

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 51049/2019

(22)

Anmeldetag:

02.12.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.05.2021

(51)

Int. Cl.:

F02D 41/14

F02D 41/24

G01M 15/10

(2006.01)

(2006.01)

(2006.01)

(56)

Entgegenhaltungen:

EP 1150186 A1

WO 2013131836 A2

AT 513551 A1

DE 102014006319 A1

DE 102014006321 A1

WO 2016170063 A1

DE 102015014478 A1

DE 102016001367 A1

(71)

Patentanmelder:

AVL List GmbH

8020 Graz (AT)

(72)

Erfinder:

Hausmann Michael Dipl.Ing. (FH)

8061 St. Radegund (AT)

Engler Dieter Dipl.Ing.

8041 Graz (AT)

Schukoff Robert Dipl.Ing.

8010 Graz (AT)

(74)

Vertreter:

Hartinger Mario Dipl.Ing.

8020 Graz (AT)

(54) **Vorrichtung, Referenzfahrzeug mit einer Vorrichtung und Verfahren zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Referenzfahrzeug (20) zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands (30), insbesondere eines Abgasmesssystems (60) eines Prüfstands (30), aufweisend eine Steuereinheit (10) und eine Schadstoffemissionsvorrichtung (50). Die Steuereinheit (10) weist mindestens einen Signaleingang zum Empfang von erstens Fahrzeugparameter- Daten (p(t)), die zeitabhängigen Werten eines Fahrbetriebszustands eines Referenzfahrzeugs (20) an dem Prüfstand (30) entsprechen; zweitens Geschwindigkeits-Daten (v(t)), die zeitabhängigen Geschwindigkeitswerten des Referenzfahrzeugs (20) entsprechen; und drittens einen Signalausgang zur Ausgabe von Emissions-Sollwerten (XSoll(t)) an die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) auf. Die Steuereinheit (10) ist dazu ausgebildet, die Emissions-Sollwerte (XSoll(t)) zu berechnen, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten (p(t)) und Geschwindigkeits-Daten (v(t)) entsprechen. Die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) ist dazu ausgebildet, Emissionen (XSynth(t)) entsprechend der von der Steuereinheit (10) ausgegebenen Emissions-Sollwerte (XSoll(t)) zu erzeugen und auszugeben.

Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Referenzfahrzeug (20) zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands (30), insbesondere eines Abgasmesssystems (60) eines Prüfstands (30), aufweisend eine Steuereinheit (10) und eine Schadstoffemissionsvorrichtung (50). Die Steuereinheit (10) weist mindestens einen Signaleingang zum Empfang von erstens Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$), die zeitabhängigen Werten eines Fahrbetriebszustands eines Referenzfahrzeugs (20) an dem Prüfstand (30) entsprechen; zweitens Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$), die zeitabhängigen Geschwindigkeitswerten des Referenzfahrzeugs (20) entsprechen; und drittens einen Signalausgang zur Ausgabe von Emissions-Sollwerten ($XSoll(t)$) an die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) auf. Die Steuereinheit (10) ist dazu ausgebildet, die Emissions-Sollwerte ($XSoll(t)$) zu berechnen, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) entsprechen. Die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) ist dazu ausgebildet, Emissionen ($XSynth(t)$) entsprechend der von der Steuereinheit (10) ausgegebenen Emissions-Sollwerte ($XSoll(t)$) zu erzeugen und auszugeben.

Fig. 1

Vorrichtung, Referenzfahrzeug mit einer Vorrichtung und Verfahren zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands gemäß dem Gegenstand von Anspruch 1 sowie ein Referenzfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands gemäß dem Gegenstand von Anspruch 7 und ein Verfahren zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands gemäß dem Gegenstand von Anspruch 10.

Bei der Entwicklung und Erprobung von Antriebssystemen von Fahrzeugen werden für Benchmarking-, Entwicklungs- und Zertifizierungsaufgaben Prüfstände eingesetzt, um eine Testumgebung mit reproduzierbaren Versuchsbedingungen zu schaffen. Insbesondere werden an Prüfständen für mit Brennkraftmaschinen angetriebenen Fahrzeugen Abgasmessungen durchgeführt, bei denen ein vorgegebener Fahrzyklus abgefahren wird und die während des Fahrzyklus ausgestoßenen Emissionen mit einem Abgasmesssystem gemessen werden. Auf Grundlage der gemessenen Emissionen kann ein Abgasprotokoll erstellt werden, das zur Optimierung eines Antriebsstrangs dienen kann, oder anhand dessen die Abgaszertifizierung eines Fahrzeugs durchgeführt werden kann.

Ein Problem, das sich bei dem Einsatz von derartigen Prüfständen ergibt, ist die Bewertung der Stabilität der Messungen, insbesondere der Emissionsmessungen während des Fahrzyklus. Um eine Bewertung von Prüfständen hinsichtlich der Stabilität und Richtigkeit der Emissionsmessungen durchführen zu können, werden Referenzfahrzeuge eingesetzt, deren Abgasverhalten bekannt ist. Mit dem Referenzfahrzeug wird an dem Prüfstand ein Fahrzyklus abgefahren und die gemessenen Emissionswerte werden mit den bekannten Emissionswerten des Referenzfahrzeugs verglichen, um den Prüfstand und insbesondere das Abgasmesssystem zu bewerten und zu kalibrieren.

Bei der Verwendung von Referenzfahrzeugen ist zum einen problematisch, dass die Zuverlässigkeit der Bewertung mit zunehmendem Alter der Referenzfahrzeuge

abnimmt. Zum anderen ist das Emissionsverhalten solcher Fahrzeuge häufig nicht repräsentativ für moderne Emissionsmessungen nach aktuell gültigen Standards. Bei der Verwendung von modernen Fahrzeugen als Referenzfahrzeug besteht wiederum das Problem, dass aufgrund von Abgasnachbehandlungssystemen (z.B. EU6d o.ä.) die Reproduzierbarkeit der Emissionscharakteristiken leidet, da emissionsrelevante Ereignisse wie die Regeneration von Partikelfiltern oder die Dosierung von NH_3 in SCR-Systemen im Abgasnachbehandlungssystem in geschlossenen Regelkreisen gesteuert werden.

Im Lichte der obigen Ausführungen ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung für die Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands zu schaffen, mit der eine bessere Reproduzierbarkeit und höhere Genauigkeit erreicht werden kann und die für verschiedene Abgasnormen anwendbar und repräsentativ ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, eine Vorrichtung in einem Referenzfahrzeug nach Anspruch 7 und ein Verfahren nach Anspruch 10 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Aufgabe der Erfindung wird insbesondere gelöst durch eine Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands, insbesondere eines Abgasmesssystems eines Prüfstands, aufweisend eine Steuereinheit und eine Schadstoffemissionsvorrichtung, wobei die Steuereinheit Folgendes aufweist:

- mindestens einen Signaleingang zum Empfang von
 - Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$, die zeitabhängigen Werten eines Fahrbetriebszustands eines Referenzfahrzeugs an dem Prüfstand entsprechen;
 - Geschwindigkeits-Daten $v(t)$, die zeitabhängigen Geschwindigkeitswerten des Referenzfahrzeugs entsprechen;
 - und

- einen Signalausgang zur Ausgabe von Emissions-Sollwerten $X_{\text{Soll}}(t)$ an die Schadstoffemissionsvorrichtung;

wobei die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ zu berechnen, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ entsprechen, und wobei die Schadstoffemissionsvorrichtung dazu ausgebildet ist, Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ entsprechend der von der Steuereinheit ausgegebenen Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ zu erzeugen und auszugeben.

Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, dass die zur Bewertung des Prüfstands benötigten Emissionen anhand von Emissions-Sollwerten erzeugt werden, die auf der Grundlage eines theoretischen Fahrzeugmodells berechnet werden, das als Eingabeparameter nur Fahrzeugparameter und Geschwindigkeits-Daten benötigt, die während eines Testlaufs an dem Prüfstand zuverlässig bestimmt werden können. Damit wird eine hoch präzise Lösung zur Bewertung und/oder Einstellung eines Prüfstands geschaffen. Die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit der Bewertung werden gegenüber den üblicherweise verwendeten Referenzfahrzeugen erheblich verbessert, da die Emissionswerte nicht abhängig von dem Zustand des Abgassystems eines Referenzfahrzeugs sind, das alterungsbedingten Veränderungen unterliegt. Durch die Verwendung eines Fahrzeugmodells bei der Bestimmung der Emissions-Sollwerte kann mit der erfindungsgemäßen Steuereinheit zudem eine Prüfstandsbewertung auf der Grundlage beliebiger existierender und zukünftiger Abgasnormen angewendet werden, indem ein entsprechendes Fahrzeug modelliert wird.

Insgesamt wird mit der Steuereinheit nach Erfindung eine Möglichkeit zur Bewertung eines Prüfstands geschaffen, die über hohe Reproduzierbarkeit und Genauigkeit verfügt und für beliebige Abgasnormen adaptierbar ist.

Bei dem zu bewertenden Prüfstand kann es sich um einen Rollenprüfstand handeln, auf dem ein Referenzfahrzeug so angeordnet ist, dass die Räder der angetriebenen Achse des Referenzfahrzeugs über eine Rolle des Prüfstands eine Welle des Prüfstands antreiben. Insbesondere handelt es sich um einen Emissionsrollenprüfstand mit einem Abgasmesssystem. Ebenso kann es sich bei dem zu bewertenden Prüfstand aber auch um einen Antriebsstrangs-Prüfstand

handeln. In diesem Fall wird das Referenzfahrzeug durch einen Antriebsstrang gebildet, der an eine Welle des Antriebsstrangs-Prüfstands gekoppelt ist. Der Begriff „antreiben“ umfasst im Sinne der vorliegenden Erfindung auch die Ausübung eines Bremsmoments auf die Welle in einem Schubbetrieb des Referenzfahrzeugs.

Bei der Berechnung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ können auch weitere Parameter berücksichtigt werden, wie etwa verschiedene Kraftstoffzusammensetzungen, das Verhalten bestimmter Abgasnachbehandlungskomponenten und ähnliches.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen die Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ zeitabhängige Werte der Gas- und Bremspedalstellungen, des eingelegten Gangs und/oder des Betriebsmodus des Referenzfahrzeugs. Dies ermöglicht eine präzise Berechnung der Emissions-Sollwerte. Die Berücksichtigung des zeitabhängigen Betriebsmodus ist insbesondere vorteilhaft, wenn das modellierte Fahrzeug ein Hybridfahrzeug ist. Als Betriebsmodi können beispielsweise Elektrobetrieb, Generatorbetrieb, Boost und Rekuperation vorgegeben werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ zu berechnen, die den jeweiligen Werten der Drehzahl und des Drehmoments des modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ entsprechen und die aus den Drehzahl-Daten $n(t)$ und den Drehmoment-Daten $M(t)$ die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$, insbesondere anhand eines Kennfelds, berechnen. Dabei entspricht das Kennfeld dem des modellierten Fahrzeugs. Dies erhöht die Genauigkeit bei der Bestimmung der Emissions-Sollwerte, da Drehzahl-Daten und Drehmoment-Daten für die Bestimmung von Emissions-Sollwerten besonders geeignet sind.

Die Berechnung der Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ aus den empfangenen Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ erfolgt vorzugsweise anhand eines mathematischen bzw. numerischen Modells eines Antriebsstrangs, beispielsweise eines Powertrain-Modells. Die Bestimmung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ erfolgt dabei vorzugsweise anhand eines

Kennfelds, in dem die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ als Funktion der Drehzahl-Daten $n(t)$ und der Drehmoment-Daten $M(t)$ hinterlegt sind. Vorzugsweise sind in der Steuereinheit mehrere Kennfelder auswählbar hinterlegt, die jeweils verschiedene Abgasverhalten, beispielsweise entsprechend unterschiedlicher Abgasnormen und/oder Abgascharakteristiken darstellen. Ebenso können bei der Berechnung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$, vorzugsweise im Rahmen des Kennfelds, die Verwendung verschiedener Kraftstoffe bzw. Kraftstoffgemische berücksichtigt werden.

Damit ermöglicht es die Steuereinheit, für die Bewertung des Prüfstands das Emissionsniveau entsprechend verschiedener Abgasnormen wie beispielsweise EU1 – EU6d auszuwählen. Ebenso können andere Abgascharakteristiken wie ein Kaltstart, Stopp-and-Go-Betrieb, unter Volllast etc. zur Modellierung ausgewählt werden, je nach benötigter Referenz für die Bewertung der Prüfstandseinstellungen. Aufgrund der Modellierung des Abgasverhaltens können sowohl existierende als auch zukünftige Emissionscharakteristiken zur Bewertung berücksichtigt werden.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist darin gesehen, dass das Modell bzw. die Modelle eines oder mehrerer Antriebsstränge in einer Fahrzeugmodell-Einheit gespeichert sind. Vorzugsweise sind das oder die Kennfelder in einer Kennfeld-Einheit gespeichert.

Der mindestens eine Signaleingang ist in einer bevorzugten Ausführung der Steuereinheit nach der Erfindung ferner zum Empfang von Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ ausgebildet, die zeitabhängigen Werten einer Zugkraft an einer Welle, insbesondere einer Rolle, Prüfstands entsprechen. Die Welle des Prüfstands wird allgemein zur Vorgabe eines Fahrwiderstands genutzt. Die Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ können zur Bewertung des Prüfstandverhaltens an der Welle genutzt werden. Insgesamt ermöglicht der Empfang der Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ neben der Bewertung des Abgasmesssystems eine weitergehende, allgemeinere Bewertung des Prüfstands. Hierbei ist es bevorzugt, dass die Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ gemeinsam mit den Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ an die Steuereinheit übertragen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Gegenstands der Erfindung werden die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ an einer Fahrzeugbus-Schnittstelle des

Referenzfahrzeugs und/oder einer Sensoreinrichtung an der Welle, insbesondere Rolle, des Prüfstands ausgegeben. Dies ermöglicht eine genaue Bestimmung der Geschwindigkeits-Daten $v(t)$, die den tatsächlichen zeitabhängigen Geschwindigkeitswerten des Referenzfahrzeugs an dem Prüfstand entsprechen. Die aus dem Referenzfahrzeug ausgegebenen Geschwindigkeits-Daten können z.B. bei einer Abnutzung der Reifen des Referenzfahrzeugs mit einer Ungenauigkeit behaftet sein. Die an der Welle des Prüfstands ausgegebenen Geschwindigkeits-Daten, die beispielsweise auf Grundlage der Ausgabe eines Drehzahlmessers an der Welle erzeugt werden können, können insbesondere bei Rollenprüfständen mit einer Ungenauigkeit behaftet sein, wenn die Rolle des Prüfstands einen Abrieb aufweist.

Abhängig von der Prüfungssituation können die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ von der geeigneteren Quelle mit der höheren Verlässlichkeit bezogen werden. Es ist ebenso möglich, die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ sowohl an einer Fahrzeugbus-Schnittstelle des Referenzfahrzeugs und einer Sensoreinrichtung an der Welle auszugeben und die so erhaltenen Daten miteinander abzugleichen, um die Genauigkeit der Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ zu erhöhen.

Es ist ferner bevorzugt, dass die Schadstoffemissionsvorrichtung einen Gasgenerator, der insbesondere aus mehreren Massenflussreglern je Kalibriergas sowie für die Verdünnungsluft für konstanten Durchfluss besteht, zur Erzeugung von gasförmigen Emissionen und einen Partikelgenerator zur Erzeugung von Partikel-Emissionen aufweist. Damit können alle für die Bewertung eines Abgasmesssystems relevanten Emissionen erzeugt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner gelöst durch ein mit einer obenstehend beschriebenen Vorrichtung zur Bewertung bzw. Kalibrierung eines Prüfstands ausgestattetes Referenzfahrzeug.

Mit dem so ausgestatteten Referenzfahrzeug nach Erfindung kann eine dauerhafte Lösung zur Bewertung und Eichung eines Prüfstands angegeben werden, die durch eine Modifikation des Modells für das modellierte Fahrzeug und eine entsprechende Anpassung der Bestimmung der Emissions-Sollwerte an neue Abgasnormen und Antriebsstränge angepasst werden kann, ohne dass das Referenzfahrzeug ausgetauscht werden muss. Die Integration der Steuereinheit in ein Referenzfahrzeug schafft eine mobile Lösung zur Bewertung von Prüfständen,

die sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit auszeichnet und dabei alle im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Steuereinheit erzielbaren Vorteile bereitstellt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Signaleingang der Steuereinheit zum Empfang von Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und/oder von Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ mit einer Steuereinheit und/oder einer Fahrzeugbus-Schnittstelle des Referenzfahrzeugs verbunden. Dies ermöglicht eine zuverlässige und schnelle Übermittlung der zur Berechnung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ erforderlichen Parameter an die Steuereinheit.

Vorzugsweise kann das Referenzfahrzeug mit einer Vorrichtung nach Erfindung auf oder an einem Prüfstand anordenbar sein, derart, dass es eine Welle, insbesondere eine Rolle, des Prüfstands antreibt. Dadurch kann das Referenzfahrzeug zur Bewertung des Prüfstands eingesetzt werden. Sofern es sich bei dem Prüfstand um einen Rollenprüfstand handelt, ist das Referenzfahrzeug ein, vorzugsweise elektrisch betriebenes, Kraftfahrzeug, das so auf dem Rollenprüfstand angeordnet wird, dass die Räder des Referenzfahrzeugs eine Rolle des Rollenprüfstands antreiben. Alternativ kann der zu bewertende bewertenden Prüfstand ein Antriebsstrangs-Prüfstand sein. In diesem Falle wird das Referenzfahrzeug mittels Radnabenadaptern an Wellen des Antriebsstrangs-Prüfstands gekoppelt ist.

Die im Zusammenhang mit der Vorrichtung nach der Erfindung beschriebenen Merkmale und Vorteile sind auch auf das erfindungsgemäße Referenzfahrzeug bzw. dessen Ausstattung übertragbar und umgekehrt.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner gelöst durch ein Verfahren zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands, insbesondere eines Abgasmesssystems eines Prüfstands, aufweisend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines obenstehend beschriebenen Referenzfahrzeugs an dem Prüfstand;
- Durchfahren eines Fahrzyklus mit einem vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil $v_{\text{Soll}}(t)$;
- Erfassen von Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ während des Fahrzyklus;

- Berechnen von Emissions-Sollwerten $X_{\text{Soll}}(t)$ anhand der Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und der Geschwindigkeits-Daten $v(t)$, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ entsprechen;
- Erzeugen von Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ entsprechend der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$;
- Erzeugen von Emissions-Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ durch Messung der Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ mittels des Abgasmesssystems;
- Erzeugen eines Abgasprotokolls aus den Emissions-Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$.

Mit dem Verfahren nach Erfindung lassen sich die im Bezug auf die erfindungsgemäße Steuereinheit beschriebenen Vorteile erzielen. Das erfindungsgemäße Verfahren schafft eine Lösung zur Bewertung eines Prüfstands, die eine ausgezeichnete Reproduzierbarkeit und Genauigkeit aufweist und an beliebige Abgasnormen anpassbar ist.

Der zu durchfahrende Fahrzyklus legt in der üblichen Weise fest, unter welchen Bedingungen und mit welchen Geschwindigkeitsabläufen das Referenzfahrzeug betrieben wird. Hierbei können auch Randbedingungen wie Starttemperatur, Schaltpunkte, Zuladung, Beginn der Abgasmessung und ähnliche Größen vorgegeben sein.

Eine besonders bevorzugte Lösung nach Erfindung wird darin gesehen, dass das Berechnen der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ anhand von Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ erfolgt, die anhand der Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ bestimmt werden und den jeweiligen Werten der Drehzahl und des Drehmoments des modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ entsprechen. Die Bestimmung der Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ anhand der Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ erfolgt wiederum vorzugsweise anhand eines mathematischen bzw. numerischen Modells eines Antriebsstrangs. Die Bestimmung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ aus den Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ erfolgt dann vorzugsweise anhand eines Kennfelds, in dem die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ als

Funktion der Drehzahl-Daten $n(t)$ und der Drehmoment-Daten $M(t)$ hinterlegt sind. Dies trägt zur Genauigkeit und Reproduzierbarkeit des Verfahrens bei. Zudem kann das Verfahren zur Bewertung bzw. Kalibrierung eines Prüfstands in einfacher Weise mit verschiedenen Abgasnormen und -charakteristika durchgeführt werden.

Die Zeit zwischen Sollwertvorgabe auf Basis der Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und der Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ bis hin zur tatsächlichen Messung der Daten mit den am Prüfstand vorhandenen Messeinrichtungen muss ermittelt werden. Die sich daraus ergebende Verzugszeit je Messkomponente wird bei der Datenauswertung berücksichtigt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ aus einer Fahrzeugbus-Schnittstelle des Referenzfahrzeugs ausgegeben und/oder an einer Welle, insbesondere einer Rolle, des Prüfstands ermittelt. Wie obenstehend bereits beschrieben, kann hiermit die Genauigkeit der Geschwindigkeitserfassung verbessert werden und eine Möglichkeit zur Erkennung von z.B. Abnutzungserscheinungen der Reifen des Referenzfahrzeugs und/oder einer Welle des Prüfstands geschaffen werden.

Vorzugsweise umfasst das Verfahren ferner das Erfassen von Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$, die zeitabhängigen Werten einer Zugkraft an einer Welle, insbesondere einer Rolle des Prüfstands entsprechen. Die Welle des Prüfstands wird allgemein zur Vorgabe eines Fahrwiderstands während eines Fahrzyklus genutzt. Die Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ können zur Charakterisierung des Fahrzyklus und zur Bewertung des Prüfstandverhaltens an der Welle während des Fahrzyklus genutzt werden. Insgesamt ermöglicht die Erfassung der Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ eine weitergehende Bewertung des Prüfstands.

Während des Fahrzyklus können vorzugsweise weitere zeitabhängige Informationen, z.B. einer On-Board-Diagnose-Einheit des Referenzfahrzeugs, erfasst werden. Dies kann zur Verbesserung der Genauigkeit der Bewertung des Prüfstands dienen. Einerseits können solche OB-Diagnose-Informationen als Eingabeparameter bei der Berechnung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ genutzt werden, um die Genauigkeit der Bewertung zu verbessern. Andererseits können die OBD-Informationen zur Fehlerdiagnose genutzt werden, falls während des Durchfahrens eines Fahrzyklus Fehler am Referenzfahrzeug auftreten.

Zur Bewertung des Abgasmesssystems können vorzugsweise aus mehreren Fahrzyklen erzeugte Abgasprotokolle miteinander verglichen werden. Dies erhöht die Verlässlichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter. Da die Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ anhand berechneter Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ erzeugt werden, muss mit dem Verfahren nach Erfindung und der erfindungsgemäßen Steuereinheit und dem entsprechend ausgestatteten Referenzfahrzeug keine Abkühlzeit zwischen mehreren Fahrzyklen vorgesehen werden. Stattdessen können mehrere Fahrzyklen zur Erzeugung mehrerer Abgasprotokolle ohne nennenswerte Unterbrechung abgefahren werden. Damit ist die Effizienz der erfindungsgemäßen Prüfstandsbewertung gegenüber herkömmlichen Methoden verbessert.

Zudem können im Problemfall auch nur Teilabschnitte der Fahrzyklen, beispielsweise eine Kaltstartphase, durchfahren werden um bei der Fehlersuche zeiteffizient arbeiten zu können.

Es sei darauf hingewiesen, dass die im Rahmen der Vorrichtung beschriebenen erfinderischen Merkmale und Vorteile auch auf das entsprechend ausgestattete erfindungsgemäße Referenzfahrzeug und das erfindungsgemäße Verfahren zutreffen und auf dieses übertragbar sind. Ebenso sind die beschriebenen Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die erfindungsgemäße Vorrichtung übertragbar.

Nachfolgend wird die Erfindung auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile beschrieben, die anhand der Figuren näher erläutert werden.

Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines an einem Prüfstand angeordneten Referenzfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Signalwege und Signalverbindungen einer Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist eine schematische Blockdarstellung eines Referenzfahrzeugs 20 mit einer Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands 30 nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt. Das Referenzfahrzeug 20 ist an einem Prüfstand 30 angeordnet. Das Referenzfahrzeug 20 ist durch ein, vorzugsweise elektrisch angetriebenes, Kraftfahrzeug gebildet, falls der Prüfstand 30 als Rollenprüfstand ausgebildet ist. In diesem Fall ist das Referenzfahrzeug 20 auf dem Rollenprüfstand 30 so angeordnet, dass es eine Rolle des Rollenprüfstands antreibt, und damit eine Welle des Rollenprüfstands, die mit der Rolle verbunden ist. Falls der Prüfstand 30 ein Antriebsstrangs-Prüfstand ist, wird das Referenzfahrzeug 20 durch einen Antriebsstrang gebildet, dessen Abtrieb mit einer Welle des Antriebsstrangs-Prüfstands gekoppelt ist, um die Welle des Antriebsstrangs-Prüfstands anzutreiben.

Um beide Fälle zu berücksichtigen, wird im Folgenden allgemein von einem Prüfstand 30 mit einer Welle gesprochen, wenn die Ausführungen sowohl auf einen Rollenprüfstand als auch einen Antriebsstrangs-Prüfstand zutreffen. Entsprechend wird mit dem Begriff des Referenzfahrzeugs 20 sowohl die Ausführung als Kraftfahrzeug als auch die Ausführung als Antriebsstrang bezeichnet.

An dem Rollenprüfstand 30 ist ein Abgasmesssystem 60 vorgesehen, das dazu ausgebildet ist, Emissionswerte von Fahrzeugen an dem Prüfstand 30 zu messen und zeitabhängige Emissions-Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ zu erzeugen. Das Abgasmesssystem 60 ist sowohl zur Messung von gasförmigen Emissionen wie

z.B. HC, NO_x, CO und CO₂ als auch zur Messung von Partikelemissionen in Form von Partikelmasse und Partikelanzahl (PM₁₀, PM_{2,5}, PN₁₀, PN₂₃, P_{Mass}) ausgebildet. Die Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ geben eine zeitabhängige Konzentration der jeweiligen gemessenen gas- und partikelförmigen Emissionen an. Aus den Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ kann ein Abgasprotokoll 61 erstellt werden, das beispielsweise die bei einem Fahrzyklus gemessenen, zeitabhängigen Emissionswerte in mg/km angibt.

Das Referenzfahrzeug 20 ist mit einer Schadstoffemissionsvorrichtung 50 ausgestattet, die dazu ausgebildet ist, Emissionen zu synthetisieren und auszugeben. Die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 weist Gasgenerator 51 zur Erzeugung von gasförmigen Emissionen wie HC, NO_x, CO und CO₂, sowie einen Partikelgenerator 52 zur Erzeugung von Partikelemissionen (PM₁₀, PM_{2,5}, PN₁₀, PN₂₃, P_{Mass}) auf.

Die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 ist dazu ausgebildet, zur Bewertung des Abgasmesssystems 60 zeitlich variierende Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ zu synthetisieren und auszugeben, die Emissions-Sollwerten $X_{\text{Soll}}(t)$ entsprechen, die in die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 eingegeben werden. Die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ werden von einer Steuereinrichtung 10 erzeugt, die in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 zusammen mit der Schadstoffemissionsvorrichtung 50 in dem Referenzfahrzeug 20 installiert ist. Die Steuereinheit 10 bildet zusammen mit der Schadstoffemissionsvorrichtung 50 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bewertung eines Prüfstands.

Die Steuereinheit 10 weist einen Signalausgang auf, über den die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ an die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 ausgegeben werden, sowie mindestens einen Signaleingang zum Empfang von Parametern, die für die Bewertung des Prüfstands und die Berechnung der Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ benötigt werden. Die Anzahl der Signaleingänge ist nicht auf eine bestimmte Anzahl festgelegt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 weist die Steuereinheit drei Signaleingänge auf, über die jeweils zeitabhängige Daten $p(t)$, $v(t)$ und $F_{\text{Roll}}(t)$ empfangen werden.

Das Referenzfahrzeug 20 nach Fig. 1 weist eine Speichereinheit 21 auf, in der Geschwindigkeitsprofil-Daten $v_{\text{Soll}}(t)$ hinterlegt sind, die einem zu durchzufahrenden Fahrzyklus des Referenzfahrzeugs 20 an dem Prüfstand 30 entsprechen. In

alternativen Ausführungsformen ist die Speichereinheit 21 nicht Teil des Referenzfahrzeugs, sondern eine externe Speichervorrichtung wie beispielsweise ein Computer oder ein Speichermedium. Die in der Speichereinheit 21 hinterlegten Geschwindigkeitsprofil-Daten $v_{\text{Soll}}(t)$ dienen als Sollwerte für einen Fahrzyklus, der von dem Referenzfahrzeug 20 an dem Prüfstand durchfahren wird. Dies geschieht, indem ein menschlicher Fahrer oder ein Roboter das Referenzfahrzeug so steuert, dass der durch die Geschwindigkeitsprofil-Daten $v_{\text{Soll}}(t)$ vorgegebene Fahrzyklus durchfahren wird.

Das Referenzfahrzeug 20 weist ferner eine Fahrzeugsteuereinheit 22 und einen Fahrzeugbus 23 auf. Während des Fahrzyklus auftretende zeitabhängige Fahrbetriebszustände des Referenzfahrzeugs 20 und tatsächlich auftretende zeitabhängige Geschwindigkeitswerte werden von der Fahrzeugsteuereinheit 22 und den Fahrzeugbus 23 als Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ an die Steuereinheit 10 ausgegeben. Die Steuereinheit 10 empfängt in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel außerdem Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ von dem Prüfstand, die zeitabhängigen, an der Welle des Prüfstands auftretenden Zugkräften während des Fahrzyklus entsprechen.

Aus den empfangenen zeitabhängigen Daten berechnet die Steuereinheit 10 die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den Fahrzuständen gemäß der empfangenen zeitabhängigen Daten während des Fahrzyklus entsprechen. Die hierbei auftretenden Signalverarbeitungen können anhand von Fig. 2 nachvollzogen werden, die eine schematische Darstellung der Signalwege und Signalverbindungen der aus Steuereinheit 10 und Schadstoffemissionsvorrichtung 50 gebildeten Vorrichtung zur Bewertung bzw. Kalibrierung eines Prüfstands zeigt.

Die Steuereinheit 10 empfängt von der Fahrzeugsteuereinheit 22 und den Fahrzeugbus 23 des Referenzfahrzeugs 20 zeitabhängige Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$. Die Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ umfassen zeitabhängige Werte des Fahrbetriebszustands des Referenzfahrzeugs 20. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst $p(t)$ zeitabhängige Werte der Gas- und Bremspedalstellungen und des eingelegten Gangs des Referenzfahrzeugs 20. Sofern das zu modellierende Fahrzeug ein Hybridfahrzeug

ist, umfasst $p(t)$ auch zeitabhängige Werte des Betriebsmodus. Als Betriebsmodi können beispielsweise Elektrobetrieb, Generatorbetrieb, Boost und Rekuperation vorgegeben werden.

Die Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ werden in eine Fahrzeugmodell-Einheit 11 der Steuereinheit 10 eingegeben. In der Fahrzeugmodell-Einheit 11 ist ein mathematisches bzw. numerisches Modell eines Antriebsstrangs hinterlegt, das es ermöglicht, zeitabhängige Drehzahlen und Drehmomente als Drehzahl-Daten $n(t)$ und Drehmoment-Daten $M(t)$ auszugeben, die den jeweiligen Werten der Drehzahl und des Drehmoments des modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter- und Geschwindigkeits-Daten $p(t)$ und $v(t)$ entsprechen. In der Fahrzeugmodell-Einheit 11 können mehrere Antriebsstrang-Modelle hinterlegt sein, aus denen vor einer Bewertung eines Prüfstands 30 ein geeignetes Modell ausgewählt wird.

Die aus der Fahrzeugmodell-Einheit 11 ausgegebenen Drehzahl- und Drehmoment-Daten $n(t)$ und $M(t)$ werden in eine Kennfeld-Einheit 12 der Steuereinrichtung 10 eingegeben. Die Kennfeld-Einheit 12 ist dazu ausgebildet, Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ zu erzeugen, die zeitabhängigen Emissionswerten des in der Fahrzeugmodell-Einheit 11 modellierten Fahrzeugs bei den jeweiligen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten und den entsprechenden Drehzahlen und Drehmomenten entsprechen. In der Kennfeld-Einheit 12 können für jedes Antriebsstrang-Modell der Fahrzeugmodell-Einheit 11 mehrere Kennfelder hinterlegt sein, die verschiedene Abgasverhalten, beispielsweise entsprechend unterschiedlicher Abgasnormen und/oder Abgascharakteristiken darstellen.

Die so ermittelten Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ werden von der Steuereinheit 10 an die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 zur Erzeugung von Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ ausgegeben.

Wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt ist, empfängt die Steuereinheit 10 zudem Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ von einer Welle des Prüfstands 30. Die Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ können zur Beurteilung der Welle des Prüfstands 30 oder, im Falle eines Rollenprüfstands, zur Beurteilung der Rolle des Rollenprüfstands genutzt werden. Wenn an der Welle des Prüfstands Abnutzungen auftreten (im Falle des

Rollenprüfstands ist eine typische Abnutzungserscheinung ein Abrieb der Rolle oder die Alterung von Lagern der Belastungseinheit der zu einem verminderten Durchmesser der Rolle führt), entsprechen die an der Welle des Prüfstands auftretenden Zugkräfte bei Berücksichtigung des Fahrzyklus nicht den Kräften, die von dem Referenzfahrzeug 20 durch die in der Steuereinheit 10 berechneten Drehzahlen und Drehmomente aufgebracht werden. Ein Vergleich der Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ mit den Antriebskräften des Referenzfahrzeugs 20, die aus den in der Steuereinheit 10 verfügbaren zeitabhängigen Daten berechnet werden können, erlaubt eine Überprüfung des Zustands der Welle bzw. Rolle des (Rollen)prüfstands 30.

Ferner können zur Verbesserung der Genauigkeit der Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ nicht nur Geschwindigkeitswerte aus dem Referenzfahrzeug 20 genutzt werden. Die den Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ zugrunde liegenden Geschwindigkeitswerte können auch an der Welle bzw. Rolle des (Rollen)Prüfstands gemessen und an die Steuereinheit 10 übertragen werden. Ebenso können die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ sowohl von dem Referenzfahrzeug 20 als auch einem geeigneten Sensor an dem Prüfstand 30 an die Steuereinheit 10 übertragen werden und miteinander abgeglichen werden.

Mit der oben beschriebenen Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands 30 kann eine Bewertung des Prüfstands 30 erfolgen, indem das Referenzfahrzeug 20 mit der Vorrichtung an einem Prüfstand 30 angeordnet wird. Mit dem Referenzfahrzeug 20 wird dann ein Fahrzyklus gemäß in der Speichereinheit 21 vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil-Daten $v_{\text{Soll}}(t)$ manuell oder automatisch durchfahren. Während des Fahrzyklus werden von dem Referenzfahrzeug 20 Fahrzeugparameter-Daten $p(t)$ und Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ an die Steuereinheit 10 übertragen. Zusätzlich oder alternativ können die Geschwindigkeits-Daten $v(t)$ optional von dem Prüfstand 30 übertragen werden. In der Steuereinheit 10 werden aus den Fahrzeugparameter- und Geschwindigkeits-Daten $p(t)$ und $v(t)$ Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ berechnet, die zeitabhängigen, während des Fahrzyklus auftretenden Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den eingegebenen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten gemäß der Daten $p(t)$ und $v(t)$ entsprechen. Die Emissions-Sollwerte $X_{\text{Soll}}(t)$ werden an die Schadstoffemissionsvorrichtung 50 übertragen, die zeitlich veränderliche entsprechende Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ erzeugt. Durch Messung dieser Emissionen $X_{\text{Synth}}(t)$ an dem Abgasmesssystem 60 des

Prüfstands 60 werden Emissions-Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ erzeugt. Auf Grundlage der Emissions-Messdaten $X_{\text{Mess}}(t)$ eines Fahrzyklus wird ein Abgasprotokoll 61 erzeugt. Durch Abgleich eines oder mehrerer nacheinander erzeugter Abgasprotokolle 61 kann das Abgasmesssystem 60 des Prüfstands 30 bewertet und/oder kalibriert werden. Eine zusätzliche Erfassung der an der Welle des Prüfstands 30 während des Fahrzyklus auftretenden Zugkraft-Daten $F_{\text{Roll}}(t)$ ermöglicht zudem eine Bewertung des Zustands der Welle oder Rolle des Prüfstands.

Die Steuereinheit 10 kann durch eine oder mehrere integrierte Schaltungen gebildet sein. Die Steuereinheit 10 kann auch durch einen Computer gebildet sein, wobei die Funktionen der Steuereinheit 10 als Software auf einem computerlesbaren Medium gespeichert ist, die auf dem Prozessor des Computers ausgeführt wird. Die Fahrzeugmodell-Einheit 11 und die Kennfeld-Einheit 12 sind durch geeignete Speichermedien gebildet, beispielsweise durch vorgegebene Speicherbereiche einer Festplatte oder eines anderen computerlesbaren Speichermediums.

Als Schnittstelle für den Anschluss der Steuereinheit 10 an die Fahrzeugsteuereinheit 22 und den Fahrzeugbus 23 kann beispielsweise die On-Board-Diagnose (OBD)-Schnittstelle des Referenzfahrzeugs 20 genutzt werden. Eine OBD-Schnittstelle ist in Fahrzeugen in der Regel bereits vorhanden und stellt eine einfach zugängliche externe Verbindung zum Fahrzeugbordnetz dar.

Bezugszeichenliste:

10	Steuereinheit
11	Fahrzeugmodell-Einheit
12	Kennfeld-Einheit
20	Referenzfahrzeug
21	Speichereinheit
22	Steuereinheit
23	Fahrzeugbus
30	(Rollen)Prüfstand
50	Schadstoffemissionsvorrichtung
51	Gasgenerator
52	Partikelgenerator
60	Abgasmesssystem
61	Abgasprotokoll

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands (30), insbesondere eines Abgasmesssystems (60) eines Prüfstands (30), aufweisend eine Steuereinheit (10) und eine Schadstoffemissionsvorrichtung (50), wobei die Steuereinheit (10) Folgendes aufweist:
 - mindestens einen Signaleingang zum Empfang von
 - Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$), die zeitabhängigen Werten eines Fahrbetriebszustands eines Referenzfahrzeugs (20) an dem Prüfstand (30) entsprechen;
 - Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$), die zeitabhängigen Geschwindigkeitswerten des Referenzfahrzeugs (20) entsprechen; und
 - einen Signalausgang zur Ausgabe von Emissions-Sollwerten ($X_{\text{Soll}}(t)$) an die Schadstoffemissionsvorrichtung (50);wobei die Steuereinheit (10) dazu ausgebildet ist, die Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$) zu berechnen, die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) entsprechen, und wobei die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) dazu ausgebildet ist, Emissionen ($X_{\text{Synth}}(t)$) entsprechend der von der Steuereinheit (10) ausgegebenen Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$) zu erzeugen und auszugeben.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) zeitabhängige Werte der Gas- und Bremspedalstellungen, des eingelegten Gangs und/oder des Betriebsmodus des Referenzfahrzeugs (20) umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinheit (10) dazu ausgebildet ist, Drehzahl-Daten ($n(t)$) und Drehmoment-Daten ($M(t)$) zu berechnen, die den jeweiligen Werten der Drehzahl und des Drehmoments des modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) entsprechen; und

aus den Drehzahl-Daten ($n(t)$) und den Drehmoment-Daten ($M(t)$) die Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$), insbesondere anhand eines Kennfelds (K), zu berechnen, das dem modellierten Fahrzeug entspricht.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Signaleingang der Steuereinheit (10) ferner zum Empfang von Zugkraft-Daten ($F_{\text{Roll}}(t)$) ausgebildet ist, die zeitabhängigen Werten einer Zugkraft an einer Welle, insbesondere einer Rolle, des Prüfstands (30) entsprechen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) an einer Fahrzeugbus-Schnittstelle (23) des Referenzfahrzeugs (20) und/oder einer Sensoreinrichtung an der Welle, insbesondere Rolle, des Prüfstands (30) ausgegeben werden.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schadstoffemissionsvorrichtung (50) einen Gasgenerator (51) zur Erzeugung von gasförmigen Emissionen und einen Partikelgenerator (52) zur Erzeugung von Partikel-Emissionen aufweist.
7. Referenzfahrzeug (20) mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Bewertung eines Abgasmesssystems (60) eines Prüfstands (30).
8. Referenzfahrzeug (20) mit einer Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Signaleingang einer Steuereinheit (10) zum Empfang von Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und/oder von Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) mit einer Steuereinheit (22) und/oder einer Fahrzeugbus-Schnittstelle (23) des Referenzfahrzeugs (20) verbunden ist.
9. Referenzfahrzeug (20) mit einer Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Referenzfahrzeug (20) auf oder an einem Prüfstand (30) anordenbar ist, derart, dass es eine Welle, insbesondere eine Rolle, des Prüfstands (30) antreibt.

10. Verfahren zur Bewertung und/oder Kalibrierung eines Prüfstands (30), insbesondere eines Abgasmesssystems (60) eines Prüfstands (30), aufweisend die folgenden Schritte:
- Bereitstellen eines Referenzfahrzeugs (20) nach einem der Ansprüche 7 bis 9 an dem Prüfstand (30);
 - Durchfahren eines Fahrzyklus mit einem vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil ($v_{\text{Soll}}(t)$);
 - Erfassen von Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) während des Fahrzyklus;
 - Berechnen von Emissions-Sollwerten ($X_{\text{Soll}}(t)$) anhand der Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und der Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$), die zeitabhängigen Emissionswerten eines modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) entsprechen;
 - Erzeugen von Emissionen ($X_{\text{Synth}}(t)$) entsprechend der Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$);
 - Erzeugen von Emissions-Messdaten ($X_{\text{Mess}}(t)$) durch Messung der Emissionen ($X_{\text{Synth}}(t)$) mittels des Abgasmesssystems (60);
 - Erzeugen eines Abgasprotokolls (61) aus den Emissions-Messdaten ($X_{\text{Mess}}(t)$).
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Berechnen der Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$) anhand von Drehzahl-Daten ($n(t)$) und Drehmoment-Daten ($M(t)$) erfolgt, die anhand der Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) bestimmt werden und den jeweiligen Werten der Drehzahl und des Drehmoments des modellierten Fahrzeugs bei den zeitabhängigen Fahrbetriebszuständen und Geschwindigkeitswerten der empfangenen Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) entsprechen.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Erfassen der Fahrzeugparameter-Daten ($p(t)$) und der Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) und das Berechnen der Emissions-Sollwerte ($X_{\text{Soll}}(t)$) in Echtzeit erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Geschwindigkeits-Daten ($v(t)$) aus einer Fahrzeugbus-Schnittstelle (23) des Referenzfahrzeugs (20) ausgegeben werden und/oder an einer Welle, insbesondere einer Rolle, des Prüfstands (30) ermittelt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, ferner umfassend das Erfassen von Zugkraft-Daten ($F_{\text{Roll}}(t)$), die zeitabhängigen Werten einer Zugkraft an einer Welle, insbesondere einer Rolle des Prüfstands (30) entsprechen.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei zur Bewertung des Abgasmesssystems (60) aus mehreren Fahrzyklen erzeugte Abgasprotokolle (61) miteinander verglichen werden.

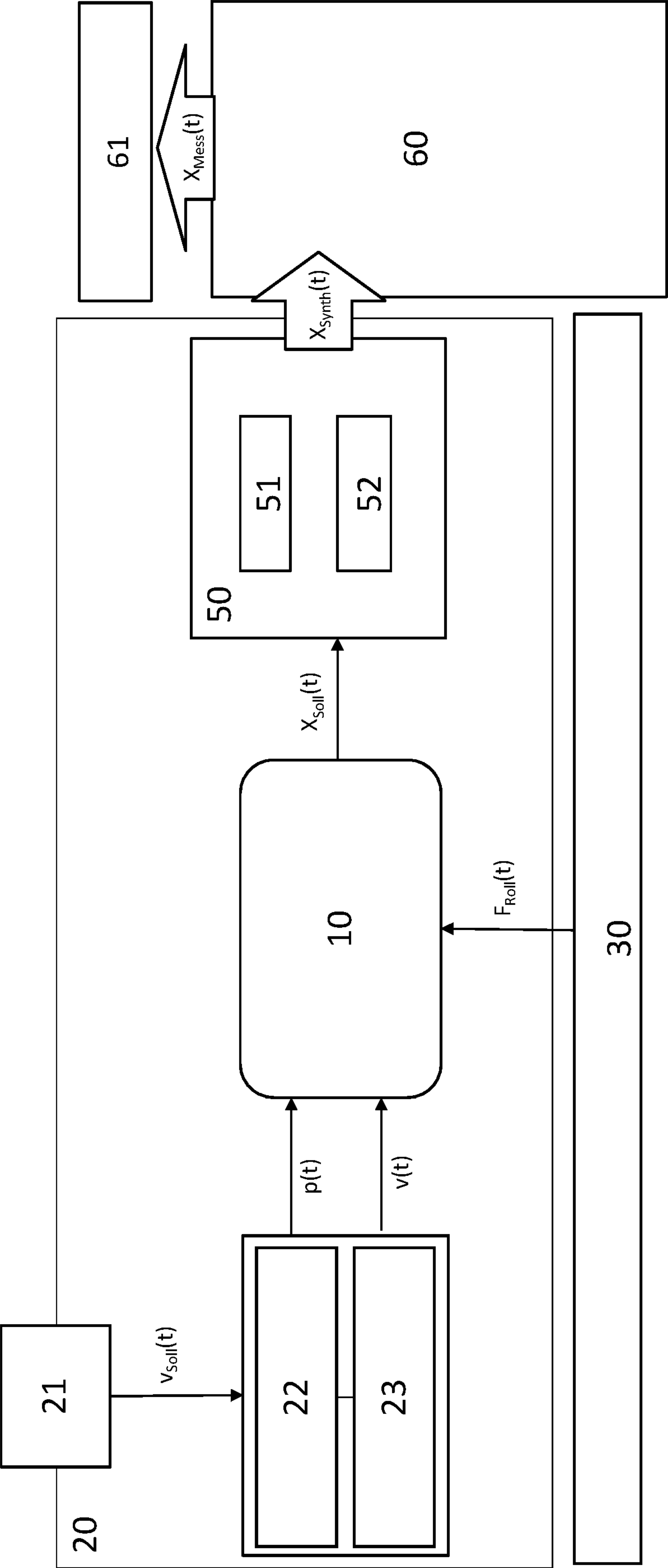


Fig. 1

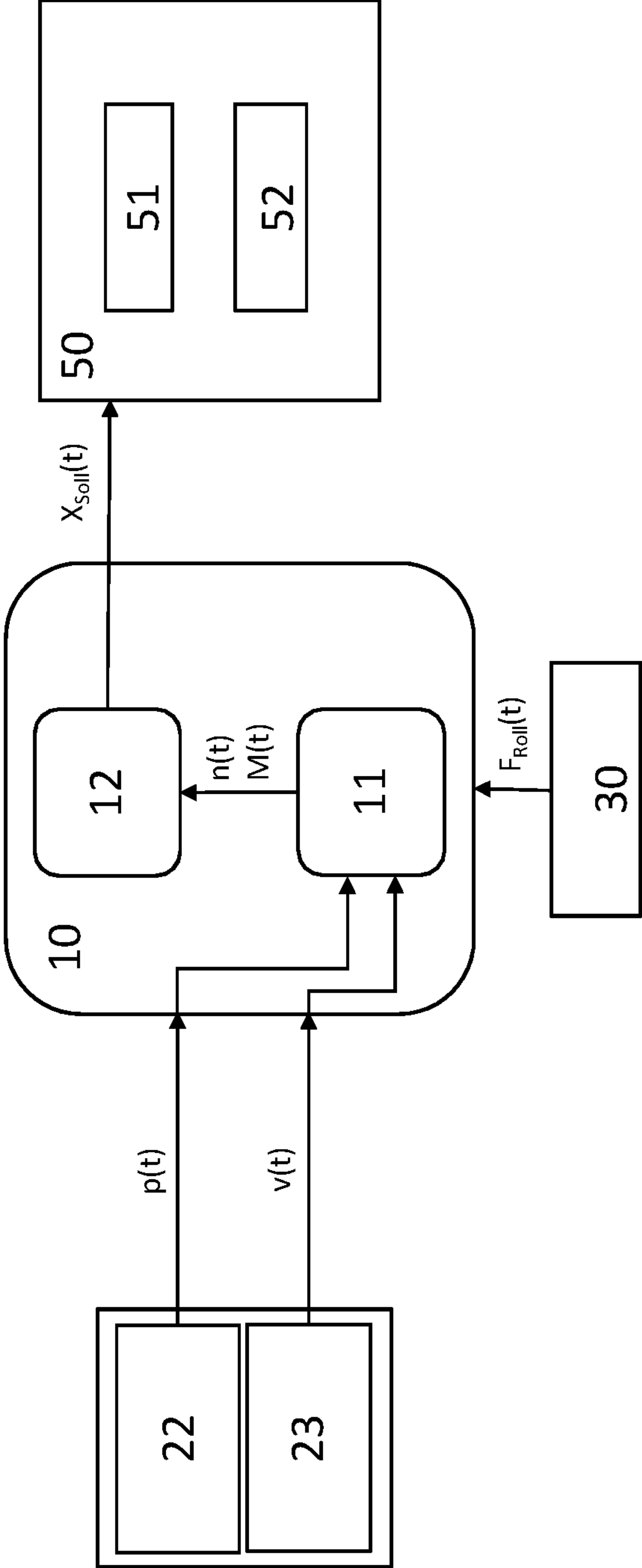


Fig. 2