakterisieren und bei welchen technische Defekte auftreten, oder Testrandbedingungen eingelesen. Danach werden in Abhängigkeit der Testrandbedingungen, welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifizierbar sind, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente durchzuführende Betriebsarten, insbesondere der Antriebstrangkomponente oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs oder des Antriebstrangs, ermittelt, welche in dem Prüflauf wenigstens abzufahren sind.

Die durchzuführenden Betriebsarten sind vorzugsweise Betriebsarten der Antriebstrangkomponente oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs oder des Antriebstrangs selbst.

Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente, insbesondere einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise aufweisend:

einen Prüfstand, welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente geeignet sind; und

eine Analyseeinrichtung zum Definieren des Prüflaufs für die Antriebsstrangkomponente mit ersten Mitteln, welche eingerichtet sind, zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente zu identifizieren, zweiten Mitteln, welche eingerichtet sind, diese technischen Defekte einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen für die Art der

Antriebsstrangkomponente charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte auftreten, zuzuordnen. Vorzugsweise weist die Analyseeinrichtung des Weiteren dritte Mittel, welche eingerichtet sind, auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen zu identifizieren, und vierte Mittel, welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit der Testrandbedingungen und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente durchzuführende Betriebsarten, insbesondere der Antriebstrangkomponente oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs oder des Antriebstrangs selbst, zu ermitteln. Diese durchzuführenden Betriebsarten sind vorzugsweise in dem Prüflauf wenigstens abzufahren.

Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente, insbesondere einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise aufweisend:

einen Prüfstand, welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente geeignet sind; und

eine Analyseeinrichtung zum Definieren des Prüflaufs für die Antriebsstrangkomponente mit einer Schnittstelle, insbesondere einer Datenschnittstelle, welche geeignet ist, konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente, insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen der Antriebsstrangkomponente oder des Antriebsstrangs charakterisieren und bei welchen technische Defekte auftreten, einzulesen. Alternativ oder zusätzlich werden Testrandbedingungen eingelesen. Vorzugsweise weist die Analyseeinrichtung des weiteren vierte Mittel auf, welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit von Testrandbedingungen, welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifiziert oder eingelesen wurden, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente durchzuführende Betriebsarten, insbesondere der Antriebstrangkomponente oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs oder des Antriebstrangs selbst, zu ermitteln. Die durchzuführenden Betriebsarten sind vorzugsweise in dem Prüflauf wenigstens abzufahren.

Eine Antriebsstrangkomponente im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Komponente, welche zum Antrieb eines Fahrzeugs beiträgt, insbesondere wenigstens eine Brennkraftmaschine, Elektromaschine, Traktionsbatterie, Brennstoffzelle, Abgasnachbehandlungskomponente, ein Bauteil einer vorbenannten Komponenten, wie beispielsweise ein Abgasturbolader, ein Abgasrückführungskühler, ein Abgasrückführungsventil, ein Aktor und/oder eine ähnliche Komponente.

Ein Betriebspunkt im Sinne der Erfindung wird vorzugsweise definiert durch Last und Drehzahl. Weiter vorzugsweise wird ein solcher des Weiteren durch die Kühlmitteltemperatur und Stufenpunktdauer definiert.

Eine Kalibrierung einer Komponente im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Beaufschlagen einer Steuereinrichtung oder Regeleinrichtung der Komponente mit Werten von Steuerparametern, wodurch Betriebseigenschaften der Komponente festgelegt werden. Weiter vorzugsweise ist die Kalibrierung eine optimale Abstimmung der Steuerparameter der Steuerungseinrichtung oder Regelungseinrichtung.

Eine Validierung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Überprüfung einer Gültigkeit, insbesondere ob vorab festgelegte Ziele durch die Antriebsstrangkomponente erfüllt sind. Weiter vorzugsweise ist die Validierung eine Verifizierung.

Eine Testebene im Sinne der Erfindung gibt an, ob das gesamte Fahrzeug, der Antriebsstrang, eine Komponente des Antriebsstrangs oder nur ein Bauteil einer Komponente des Antriebsstrangs zu testen sind.

Ein Prüfbetrieb im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein realer Prüfbetrieb oder ein wenigstens teilweise simulierter Prüfbetrieb. Ein simulierter Prüfbetrieb beinhaltet vorzugsweise eine Simulation, insbesondere eine FEM-basierte oder HIL-Simulation:

Eine Betriebsart im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Betriebszustand oder eine definierte Abfolge von Betriebspunkten einer technischen Vorrichtung. Vorzugsweise sind dies im Falle einer Brennkraftmaschine beispielweise ein stationärer Betrieb, ein

transienter Betrieb, Nennleistungsbetrieb, Rauchgasentschwefelungsbetrieb (DeSox), Regenerationsbetrieb (Partikelfilter, etc.), Aufwärmbetrieb, Normalbetrieb, usw..

Eine Testrandbedingung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Randbedingung, unter welcher ein Testbetrieb durchgeführt wird. Testrandbedingungen sind beispielsweise Dauerlaufbetrieb, insbesondere Schwachlastdauerlaufbetrieb oder Hochlastdauerlaufbetrieb, Funktionsuntersuchungsbetrieb. Weiter vorzugsweise definieren die Testrandbedingungen eine jeweilige Testebene, in welcher ein Testbetrieb durchgeführt wird.

Ein technischer Defekt im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Funktionseinschränkung oder ein Funktionsausfall der Antriebsstrangkomponente. Beispielhafte technische Defekte sind eine Lockerung von Elementen, insbesondere Verbindungen, oder eine Alterung, insbesondere eine thermische oder mechanische Alterung.

Eine Art einer Antriebsstrangkomponente ist eine Gruppe von Antriebsstrangkomponenten, deren Hardwarekonfigurationen identisch sind, welche aber eine unterschiedliche Kalibrierung aufweisen.

Ein Mittel im Sinne der Erfindung kann hard- und/oder softwaretechnisch ausgebildet sein und insbesondere eine, vorzugsweise mit einem Speicher- und/oder Bussystem daten- bzw. signalverbundene, insbesondere digitale, Verarbeitungseinheit, insbesondere Mikroprozessor-Einheit (CPU), und/oder ein oder mehrere Programme oder Programm-Module aufweisen. Die CPU kann dazu ausgebildet sein, Befehle, die als ein in einem Speichersystem abgelegtes Programm implementiert sind, abzuarbeiten, Eingangssignale von einem Datenbus zu erfassen und/oder Ausgangssignale an einen Datenbus zu geben. Ein Speichersystem kann ein oder mehrere, insbesondere verschiedene, Speichermedien, insbesondere optische, magnetische, Festkörper- und/oder andere nicht-flüchtige Medien, aufweisen. Das Programm kann derart beschaffen sein, dass es die hier beschriebenen Verfahren verkörpert bzw. auszuführen imstande ist, dass die CPU die Schritte solcher Verfahren ausführen kann.

Ein Ausgeben im Sinne der Erfindung bedeutet insbesondere ein Bereitstellen von Daten. Vorzugsweise kann dies an einer Datenschnittstelle und/oder auch an einer Benutzerschnittstelle geschehen.

Die Erfindung beruht insbesondere auf einem methodischen Ansatz zur Zuverlässigkeitsabsicherung, insbesondere der Funktions- oder Lebensdauerabsicherung. Hierfür wird die jeweilige Antriebsstrangkomponente einem Prüfbetrieb unterzogen, bei welchem Werte physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen der Art der Antriebsstrangkomponente charakterisieren, erreicht werden, bei welchen bekannt ist, dass technische Defekte auftreten. Alternativ können auch Betriebsbedingungen des Antriebsstrangs oder einer Antriebsmaschine charakterisiert werden.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Werte der physikalischen Größen für eine Art einer Antriebsstrangkomponente, d. h. für eine Vielzahl von Antriebsstrangkomponenten mit gleicher Konfiguration, nur ein einziges Mal bestimmt werden müssen. Infolgedessen müssen auch die Testrandbedingungen vorzugsweise nur einmal für eine Art von Antriebsstrangkomponente bestimmt werden. Für Antriebsstrangkomponenten der gleichen Art, welche aber mit anderer Steuersoftware oder in einer anderen Umgebung betrieben werden, können die einmal anhand einer Antriebsstrangkomponente ermittelte Werte physikalischer Größen oder der Testrandbedingungen übernommen werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass Betriebsbedingungen oder Testrandbedingungen, welche für mehrere technische Defekte relevant sind, in einem einzigen Test zusammengefasst werden können, wodurch eine Verringerung der Dauer des Prüfbetriebs erreicht wird. Grundsätzlich besteht daher auch die Möglichkeit, die Betriebsbedingungen, bei welchen technische Defekte auftreten, oder die Testrandbedingungen für eine Art einer Antriebsstrangkomponente vorzugeben, anhand welcher dann durchzuführende Betriebsarten und/oder eine Abfolge von Betriebspunkten ermittelt wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung werden entsprechend die diskreten Werte physikalischer Größen

oder Testrandbedingungen eingelesen und die durchzuführenden Betriebsarten auf der Grundlage der diskreten Werte und/oder der Testrandbedingungen identifiziert.

Die Tests, welche mittels der erfindungsgemäßen Verfahren und Systeme durchgeführt werden können, führen vorzugsweise zu einer Aussage und/oder einem Wert, insbesondere einer statistischen Wahrscheinlichkeit, welcher bzw. welche die Zuverlässigkeit der jeweiligen zu testenden Antriebsstrangkomponente charakterisiert. Anhand dieser ermittelten Zuverlässigkeit können konstruktive oder kalibrative Änderungen an dem Antriebsstrang und/oder der zu testenden bzw. getesteten Antriebsstrangkomponente vorgenommen werden.

Mit der Einführung der Real-Drive-Emissions-Gesetzgebung (RDE) müssen Kraftfahrzeuge seit September 2017 für die Typprüfung in der Europäischen Union neben einem Prüfzyklus bzw. Prüflauf im Labor (WLTP, WLTC) auch die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten auf der Straße unter realen Fahrbedingungen nachweisen.

Mit RDE wird anstatt Abläufen in reproduzierbaren Prüfstandsumgebungen das im Wesentlichen beliebige Fahren unter im Wesentlichen beliebigen Bedingungen reglementiert. Die Emissionsrobustheit wird damit über die Zyklenanteile der Zertifizierung hinaus kundenrelevant bestmöglich sichergestellt.

Die Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion erfolgt einerseits mittels Stichproben von fabrikneuen Fahrzeugen. Sie stellen sicher, dass ihre Emissionswerte den bei der Typengenehmigung gemessenen entsprechen. Andererseits werden Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb aber auch an Fahrzeugen durchgeführt, die bereits eine gewisse Laufleistung aufweisen oder seit einigen Jahren in Kundenhand in Betrieb sind.

Mit den erfindungsgemäßen Verfahren und Systemen kann sichergestellt werden, dass eine während der Entwicklung bzw. Typengenehmigung erreichte Konformität, insbesondere im Hinblick auf die mechanische Zuverlässigkeit, auch im Rahmen der seitens der EU vorgegebenen RDE-Grenzwerte im realen Fahrbetrieb unter allen dem Fahrer möglichen Fahrsituationen und Betriebszyklen gewährleistet ist.

Hierbei kann erreicht werden, dass Emissionsgrenzwerte über einen genau vordefinierten Zyklus unter vordefinierten Randbedingungen hinaus robust auf allen Prüffahrten auf unbekannten Strecken mit bewusst grob abgesteckten Randbedingungen eingehalten werden können.

Bei dem Verfahren und System gemäß dem ersten und dritten Aspekt der Erfindung werden die technischen Defekte erarbeitet und gesammelt und daraus die relevanten Betriebsbedingungen für diese technischen Defekte abgeleitet. Vorzugsweise muss dieser initiale Aufwand für jedes technische System bzw. Antriebsstrangkomponente (z.B. die Verbrennungskraftmaschine) nur einmal geleistet werden.

Im Unterschied hierzu ist dieser Aufwand bei dem Verfahren und System gemäß dem zweiten und vierten Aspekt der Erfindung bereits geleistet, d.h. die technischen Defekte und die Zuordnung zu den Betriebsbedingungen liegen bereits vor und werden, beispielsweise aus einer Datenbank, eingelesen. Die im Vorhergehenden beschriebenen Effekte und Vorteile der Erfindung gelten aber für alle Aspekte.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist die Anzahl möglicher Fehler wenigstens dreimal größer als die Anzahl an diskreten Betriebsarten, denen die möglichen Fehler zugeordnet werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich verschiedene Fehler oder Fehlerarten clustern und bestimmten Betriebsbedingungen zuordnen. Hierdurch lässt sich eine wesentliche Reduzierung der zu durchlaufenden Betriebsbedingungen und damit auch Betriebsarten erreichen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden die durchzuführenden Betriebsarten mit einem vordefinierten Prüflauf verglichen und der vordefinierte Prüflauf wird auf der Grundlage einer Abweichung von den durchzuführenden Betriebsarten bewertet, wobei eine kleinere Abweichung als vorteilhafter und eine größere Abweichung als nachteiliger eingestuft wird.

In einer entsprechenden vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Systeme weist die Analyseeinrichtung des Weiteren fünfte Mittel auf, welche eingerichtet sind, um die durchzuführenden Betriebsarten mit einem vordefinierten Prüflauf zu vergleichen und den vordefinierten Prüflauf auf der Grundlage einer Abweichung von den durchzuführenden Betriebsarten zu bewerten, wobei eine kleinere Abweichung als vorteilhafter und eine größere Abweichung als nachteiliger eingestuft wird.

Durch den Abgleich lässt sich insbesondere bewerten, ob ein vordefinierter Prüflauf sich zum Ermitteln von Aussagen, welche die Zuverlässigkeit einer Prüfstandkomponente charakterisieren, eignet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren bilden die Betriebsbedingungen, bei welchen technische Defekte auftreten, ein Lastmuster, welches für hardwaremäßig gleiche Antriebsstrangkomponenten gleich ist.

Dies hat den Vorteil, dass Lastmuster, welche Antriebsstrangkomponenten, welche die gleiche Hardwarekonfiguration aufweisen, nicht immer neu gebildet werden müssen. Ein einmal entworfenes Lastmuster kann immer wieder verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist wobei ein Wert von wenigstens einem Betriebsparameter des Antriebsstrangs und/oder der Antriebsstrangkomponente in der Weise gewählt, dass wenigstens eine Betriebsbedingung am Rande eines möglichen Betriebsbereichs der Antriebsstrangkomponente liegt.

Durch eine solche Wahl eines Betriebsparameters können Betriebsbedingungen simuliert werden, welche für die Zuverlässigkeit der zu testenden Antriebsstrangkomponente besonders nachteilig sind. Auf diese Weise können wiederum besonders zuverlässige Konfigurationen und Kalibrationen von Antriebsstrangkomponenten aufgefunden werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist die Antriebsstrangkomponente Teil eines Abgasrückführungssystems und die

Betriebsbedingungen sind ein Rußeintrag, eine Temperatur und/oder ein Kohlenwasserstoffeintrag.

Die Merkmale und Vorteile in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung gelten auch für die weiteren Aspekte der Erfindung entsprechend und umgekehrt. Die einzelnen angegebenen vorteilhaften Ausgestaltungen bzw. deren Merkmale können in jeglicher Weise miteinander kombiniert werden.

Nachfolgend werden weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung mittels Ausführungsbeispielen in Bezug auf die Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Testen wenigstens eines Antriebsstrangs; und

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Systems zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Testen einer Antriebsstrangkomponente.

Im Nachfolgenden wird die Erfindung in Bezug auf ein Abgasrückführungssystem (AGR) und eine Brennkraftmaschine als Antriebsstrangkomponenten beschrieben.

Die Abgasrückführung wird insbesondere zur Minderung der Emission von Stickoxiden (NO_x) verwendet, welche bei der Verbrennung von Kraftstoff in Ottomotoren, Dieselmotoren, Gasturbinen etc. entstehen. Es ist sinnvoll, die Entstehung von Stickoxiden bereits während der Verbrennung zu vermindern, denn alleine mit Maßnahmen der Abgasnachbehandlung, die zu einer chemischen Reduktion der Stickoxide führen, sind vorgeschriebene Emissionsgrenzwerte nicht oder nur mit hohem Aufwand einhaltbar. Bei Dieselmotoren ist die Abgasrückführung eine der wichtigsten Maßnahmen zur Senkung der Stickoxidemissionen. Bei Ottomotoren trägt die Abgasrückführung außerdem zu einer Senkung der Ladungswechselverluste bei und reduziert damit zusätzlich noch den Kraftstoffverbrauch im Teillastbetrieb.

Die vorliegende Beschreibung bezieht sich dabei sowohl auf Hochdruck-Abgasrückführungssysteme als auch auf Niederdruck-Abgasrückführungssysteme. Bei den Niederdruck-Abgasrückführungssystemen wird das Abgas vergleichsweise weiter hinten, bei einem Dieselmotor insbesondere nach dem Dieselpartikelfilter, aus dem Abgasstrang entnommen und vor dem Verdichter des Turboladers wieder zugeführt.

Die Erfindung ist jedoch keineswegs auf eine Anwendung bei Abgasrückführungssystemen beschränkt, sondern ist auch bei anderen Antriebsstrangkomponenten eines Fahrzeugs, beispielsweise einer Batterie, insbesondere einer Traktionsbatterie, einer Brennstoffzelle, einer Elektromaschine, einem Hybridsystem oder ähnlichen Komponenten, anwendbar.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren 100 zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente wird die Antriebsstrangkomponente einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen. Dies dient dazu, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente geeignet sind. Vorzugsweise wird das Verfahren 100 automatisiert, insbesondere computergestützt, d.h. computerimplementiert mittels einer Prüfstandssteuerung ausgeführt.

Zum Definieren des Prüflaufs, wird vorzugsweise zunächst jene Antriebsstrangkomponente des Fahrzeugs, im vorliegenden Fall das Abgasrückführungssystem einer Brennkraftmaschine, welches zu testen ist, ausgewählt 101.

Von der Antriebsstrangkomponente werden dann mögliche technische Defekte A, B, C, D, E, F, G in Bezug auf die Antriebsstrangkomponente identifiziert 102.

Im vorliegenden Fall des Abgasrückführungssystems können solche technischen Defekte beispielsweise thermisches Altern, Ablagerungen in einem Kühler der Abgasrückführungsstrecke, Ablagerungen im Ventil, Fouling oder Verkrustung in der

Abgasrückführungsstrecke oder einem Wärmetauscher, Korrosion durch heißes Gas, Fouling oder Verkrustung eines Ventils oder eine Lockerung bzw. ein Lösen eines Elements, sein.

Die technischen Defekte A, B, C, D, E, F, G können vorzugsweise durch einen realen Testbetrieb oder durch einen Testbetrieb auf einem Prüfstand oder einen wenigstens teilweise simulierten Testbetrieb ermittelt werden.

Die technischen Defekte thermische Alterung A, Ablagerungen in der Kühlstrecke oder einem Wärmetauscher B, Ablagerungen im Ventil C, Fouling der AGR-Kühlstrecke oder eines Wärmetauschers D, Korrosion durch heißes Gas E, Lockerung bzw. Lösen F und Fouling bzw. Verkrustung eines Ventils G werden Werten oder Wertekonstellationen physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen I, II, III der Antriebsstrangkomponente oder des Antriebsstrangs charakterisieren, zugeordnet.

Die Betriebsbedingungen I, II, III entsprechen in dem Ausführungsbeispiel Betriebszuständen des Abgasrückführungssystems, welche durch verschiedene Lastzustände der Brennkraftmaschine, mit welchen das Abgasrückführungssystem betrieben wird, hervorgerufen werden. Die physikalischen Größen sind im Falle des Abgasrückführungssystems als Antriebsstrangkomponente eine Rußmenge pro Zeiteinheit oder auch eine über die Zeit aufintegrierte Rußmenge.

Ein möglicher Wert, bei welchem technische Defekte auftreten, ist beispielsweise ein maximaler Rußeintrag durch die Brennkraftmaschine. Technische Defekte, welche auf einen solchen maximalen Rußeintrag zurückgehen können, sind vorzugsweise Ablagerungen in der Kühlstrecke oder einem Wärmetauscher B oder auch Ablagerungen im Ventil C. Diese beiden technischen Defekte B, C werden daher vorzugsweise der Betriebsbedingung I, maximaler Rußeintrag, zugeordnet.

In entsprechender Weise sind die technischen Defekte thermische Alterung A, Korrosion durch heißes Gas E und Lockerung bzw. Lösen von Elementen F einer Betriebsbedingung II, maximale Temperatur in dem Abgasrückführungssystem, zugeordnet. In weiterhin entsprechender Weise sind die technischen Defekte Fouling

bzw. Verkrustung in der Kühlstrecke oder einem Wärmetauscher D und Fouling bzw. Verkrustung eines Ventils G vorzugsweise der Betriebsbedingung maximaler Kohlenwasserstoff-Eintrag III zugeordnet.

Die Erfinder haben festgestellt, dass die Betriebsbedingungen I, II, III, bei welchen mögliche technische Defekte auftreten, für Systeme mit identischem physischem bzw. konstruktivem Aufbau im Allgemeinen gleich sind. Mit anderen Worten sind die jeweils zu betrachtenden physikalischen Größen bzw. Betriebsbedingungen I, II, III, welche mögliche technische Defekte A, B, C, D, E, F, G hervorrufen, für Abgasrückführungssysteme identischer bzw. gleicher Bauweise aber unterschiedlicher Kalibrierung gleich.

Vorzugsweise ist die Anzahl der Betriebsbedingungen I, II, III, bei welchen die möglichen technischen Defekte A, B, C, D, E, F, G auftreten, geringer als die Anzahl der technischen Defekte A, B, C, D, E, F, G.

Im Falle eines Hochdruckabgasrückführungssystems als getestete Antriebsstrangkomponente haben die Erfinder beispielsweise festgestellt, dass 59 mögliche technische Defekte A, B, C, D, E, F, G durch einen Prüfbetrieb mit nur zehn verschiedenen Betriebsbedingungen I, II, III abgedeckt werden können, bei welchen diese technischen Defekte A, B, C, D, E, F, G im Allgemeinen auftreten.

Bei einem Niederdruck-Abgasrückführungssystem als getestete Antriebsstrangkomponente konnten beispielsweise 50 mögliche Defekte A, B, C, D, E, F, G durch einen Prüfbetrieb mit nur acht Betriebsbedingungen I, II, III abgedeckt werden.

Entsprechend konnten bei einem Ansaugsystem als getestete Antriebsstrangkomponente beispielsweise 40 mögliche technische Defekte A, B, C, D, E, F, G durch einen Prüfbetrieb mit nur fünf Betriebsbedingungen I, II, III abgedeckt werden. Vier dieser Betriebsbedingungen I, II, III waren jedoch bereits unter jenen, welche bei den möglichen technischen Defekten A, B, C, D, E, F, G in Bezug auf die Abgasrückführungssysteme identifiziert wurden.

Auch für einen Abgasstrang als getestete Antriebsstrangkomponente konnten 23 mögliche technische Defekte beispielsweise durch fünf Betriebsbedingungen I, II, III abgedeckt werden, und bei einem Einspritzsystem vier mögliche technische Defekte beispielsweise durch drei Betriebsbedingungen I, II, III abgedeckt werden.

Auf der Grundlage der diskreten Werte physikalischer Größen bzw. der mit diesen zusammenhängenden Betriebsbedingungen I, II, III können Testrandbedingungen X, Y identifiziert werden, unter welchen das erfindungsgemäße Testverfahren 100 ausgeführt werden sollte 104.

Die Testrandbedingungen X, Y umfassen vorzugsweise die Art von Test, welcher durchgeführt werden muss, beispielsweise Dauerlauftest, Schwachlastdauerlauftest, Hochlastdauerlauftest, Funktionsuntersuchung und/oder auf welcher Funktionsebene das Testverfahren 100 durchgeführt werden muss. Je nach Betriebsbedingungen I, II, III, welche hervorgerufen werden müssen, kann dies die Fahrzeugebene, die Antriebsstrangebene, oder auch die Ebene der zu testenden Antriebsstrangkomponente sein, beispielsweise die Brennkraftmaschinenebene oder die Abgasrückführungsebene.

Die Testrandbedingungen X, Y sind, wie die Betriebsbedingungen I, II, III vorzugsweise ebenfalls unabhängig von der konkreten Kalibrierung des betrachteten Abgasrückführungssystems. Daher können die Testrandbedingungen X, Y für identische Konfigurationen von Antriebstrangkomponenten mit unterschiedlicher Kalibrierung ebenfalls gleich sein.

Da, wie erläutert, sowohl die Betriebsbedingungen I, II, III als auch die Testrandbedingungen X, Y vorzugsweise für eine jeweilige Art einer Antriebsstrangkomponente 1, d. h. eine Antriebsstrangkomponente 1 mit identischem physischem Aufbau bzw. Konfiguration gelten, ist es sinnvoll, die Betriebsbedingungen I, II, III und/oder die Testrandbedingungen X, Y in Verbindung mit dem jeweiligen physischen Aufbau der Antriebsstrangkomponente in einer Datenbank 20 abzulegen, wenn diese ermittelt wurden.

In einer alternativen Ausgestaltung des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels des Testverfahrens 100 können die Betriebsbedingungen I, II, III bzw. die physikalischen Größen, welche zu diesen Betriebsbedingungen I, II, III gehören, und deren diskrete Werte und/oder die konkreten Testrandbedingungen X, Y für einen jeweiligen physischen Aufbau bzw. Konfiguration der Antriebsstrangkomponente wiederum aus einer Datenbank 30 eingelesen werden 102‘, 102“. Auf diese Weise brauchen keine Tests ausgeführt werden, um mögliche technische Defekte A, B, C, D, E, F, G Betriebsbedingungen I, II, III zuzuordnen und/oder die Testrandbedingungen X, Y zu identifizieren.

Liegen identische Testrandbedingungen X, Y für mehrere Arten von Antriebsstrangkomponenten oder sogar ganz verschiedene Antriebsstrangkomponenten vor, können diese in einem einzigen Test durchgeführt werden.

Auf der Grundlage der ermittelten Testrandbedingungen X, Y und der technischen Kalibrierung des Abgasrückführungssystems, welches getestet werden soll, können die durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e ermittelt werden. Diese Betriebsarten können sich sowohl auf das Abgasrückführungssystem selbst oder auch auf die Brennkraftmaschine, mit welchen dieses betrieben wird, beziehen. Des Weiteren ist es möglich, dass durchzuführende Betriebsarten a, b, c, d, e des Antriebsstrangs oder gar des Fahrzeugs angegeben werden. Die durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e sind jene, welche in dem Prüflauf 2 des Prüfbetriebs durchlaufen werden müssen.

Vorzugsweise kann aus diesen durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e eine Abfolge von Betriebspunkten des Abgasrückführungssystems, der Brennkraftmaschine, des Antriebsstrangs oder des Fahrzeugs festgelegt werden. Hierfür wird vorzugsweise eine Reihenfolge der durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e vorgegeben.

Weiter vorzugsweise bildet die Abfolge von Betriebspunkten den Prüflauf 2.

Zusätzlich kann in dem Testverfahren 100 vorgesehen sein, dass ein vordefinierter Prüflauf 3 mit den ermittelten durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e verglichen wird. Hierbei wird vorzugsweise ein Auftreten der durchzuführenden Betriebsarten a, b,

c, d, e in dem vordefinierten Prüflauf 3 überprüft. Auf der Grundlage dieser Prüfung wird der vordefinierte Prüflauf 3 vorzugsweise bewertet. Kleinere Abweichungen von den durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e werden hierbei als vorteilhafter, größere Abweichungen von den durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e als nachteiliger eingestuft. Mithin wird es insbesondere als vorteilhaft bewertet, wenn die durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e in dem vordefinierten Prüflauf 3 vorkommen. Noch besser ist die Bewertung, wenn die Reihenfolge der Betriebsarten des vordefinierten Prüflaufs 3 mit der Reihenfolge der durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e des ermittelten Prüflaufs 2 übereinstimmt. Die Bewertung ist am besten, wenn der vordefinierte Prüflauf 3 und der ermittelte Prüflauf 2 identisch sind.

Die durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e und, wenn diese mit einem vordefinierten Prüflauf 3 verglichen wurden, auch die Bewertungen werden vorzugsweise ausgegeben 107. Diese Ausgabe kann vorzugsweise über eine Datenschnittstelle zur weiteren Datenverarbeitung erfolgen. Weiter vorzugsweise kann diese Ausgabe aber auch über eine Benutzerschnittstelle erfolgen, insbesondere visuell und/oder mittels einer Grafik.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Systems 10 zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente.

Ein solches System 10 weist vorzugsweise einen Prüfstand 11 auf. In dem gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist auf dem Prüfstand 11 ein Antriebsstrang mit einer zu testenden Brennkraftmaschine 1, einer Welle 6 und einem Getriebe/Differential 7 angeordnet. Im vorliegenden Fall handelt es sich daher um einen sogenannten Antriebsstrangprüfstand.

Der Prüfstand 11 weist insbesondere zwei Dynamometer 17, 18 auf, mit welchen der Antriebsstrang belastet werden kann. Die Dynamometer 17, 18 sind mit dem Getriebe/Differential 7 vorzugsweise über Achsabschnitte bzw. Wellen 4a, 4b verbunden.

Der Prüfstand 11 wird vorzugsweise von einer nicht dargestellten Prüfstandsteuerung anhand eines vorzugebenden Prüflaufs 2 gesteuert, beispielsweise mittels des Systems PUMA der Patentanmelderin.

Das System 10 weist des Weiteren eine Analyseeinrichtung 12 zum Definieren des Prüflaufs 2 für die Brennkraftmaschine 1 auf. Die Analyseeinrichtung 12 kann die zur Definition des Prüflaufs 2 notwendigen Arbeitsschritte hierbei automatisch oder semiautomatisch unter Eingaben eines Benutzers ausführen.

Die Analyseeinrichtung 12 weist hierfür vorzugsweise erste Mittel 13 zum Identifizieren von möglichen technischen Defekten A, B, C, D, E, F der Brennkraftmaschine 1 auf.

Des Weiteren weist diese vorzugsweise zweite Mittel 14 zum Zuordnen von physikalischen Größen, welche Betriebsbedingungen I, II, III der Brennkraftmaschine 1 charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte A, B, C, D, E, F auftreten, auf. Vorzugsweise sind die zweiten Mittel 14 dazu eingerichtet, Korrelationen zwischen den technischen Defekten A, B, C, D, E, F und Werten, insbesondere Wertekonstellationen und/oder Werteverläufen, zu erkennen oder einen Benutzer darin zu unterstützen, diese zu erkennen.

Dritte Mittel 15 des Systems 10 sind eingerichtet zum Identifizieren von Testrandbedingungen X, Y, welche geeignet sind, die Betriebsbedingungen I, II, III der Brennkraftmaschine 1 hervorzurufen oder einen Benutzer darin zu unterstützen, diese zu identifizieren.

Vierte Mittel 16 des Systems 10 sind dazu eingerichtet, in Abhängigkeit der Testrandbedingungen X, Y und einer technischen Kalibrierung der Brennkraftmaschine 1 durchzuführende Betriebsarten a, b, c, d, e der Brennkraftmaschine 1 oder des ganzen Antriebsstrangs 5 zu ermitteln, welche in einem Prüflauf 2 auf dem Prüfstand 11 wenigstens abzufahren sind, um die Betriebsbedingungen I, II, III hervorzurufen. Alternativ können auch die vierten Mittel dazu eingerichtet sein, einen Benutzer darin zu unterstützen, durchzuführende Betriebsarten a, b, c, d, e zu ermitteln. Auf der Grundlage der durchzuführenden Betriebsarten a, b, c, d, e können die vierten Mittel 16

vorzugsweise selbsttätig bzw. automatisch eine Abfolge von Betriebspunkten ermitteln, welche in dem Prüflauf abgearbeitet wird.

In einem optionalen Datenspeicher 20 können Betriebsbedingungen I, II, III, welche für technische Defekte A, B, C, D, E, F einer Art von Brennkraftmaschine 1 relevant sind, abgelegt werden. Ebenso können hier entsprechende Testrandbedingungen X, Y abgelegt werden. Die Daten können selbstverständlich von der Analyseeinrichtung 12 auch wieder ausgelesen werden. Zum Ablegen und Auslesen der Daten ist die Analyseeinrichtung 12 mit dem Datenspeicher vorzugsweise über die Datenschnittstelle 19 verbunden.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendung und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von Ausführungsbeispielen gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere im Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

Brennkraftmaschine	1
Prüflauf	2, 3
Achsabschnitt/Welle	4a, 4b
Antriebsstrang	5
Welle	6
Getriebe/Differential	7
System	10
Prüfstand	11
Analyseeinrichtung	12
Erste Mittel	13
Zweite Mittel	14
Dritte Mittel	15
Vierte Mittel	16
Dynamometer	17, 18
Datenschnittstelle	19
Datenspeicher	20
Durchzuführende Betriebsart	a, b, c, d, e
Testrandbedingung	X, Y
Technische Defekte	A, B, C, D, E, F
Betriebsbedingung	I, II, III

Ansprüche

1. Verfahren (100) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind,
wobei zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente identifiziert werden (102), diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1) charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) auftreten, zugeordnet werden (103), danach auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) identifiziert werden (104), und in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), ermittelt werden (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

2. Verfahren (100) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind,
wobei zum Definieren des Prüflaufs zunächst konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen (102‘), welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1)

oder des Antriebsstrangs (1) charakterisieren und bei welchen technische Defekte (A, B, C, D, E, F) auftreten, eingelesen werden oder Testrandbedingungen (X, Y) eingelesen werden (102“), und danach in Abhängigkeit von Testrandbedingungen (X, Y), welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifiziert oder eingelesen wurden, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), ermittelt werden (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anzahl möglicher technischer Defekte wenigstens dreimal größer ist als eine Anzahl an Betriebsbedingungen (I, II, II), denen die möglichen technischen Defekte zugeordnet werden.

4. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) mit einem vordefinierten Prüflauf (3) verglichen werden (106) und der vordefinierte Prüflauf (3) auf der Grundlage einer Abweichung von den durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) bewertet wird, wobei eine kleinere Abweichung als vorteilhafter und eine größere Abweichung als nachteiliger eingestuft wird.

5. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die Betriebsbedingungen (I, II, II) ein Lastmuster bilden, welches für hardwaremäßig gleiche Antriebsstrangkomponenten (1) gleich ist.

6. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Testrandbedingungen (X, Y) zusammen mit den durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) ein Testmuster bilden, wobei die Testrandbedingungen (X, Y) für hardwaremäßig gleiche Antriebsstrangkomponenten (1) gleich sind.

7. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Wert von wenigstens einem Betriebsparameter des Antriebsstrangs und/oder der Antriebsstrangkomponente (1) in der Weise gewählt ist, dass wenigstens eine Betriebsbedingung (I, II, II) am Rande eines möglichen Betriebsbereichs der Antriebsstrangkomponente (1) liegt.

8. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) Teil eines Abgasrückführungssystems ist und die Betriebsbedingungen ein Rußeintrag, eine Temperatur und/oder Kohlenwasserstoffeintrag sind.

9. Computerprogramm, das Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, diesen dazu veranlassen, einem Prüfbetrieb eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

10. Computer-lesbares Medium, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 9 gespeichert ist.

11. System (10) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, aufweisend:
einen Prüfstand (11), welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind; und
eine Analyseeinrichtung (12) zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente mit ersten Mitteln (13), welche eingerichtet sind, zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte (A, B, C, D, E, F) der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1) zu identifizieren, zweiten Mitteln (14), welche eingerichtet sind, diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F) einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) für die Art der Antriebsstrangkomponente charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F)

auftreten, zuzuordnen, und dritten Mitteln (15), welche eingerichtet sind, auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) zu identifizieren, und vierten Mitteln (16), welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), zu ermitteln, welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

12. System (20) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, aufweisend:
einen Prüfstand (11), welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind; und
eine Analyseeinrichtung (12) zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente (1) mit einer Schnittstelle (19), insbesondere einer Datenschnittstelle, welche geeignet ist, konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Antriebsstrangkomponente (1) oder des Antriebsstrangs charakterisieren und bei welchen technische Defekte auftreten, einzulesen oder Testrandbedingungen (X, Y) einzulesen; und vierten Mitteln (16), welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit von Testrandbedingungen (X, Y), welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifiziert oder eingelesen wurden, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), zu ermitteln, welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind

13. System nach Anspruch 11 oder 12, des Weiteren einen Datenspeicher (20) aufweisend, welcher eingerichtet ist, mit einer Schnittstelle (19) der einen Analyseeinrichtung (12) zu kommunizieren und Lastmuster und/oder Testrandbedingungen X, Y abzuspeichern.

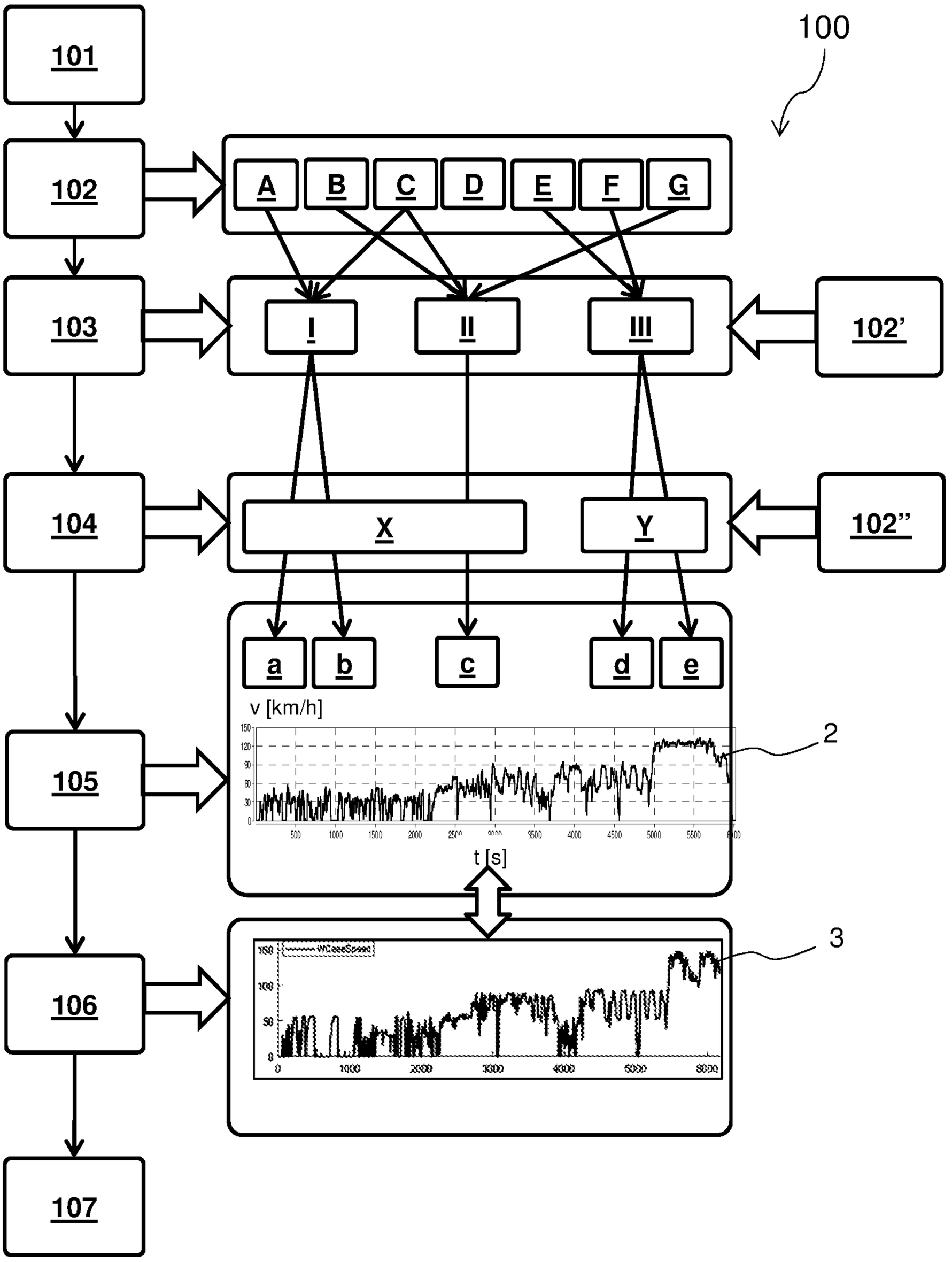
101
102
103
104
105
106
107
100
A
B
C
D
E
F
G
I
II
III
102’
X
Y
102”
a
b
c
d
e
v [km/h]
150
120
90
60
30
0
500
1000
1500
2000
2500
3500
4000
4500
5000
5500
t [s]
2
3
150
100
50
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000

Fig. 1

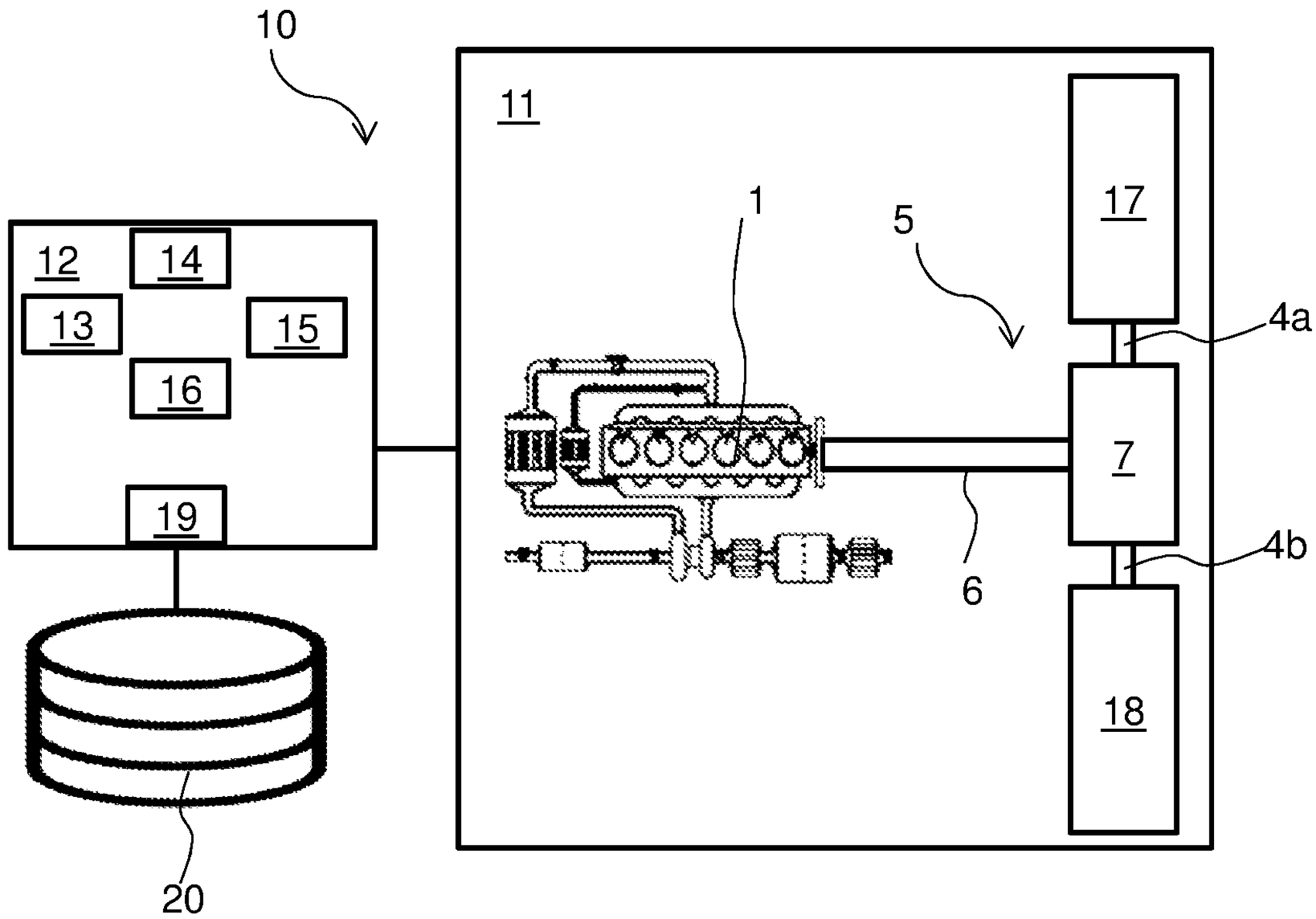

Fig. 2

geänderte Ansprüche

1. Verfahren (100) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind,
wobei zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente identifiziert werden (102), diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1) charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F, G) auftreten, zugeordnet werden (103), danach auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) identifiziert werden (104), und in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), ermittelt werden (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

2. Verfahren (100) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, unterzogen wird, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind,
wobei zum Definieren des Prüflaufs zunächst konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen (102‘), welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Art der Antriebsstrangkomponente (1) oder des Antriebsstrangs (1) charakterisieren und bei welchen technische

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

Defekte (A, B, C, D, E, F) auftreten, eingelesen werden oder Testrandbedingungen (X, Y) eingelesen werden (102“), und danach in Abhängigkeit von Testrandbedingungen (X, Y), welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifiziert oder eingelesen wurden, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), ermittelt werden (105), welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anzahl möglicher technischer Defekte wenigstens dreimal größer ist als eine Anzahl an Betriebsbedingungen (I, II, II), denen die möglichen technischen Defekte zugeordnet werden.

4. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) mit einem vordefinierten Prüflauf (3) verglichen werden (106) und der vordefinierte Prüflauf (3) auf der Grundlage einer Abweichung von den durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) bewertet wird, wobei eine kleinere Abweichung als vorteilhafter und eine größere Abweichung als nachteiliger eingestuft wird.

5. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die Betriebsbedingungen (I, II, II) ein Lastmuster bilden, welches für hardwaremäßig gleiche Antriebsstrangkomponenten (1) gleich ist.

6. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Testrandbedingungen (X, Y) zusammen mit den durchzuführenden Betriebsarten (a, b, c, d, e) ein Testmuster bilden, wobei die Testrandbedingungen (X, Y) für hardwaremäßig gleiche Antriebsstrangkomponenten (1) gleich sind.

7. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Wert von wenigstens einem Betriebsparameter des Antriebsstrangs und/oder der Antriebsstrangkomponente (1) in der Weise gewählt ist, dass wenigstens

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

eine Betriebsbedingung (I, II, II) am Rande eines möglichen Betriebsbereichs der Antriebsstrangkomponente (1) liegt.

8. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei die Antriebsstrangkomponente (1) Teil eines Abgasrückführungssystems ist und die Betriebsbedingungen ein Rußeintrag, eine Temperatur und/oder Kohlenwasserstoffeintrag sind.

9. Computer-lesbares Medium, das Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, diesen dazu veranlassen, einem Prüfbetrieb eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

10. System (10) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, aufweisend:
einen Prüfstand (11), welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind; und
eine Analyseeinrichtung (12) zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente mit ersten Mitteln (13), welche eingerichtet sind, zunächst eine Anzahl möglicher technischer Defekte (A, B, C, D, E, F) der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1) zu identifizieren, zweiten Mitteln (14), welche eingerichtet sind, diese technischen Defekte (A, B, C, D, E, F) einer geringeren Anzahl an diskreten Werten physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) für die Art der Antriebsstrangkomponente charakterisieren und bei welchen die technischen Defekte (A, B, C, D, E, F) auftreten, zuzuordnen, und dritten Mitteln (15), welche eingerichtet sind, auf der Grundlage der diskreten Werte Testrandbedingungen (X, Y) zu identifizieren, und vierten Mitteln (16), welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit der Testrandbedingungen (X, Y) und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b,

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), zu ermitteln, welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind.

11. System (20) zum Testen wenigstens einer Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere einer Brennkraftmaschine, aufweisend:
einen Prüfstand (11), welcher geeignet ist, die Antriebsstrangkomponente (1) einem Prüfbetrieb auf der Grundlage eines Prüflaufs (2) mit einer Abfolge von Betriebspunkten, insbesondere Last-/Drehzahlpunkten, zu unterziehen, um Werte von Messgrößen zu ermitteln, die zur Validierung und/oder Optimierung der Antriebsstrangkomponente (1) geeignet sind; und
eine Analyseeinrichtung (12) zum Definieren des Prüflaufs (2) für die Antriebsstrangkomponente (1) mit einer Schnittstelle (19), insbesondere einer Datenschnittstelle, welche geeignet ist, konkrete Eigenschaften der wenigstens einen Antriebsstrangkomponente (1), insbesondere deren technischen Kalibrierung, und diskrete Werte physikalischer Größen, welche Betriebsbedingungen (I, II, III) der Antriebsstrangkomponente (1) oder des Antriebsstrangs charakterisieren und bei welchen technische Defekte auftreten, einzulesen oder Testrandbedingungen (X, Y) einzulesen; und vierten Mitteln (16), welche eingerichtet sind, in Abhängigkeit von Testrandbedingungen (X, Y), welche auf der Grundlage der diskreten Werte identifiziert oder eingelesen wurden, und einer technischen Kalibrierung der zu testenden Antriebsstrangkomponente (1) durchzuführende Betriebsarten (a, b, c, d, e), insbesondere der Antriebstrangkomponente (1) oder einer Antriebsmaschine des Antriebsstrangs (5) oder des Antriebstrangs (5), zu ermitteln, welche in dem Prüflauf (2) wenigstens abzufahren sind

12. System nach Anspruch 10 oder 11, des Weiteren einen Datenspeicher (20) aufweisend, welcher eingerichtet ist, mit einer Schnittstelle (19) der einen Analyseeinrichtung (12) zu kommunizieren und Lastmuster und/oder Testrandbedingungen X, Y abzuspeichern.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE