

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

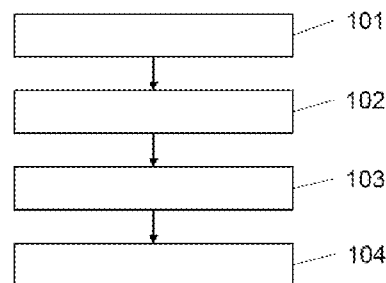
(21) Anmeldenummer: A 50885/2023 (51) Int. Cl.: **G01M 17/007** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 06.11.2023 **G01M 15/10** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2024

(56) Entgegenhaltungen: DE 102017211220 A1 WO 2005085793 A1 CN 116298100 A	(71) Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT) (72) Erfinder: Rossi Mirko Dott. Mag. 8020 Graz (AT) (74) Vertreter: Patentanwälte Pinter & Weiss OG 1040 Wien (AT)
---	---

(54) **Verfahren und Testsystem zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems (3) eines Fahrzeugs (2) und ein zugehöriges Testsystem (1), wobei vom On-Board-Monitoring-System (3) am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden. Dazu werden während einer Testfahrt mit dem Fahrzeug (2) zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung (5) für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des Fahrzeugs (2) erfasst und aufgezeichnet (101). Am Ende der Testfahrt werden für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte für die Testfahrt erfasst und aufgezeichnet (101), welche vom On-Board-Monitoring-System (3) aus einer Kombination aus während der Testfahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden. Nach der Testfahrt wird aus den erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerten der Messeinrichtung (4) für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest ein Vergleichsemissionswert für die Testfahrt ermittelt und dann für jeden der jeweils vorgegebenen

Schadstoffe der zumindest eine ermittelte Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System (3) für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert verglichen (102). Dabei wird überprüft, ob eine Abweichung des jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt (102). Ein Vergleichsergebnis wird dann zumindest aufbereitet und als Bericht ausgegeben (103).



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems (3) eines Fahrzeugs (2) und ein zugehöriges Testsystem (1), wobei vom On-Board-Monitoring-System (3) am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden. Dazu werden während einer Testfahrt mit dem Fahrzeug (2) zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung (5) für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des Fahrzeugs (2) erfasst und aufgezeichnet (101). Am Ende der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte für die Testfahrt erfasst und aufgezeichnet werden (101), welche vom On-Board-Monitoring-System (3) aus einer Kombination aus während der Testfahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden. Nach der Testfahrt wird aus den erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerten der Messeinrichtung (4) für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest ein Vergleichsemissionswert für die Testfahrt ermittelt und dann für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe der zumindest eine ermittelte Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System (3) für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert verglichen (102). Dabei wird überprüft, ob eine Abweichung des jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt (102). Ein Vergleichsergebnis wird dann zumindest aufbereitet und als Bericht ausgegeben (103).

Fig. 2

Verfahren und Testsystem zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems

Technisches Gebiet

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems eines Fahrzeugs, wobei vom On-Board-Monitoring-System am Ende jeder
 5 Fahrt des Fahrzeugs für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden. Weiterhin betrifft die zugehöriges Testsystem, mit welchen das fahrzeuginterne ON-Board-Monitoring-System verifiziert werden können.

Stand der Technik

Emissionen von Stoffen, insbesondere Schadstoffen, in Abgasen, speziell im Individualverkehr, sind durch die steigende Anzahl speziell an Fahrzeugen (z.B. Pkws, Lkws, etc.) nicht nur im Zuge der Klimaerwärmung, sondern auch im Zuge der gesundheitlichen Belastung für
 15 den Menschen durch Stickoxide (NO_x), teilverbrannte Kraftstoffbestandteile und Feinstaubpartikel (PM) ein vieldiskutiertes Thema. Entwicklungen der letzten Jahrzehnte zielten beispielsweise auf Vermeidung des Ausstoßes von teilverbrannten Verbindungen sowie der Vermeidung des Ausstoßes von Stickoxiden, z.B. durch verpflichtenden Katalysatoreinbau bei Otto- und Dieselmotoren ab. Weiterhin werden durch nationale und supranationale Normen und Verordnungen zulässige Grenzwerte von emittierten Schadstoffen (z.B. Stickoxiden
 20 (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Partikelmasse, Partikelanzahl, Kohlenwasserstoffen (HC) sowie Ammoniak (NH₃) derzeit speziell für Lastkraftwagen und Busse) und Rahmenbedingungen für die Überprüfung dieser Werte vorgegeben, durch welche Emissionen von Fahrzeugen reduziert werden sollen. In Europa werden beispielsweise derzeit gesetzliche Vorgaben für zulässige Schadstoffemissionen von Fahrzeugen (insbesondere CO₂, CO, NO_x und Partikelanzahl) z.B. in der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates, in der der Euro 5- und Euro 6-Standard definiert sind, geregelt.

Die Überprüfung des Emissions- und Verbrauchsverhalten von Fahrzeugen, insbesondere von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, spielt daher in der Entwicklung, aber auch im
 30 laufenden Betrieb von Fahrzeugen, eine zentrale Rolle. Allerdings sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen für diese Überprüfung seit einiger Zeit sehr starken Veränderungen unterworfen. Die Einhaltung dieser gesetzlichen Vorgaben wurde früher vornehmlich mittels genormter Testzyklen (wie z.B. der New European Driving Cycle (NEDC)) auf Prüfständen überprüft. Dazu wird das während des Testzyklus erzeugte Abgas am Prüfstand entnommen und untersucht. Das Problem hierbei ist, dass die Bedingungen am Prüfstand unter dem

standardisierten Testzyklus mit den realen Verhältnissen, wenn das Fahrzeug auf einer realen Strecke bewegt wird, nicht vergleichbar sind. Damit kann ein Fahrzeug zwar die gesetzliche Vorgabe am Prüfstand einhalten, aber diese im realen Betrieb trotzdem überschreiten.

Um dem vorzubeugen, wurde die Emissionsüberprüfung durch eine Überprüfung unter realen Fahrbedingungen ergänzt bzw. ersetzt. Für die Überprüfung des Emissionsverhaltens eines Fahrzeugs kommen hierfür sogenannte Real Driving Emission (RDE) Prüfversuche zur Anwendung, bei denen keine bestimmte Testzyklen vorgegeben werden, sondern eine mehr oder weniger zufällige Fahrstrecke als Testfahrt zurückgelegt wird, die lediglich gewissen festgelegten Rahmenbedingungen entsprechen muss, wie z.B. Vorgaben für die Fahrzeugmasse, Umgebungstemperatur und geographische Höhe, unter welcher eine Testfahrt stattfinden muss, Länge der Testfahrt sowie Kriterien für Geschwindigkeitsbereich und Beschleunigung. Zusätzlich wird z.B. noch definiert, zu welchen Anteilen verschiedene Fahrsituationen (z.B. Stadtverkehr, Überlandfahrten, Autobahnfahrten, etc.) in der Testfahrt enthalten sein müssen. Für die Messung und Überprüfung der Emissionen wird während der Testfahrt eine Portable Emission Measurement Systems (PEMS) eingesetzt, welches eine Schadstoffkonzentration und gleichzeitig die zugehörigen Fahrzeugparameter (z.B. Daten der sogenannten On-Board Diagnostic (OBD) des Fahrzeugs) sowie Umgebungsbedingungen erfassen kann. Auf Basis der vom PEMS gemessenen Schadstoffkonzentration sowie der erfassten Fahrzeugparameter werden dann die Emissionswerte, z.B. für eine Typisierung/Zertifizierung eines Fahrzeugs, ermittelt und ausgewertet. Da die Testfahrt üblicherweise auf öffentlichen Straßen mit normalem Verkehr stattfindet und zufälligen Einflüssen unterliegt, soll erreicht werden, dass ein Fahrzeug auch unter normalen Betriebsbedingungen im laufenden Betrieb die vorgegebenen Grenzwerte für Emissionen einhält. Ein System für Real Driving Emission-Prüfungen ist z.B. aus der EP 3 752 785 A1 bekannt.

In den von der EU-Kommission neu vorgeschlagenen Euro-7-Normen für Schadstoffemissionen, welche im November 2022 veröffentlicht wurde, werden weitere Maßnahmen und Vorschriften vorgeschlagen, um die Emissionen durch Fahrzeuge weiter zu verringern, wobei die in den Euro-7-Normen Emissionsgrenzwerte für alle Kraftfahrzeuge, d.h. für Pkws, Lieferwagen, Busse und Lkws, zusammengefasst werden und die neuen Vorschriften auch kraftstoff- bzw. technologieneutral sind. Um ein kontinuierliches, niedriges Emissionsverhalten eines Fahrzeugs im laufenden Betrieb und eine möglichst genaue Darstellung der Emissionen zu gewährleisten, sollen fahrzeugintern während der Lebenszeit des Fahrzeugs das Emissionsverhalten des Fahrzeugs sowie die Einhaltung der vorgegebenen Emissionsgrenzwerte durch ein On-Board-Monitoring-System oder kurz OBM-System überwacht werden.

Das OBM-System soll daher am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs fahrtbezogene Emissionswerte je vorgegebenen Schadstoff durch eine Kombination aus während der jeweiligen Fahrt

mit fahrzeuginternen Messsensoren des OBM-Systems gemessenen Emissionswerten und auf Basis von z.B. in einer Motorsteuereinheit (englisch Engine Control Unit oder kurz: ECU) hinterlegten Emissionsmodellen oder z.B. mittels virtueller Sensoren simulierten Emissionswerten ermitteln. Anfänglich sollen beispielsweise bei Pkws insbesondere fahrtbezogene Emissionswerte für Stickoxide (NO_x), Ammoniak (NH_3) und Partikel im Abgas bestimmt werden, welche je nach Verfügbarkeit von Sensoren und je nach Umweltrelevanz sukzessive auf weitere von Fahrzeugen emittierte Schadstoffe (z.B. Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH_4), Kohlenwasserstoffe (HC), Distickstoffmonoxid (N_2O), etc.) erweitert werden sollen. Um für jede Fahrt jeweils für die vorgegebenen Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte ermitteln zu können, werden vom OBM-System bei jeder Fahrt zeitaufgelöste Emissionswerte des jeweiligen Schadstoffs erfassen, welche z.B. von entsprechenden Messsensoren des OBM-Systems fahrzeugintern in definierten Zeitabständen (z.B. pro Sekunde) gemessen werden bzw. durch passende simulierte Emissionswerte ergänzt bzw. ersetzt werden, wenn beispielsweise für den jeweiligen Schadstoff keine Sensormesswerte verfügbar sind bzw. Messungen (wie z.B. während einer Kaltstartphase des Fahrzeugs) aufgrund von derzeitigen Sensorbeschränkungen schwierig oder nicht möglich sind. Dazu kann das OBM-System beispielsweise fahrzeugintern von Emissionsmodellen, welche z.B. in der Motorsteuereinheit hinterlegt sind, oder virtuellen Sensoren unterstützt werden. Weiterhin können beispielsweise auch Sensoren, die zur Unterstützung der On-Board-Diagnose (OBD) aktuell in Fahrzeugen eingesetzt werden, zur Unterstützung des OBM-Systems verwendet werden. Zusätzlich zu den zeitaufgelösten Emissionswerten werden ebenfalls im definierten Zeitabstand (z.B. pro Sekunde) aktuelle Werte von entsprechenden Fahrzeugparametern (z.B. Geschwindigkeit, etc.) sowie ergänzende Daten, welche z.B. die aktuellen Fahrbedingungen näher charakterisieren, oder welche angeben, ob der jeweils aktuell erfasste Emissionswert gemessen oder simuliert wurde, etc., erfasst. Die zeitaufgelösten Emissionswerte inklusive der zugehörigen Fahrzeugparameterwerte und ergänzenden Daten werden allerdings nicht fahrzeugintern gespeichert, sollen aber über fahrzeugspezifische Schnittstellen (z.B. OBD-Port) zur Verfügung gestellt werden.

Am Ende einer jeweiligen Fahrt wird dann vom OBM-System eine Auswertung der fahrtbezogenen Emissionswerte streckenspezifisch vorgenommen. Die fahrtbezogenen Emissionswerte können auf Basis der erfassten zeitaufgelösten Emissionswerte, Fahrzeugparametern und zusätzlichen Daten ermittelt werden. Dabei sollen beispielsweise für jeden vorgegebenen Schadstoff (z.B. anfänglich für NO_x , NH_3 , Partikel) zumindest zwei fahrtbezogene Emissionswerte fahrzeugintern (z.B. in der Motorsteuereinheit) ermittelt und gespeichert werden. Einer der beiden fahrtbezogenen Emissionswerte – der sogenannte unverarbeitete Emissionswert je Schadstoff – soll die Emissionen des jeweiligen Schadstoffs (z.B. in mg/km) während der Fahrt angeben „wie sie von der Umwelt gesehen werden“. Der andere der beiden

fahrtbezogenen Emissionswerte – der sogenannte ISC- bzw. RDE-verarbeitete Emissionswert – soll einen Emissionswert je Schadstoff (z.B. in mg/km) darstellen, wie ihn eine Konformitätsprüfung bzw. eine RDE-Prüfung z.B. bei einer Typisierungs-/Zertifizierungsprüfung liefern würde. D.h. beim verarbeiteten Emissionswert werden beispielsweise die ergänzenden

5 Daten herangezogen, um z.B. Streckenabschnitte der jeweiligen Fahrt mit bestimmten Fahrkonditionen oder Umweltbedingungen (z.B. niedrige/hohe Umgebungstemperatur, Fahren mit hoher Geschwindigkeit, Kaltstartphasen, große Höhe, etc.) zu berücksichtigen. Die jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerte können dann mit vorgegebenen Emissionsgrenzwerten fahrzeugintern verglichen werden, um beispielsweise eine Fahrzeugnutzer über überschrittene Emissionsgrenzwerte zu informieren und ihn Reparaturen zu veranlassen. Die ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte werden fahrzeugintern z.B. in der Motorsteuereinheit gemeinsam mit Metadaten, welche z.B. aus den mit den zeitaufgelösten Emissionswerten erfassten Fahrzeugparametern und/oder ergänzenden Daten ermittelt werden, für z.B. 10 Fahrten gespeichert. Die Metadaten können beispielsweise prozentuelle Anteile von bestimmten Fahrkonditionen bei der jeweiligen Fahrt, die Länge der jeweiligen Fahrt und weitere hilfreiche Daten umfassen. Die gespeicherten fahrtbezogenen Emissionswerte sowie die

15 zugehörigen Metadaten können ebenfalls über eine fahrzeugspezifische Schnittstelle (z.B. OBD-Port) abgerufen werden und z.B. von einer Behörde dazu herangezogen werden, die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe durch verschiedenen Fahrzeugtypen (z.B. Pkw, Lieferwagen, Lkw, etc.) zu überwachen.

20

Nach der vorgeschlagenen Euro-7-Verordnung ist auch die Konformität der in Betrieb befindlichen Fahrzeuge – d.h. sogenannte In-Service Konformität bzw. kurz ISC – vorgeschrieben. Das bedeutet, es muss z.B. bei der Typisierung/Zertifizierung des Fahrzeugs und/oder bei regelmäßigen technischen Überprüfungen eines Fahrzeugs geprüft werden, ob zumindest

25 die vom OBM-System für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe fahrzeugintern ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte die tatsächlichen Emissionen des Fahrzeugs getreu wiedergeben. Dazu können beispielsweise RDE-Tests verwendet werden, bei welchen parallel zum OBM-System von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung (z.B. PEMS, etc.) Emissionswerte bestimmt werden. Allerdings fehlen derzeit noch ein entsprechendes Verfahren sowie entsprechendes Testsystem, mit welchen die erhöhte Komplexität und der größere Aufwand

30 wirksam bewältigbar sind, welche bei RDE-Tests durch die Einführung und Nutzung eines OBM-Systems zur Emissionswerteermittlung im Rahmen der vorgeschlagenen Euro-7-Normen entstehen. Es ist vor allem wichtig, die Genauigkeit der vom OBM-System ermittelten Emissionswerte auf einfache Weise überprüfen zu können und damit sicherzustellen, dass

35 die vom OBM-System fahrzeugintern ermittelten Emissionswerte die tatsächlichen Emissionen eines Fahrzeugs möglichst realitätsgetreu wiedergeben. Darüber hinaus ist es von entscheidender Bedeutung, möglicherweise auftretende, signifikante Überschreitungen bei

Emissionen zu verhindern, indem beispielsweise fehlerhafte Messung von Emissionsdaten und/oder eine fehlerhafte, fahrzeuginterne Ermittlung von Emissionswerten erkannt wird.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie ein Testsystem anzugeben, mit welchem auf einfache und effiziente Weise die Funktionalität und Zuverlässigkeit eines OBM-Systems automatisiert überprüft und gegebenenfalls Störungen, Fehlfunktionen und/oder Ausfälle von Messsensoren des OBM-Systems erkannt werden können.

Diese und weitere Aufgaben werden durch ein Verfahren sowie ein Testsystem gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe durch ein Verfahren eingangs angegebener Art, bei welchem während einer Testfahrt mit einem Fahrzeug zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des Fahrzeugs erfasst und aufgezeichnet werden, wobei am Ende der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe fahrbezogene Emissionswerte für die Testfahrt erfasst und aufgezeichnet werden, welche vom On-Board-Monitoring-System aus einer Kombination aus während der Testfahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden, wobei nach der Testfahrt aus den mit der Messeinrichtung erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerten für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest ein Vergleichsemissionswert für die Testfahrt ermittelt wird, wobei für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe der zumindest eine ermittelte Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert verglichen wird, wobei überprüft wird, ob eine Abweichung des jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt, und wobei zumindest ein Vergleichsergebnis aufbereitet und als Bericht ausgegeben wird.

Der Hauptaspekt der vorgeschlagenen Lösung besteht darin, dass auf einfache Weise die Funktionalität und Zuverlässigkeit des OBM-Systems automatisiert überprüft wird. Durch den Vergleich des zumindest Vergleichsemissionswert für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe mit einem entsprechenden fahrtbezogenen Emissionswert, welcher vom OBM-System während der Testfahrt ermittelt wurde, kann die Genauigkeit des OBM-Systems sehr leicht automatisiert überprüft und beispielweise Störungen, Fehlfunktionen und/oder Ausfälle von Messsensoren des OBM-Systems erkannt werden. Um die Funktionsfähigkeit und

Genauigkeit des OBM-Systems zu überprüfen, wird idealerweise geprüft, ob eine im Vergleich festgestellte Abweichung zwischen dem Vergleichswert und dem entsprechenden fahrtbezogenen Emissionswert des OBM-Systems für den jeweiligen Schadstoff innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt. Damit kann sehr einfach und effizient festgestellt werden, ob das OBM-System des Fahrzeugs fehlerfrei funktioniert und das Fahrzeug z.B. vorgegebene Emissionsvorgaben und -vorschriften einhält.

Es ist vorteilhaft, wenn zumindest das Vergleichsergebnis, die während der Testfahrt von der Messeinrichtung gemessenen Emissionsmesswerte, die erfassten Fahrzeugparameter und die erfassten fahrtbezogenen Emissionswerte, welche vom On-Board-Monitoring-System für die Testfahrt ermittelt wurden, in einer Datenbank gespeichert werden. Durch eine Speicherung der während der Testfahrt ermittelten Daten wird sehr einfach eine Nachverfolgung und Abfragen von Emissionswerten von Testfahrten ermöglicht. Die in der Datenbank gespeicherten Daten, insbesondere Emissionswerte, können auch idealerweise als Referenz für Testfahrten bzw. Überprüfungen herangezogen werden.

Es ist auch günstig, wenn zusätzlich während der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe die vom On-Board-Monitoring-System ermittelte zeitaufgelöste Emissionswerte erfasst und aufgezeichnet werden. Dabei können idealerweise zusätzlich für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe die vom On-Board-Monitoring-System ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt und/oder die Vergleichsemissionswerte, welche aus den während der Testfahrt mit der Messeinrichtung gemessenen Emissionsmesswerten ermittelt werden, mit vorgegebenen Grenzwerten und/oder Referenzwerten verglichen werden. Auf diese Weise kann sehr einfach geprüft werden, ob vom Fahrzeug während des Betriebs vorgegebene Grenzwerte, wie z.B. gesetzlich vorgegebene Grenzwerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe, eingehalten werden.

Weiterhin kann zweckmäßigerweise zusätzlich auf Basis der erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerte der Messeinrichtung und/oder der erfassten und aufgezeichneten zeitaufgelöste Emissionswerte des On-Board-Monitoring-Systems und entsprechender während der Testfahrt ausgezeichnete GPS-Daten eine Visualisierung der Testfahrt erstellt werden. Aus der Visualisierung sind dann geographische Orte und/oder Bereiche der Testfahrt ersichtlich, wo vorgegebene Grenzwerte erreicht werden. Dadurch können z.B. geographische Ort und/oder Bereiche identifiziert werden, wo es zu einer höheren oder niedrigeren Emissionsbelastung kommt. Das kann idealerweise auch zu einem besseren Verständnis von Umweltauswirkungen und des Energieverbrauchs beitragen.

Die Lösung der angeführten Aufgabe erfolgt auch durch ein Testsystem zur Durchführung des Verfahrens zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems eines Fahrzeugs, wobei

das On-Board-Monitoringsystems am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt und zur Verfügung stellt. Dabei weist das Testsystem idealerweise zumindest folgende Komponenten auf:

- eine Aufzeichnungskomponente, welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, während einer Testfahrt mit einem zu prüfenden Fahrzeug zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des zu überprüfenden Fahrzeugs zu erfassen und aufzuzeichnen sowie am Ende der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe vom On-Board-Monitoring-System ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt zu erfassen und aufzuzeichnen; und
- eine Nachverarbeitungskomponente, welche zumindest eine Auswerteeinheit, welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, aus den für die Testfahrt von der Messeinrichtung erfassten und aufgezeichneten Emissionswerten für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest einen Vergleichsemissionswert zu ermitteln, für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe den zumindest einen ermittelten Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert zu vergleichen und dabei zu überprüfen, ob eine Abweichung des jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt, und eine Reporting-Einheit, welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, zumindest ein Vergleichsergebnis derart aufzubereiten, dass das Vergleichsergebnis als Bericht ausgabbar ist, aufweist.

Weiterhin ist es von Vorteil, wenn eine Datenbank vorgesehen ist, in welcher zumindest das Vergleichsergebnis, die während der Testfahrt von der Messeinrichtung gemessenen Emissionsmesswerte, die erfassten Fahrzeugparameter und die für die Testfahrt erfassten fahrtbezogenen Emissionswerte des On-Board-Monitoring-Systems abspeicherbar sind. Die Datenbank kann beispielsweise mit bestimmten Tests, Fahrzeugen, Motoren, etc. verknüpft sein und durch die Speicherung der Daten eine einfache Nachverfolgung sowie einfache Abfragen von Emissionswerten früherer Testfahrten ermöglichen. Die in der Datenbank gespeicherten Daten, insbesondere Emissionswerte, können auch idealerweise als Referenz für Testfahrten bzw. Überprüfungen herangezogen werden.

Idealerweise ist auch eine Ausgabeeinheit vorgesehen, auf welcher beispielsweise das als Bericht aufbereitete Vergleichsergebnis ausgeben ist. Als Ausgabeeinheit können beispielsweise Drucker und/oder Anzeigeeinheiten (z.B. Display) verwendet werden.

Kurzbeschreibung der Figuren

- 5 Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 2 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig. 1 eine beispielhafte Ausführungsform des Testsystems zum Verifizieren eines On-Board-Monitoring-Systems eines Fahrzeugs

- 10 Fig. 2 einen beispielhaften Ablauf des Verfahrens zum Verifizieren eines On-Board-Monitoring-Systems eines Fahrzeugs

Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft ein Testsystem 1 zum Verifizieren eines On-Board-Monitoring-Systems bzw. OBM-Systems 3 eines Fahrzeugs 2. Das OBM-System, welches in das Fahrzeug 2 integriert ist, ermittelt im laufenden Betrieb des Fahrzeugs 2 für jede Fahrt Emissionswerte für vorgegebene Schadstoffe, wie z.B. NO_x, NH₃, Partikelemissionen, etc. Das OBM-System 3 kann dazu Messsensoren aufweisen, von welchen fahrzeugintern für einen jeweiligen Schadstoff während der Fahrt mit dem Fahrzeug 2 zeitaufgelöste Emissionswerte – d.h. z.B. pro Sekunde ein aktueller Emissionswert eines jeweiligen Schadstoffs (z.B. NO_x in mg/s) – erfasst wird.

Diese von den Messsensoren erfassten, zeitaufgelösten Emissionswerte können beispielsweise durch simulierte Emissionswerte für den jeweiligen Schadstoff ergänzt oder ersetzt werden, wenn für den jeweiligen Schadstoff keine gemessenen Emissionswerte verfügbar sind bzw. eine Messung schwierig bzw. nicht möglich ist (wie z.B. während der Kaltstartphase). Dazu kann das OBM-System 3 Emissionsmodelle, welche z.B. in einer Motorsteuereinheit des Fahrzeugs 2 hinterlegt sein können, oder virtuellen Sensoren nutzen. Zusätzlich zu den zeitaufgelösten Emissionswerten für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe werden weiterhin zeitaufgelöste Fahrzeugparameterwerte und/oder Diagnosewerte (z.B. aktuelle Geschwindigkeit, Motordrehzahl, Motortemperatur, etc.) sowie ergänzende Daten erfasst, welche z.B. eine zum jeweiligen zeitaufgelösten Emissionswert gehörende Fahrkondition näher charakterisieren, angeben, ob der jeweilige zeitaufgelöste Emissionswert gemessen, auf Basis von in der Motorsteuereinheit hinterlegte Emissionsmodellen oder von virtuellen Sensoren simuliert, etc. wurde. Am Ende jeder Fahrt mit dem Fahrzeug 2 werden vom OBM-

System 3 aus den während der Fahrt erfassten, zeitaufgelösten Emissionswerten, Fahrzeugparameterwerten und ergänzenden Daten fahrtbezogene Emissionswerte jeweils für die vorgegebenen Schadstoffe sowie zugehörige Metadaten ermittelt. Die fahrtbezogenen Emissionswerte werden dann mit den zugehörigen Metadaten fahrzeugintern beispielsweise für 10 Fahrten in der Motorsteuereinheit des Fahrzeugs 2 gespeichert.

Um das fahrzeuginterne OBM-System 3 bzw. die vom OBM-System 3 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe ermittelten Emissionswerte zu verifizieren, kann beispielsweise eine fahrzeugexterne Messeinrichtung 4 verwendet werden. Von der Messeinrichtung 4 können während einer Testfahrt mit dem Fahrzeug 2 für die Emissionen der jeweils vorgegebenen Schadstoffe z.B. zeitaufgelöst gemessen werden. Die Messeinrichtung 4 kann – wie z.B. in Figur 1 schematisch dargestellt – ein mobiles Emissionsmessgerät (englisch Portable Emission Measurement System oder kurz PEMS) sein, welches direkt am Fahrzeug 2 (z.B. am Heck oder im Kofferraum) angebracht ist und die Emissionen je Schadstoff während einer als reale Straßenfahrt mit dem Fahrzeug 2 durchgeführten Testfahrt misst. Dabei wird während der Testfahrt Abgas direkt aus dem Auspuff entnommen und im Emissionsmessgerät 4 kontinuierlich analysiert.

Alternativ oder zusätzlich, können die Schadstoffemissionen des Fahrzeugs 2 auch in einer Testzelle bzw. mit Hilfe eines Rollprüfstandes ermittelt werden. Als Messeinrichtung 4 wird dabei beispielsweise eine Messvorrichtung zur Emissionsmessung des Rollprüfstandes oder der Testzelle verwendet. Die Testfahrt wird dabei basierend auf Fahrzeugdaten und -parametern einer realen Straßenfahrt (z.B. Geschwindigkeit, etc.) simuliert. D.h., der Rollprüfstand simuliert Fahrwiderstände, wie sie bei einer realen Straßenfahrt auftreten, wodurch eine realistische Straßenfahrt für die Testfahrt bzw. den Testzyklus nachgestellt wird. Während der simulierten Testfahrt wird dann beispielsweise Abgas direkt aus dem Auspuff des zu testenden Fahrzeugs 2 entnommen und in der Messeinrichtung 4 kontinuierlich analysiert, um Emissionsdaten für jeweils vorgegebene Schadstoffe zu erhalten.

Für eine Durchführung des Verfahrens zum Verifizieren des OBM-Systems 3 ist das Testsystem 1 vor allem während der Testfahrt mit der Messeinrichtung 4 verbunden, welche während einer Testfahrt mit dem Fahrzeug 2 die Emissionen im Abgas misst. Zusätzlich kann das Testsystem 1 während der Testfahrt über zumindest eine fahrzeugspezifische Schnittstelle 5 (z.B. OBD-Port) mit dem Fahrzeug 2 verbunden sein, um beispielsweise zumindest Fahrzeugparameter und/oder Diagnosewerte (z.B. aktuelle Geschwindigkeit, Motordrehzahl, Motortemperatur, etc.) während der Testfahrt zu erfassen und aufzuzeichnen. Zum Erfassen und Aufzeichnen der von der Messeinrichtung 4 während der Testfahrt kontinuierlich bzw. laufend (z.B. pro Sekunde) gemessenen Emissionsmesswerte sowie der entsprechenden Fahrzeugparameter und/oder Diagnosewerte weist das Testsystem 1 eine

Aufzeichnungskomponente 6 auf, welche sowohl die vom Fahrzeug 2 über die Schnittstelle 5 als auch die von der Messeinrichtung 4 ermittelten und zur Verfügung gestellten Daten – d.h. Fahrzeugparameter und/oder Diagnosewerte und Emissionsmesswerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe – während Testfahrt automatisiert erfasst. Weiterhin werden von der

5 Aufzeichnungskomponente 6 z.B. über die Schnittstelle 5 (z.B. OBD-Port) auch die fahrtbezogenen Emissionswerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe, welche vom OBM-System 3 Ende der Testfahrt der Testfahrt für die Testfahrt ermittelt wurden, ausgelesen und erfasst. Zusätzlich kann die Aufzeichnungskomponente 6 während der Testfahrt noch weitere Daten von im Fahrzeug 2 installierten Sensoren (z.B. OBD-Sensoren), simulierte Daten, wie

10 z.B. Daten, welche auf Basis von in der Motorsteuereinheit des Fahrzeugs 2 hinterlegte Emissionsmodelle, virtuelle Sensoren, etc. ermittelt werden, fahrzeugintern gespeicherte fahrtbezogene Emissionswerte von vorhergehenden Fahrten inklusive der zugehörigen Metadaten und während der Testfahrt vom OBM-System 3 ermittelte zeitaufgelöste Emissionswerte inklusive ergänzender Daten (z.B. gemessener oder simulierter Emissionswert, aktuell

15 festgestellte Fahrbedingung, etc.) für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe sammeln und aufzeichnen. Auch von der Messeinrichtung 4 kann die Aufzeichnungskomponente 6 neben den Emissionsmesswerten gegebenenfalls weitere Parameter und Daten (z.B. Energiefluss, Abgasstrom, GPS-Daten) sammeln und aufzeichnen. Die Aufzeichnungskomponente 6 kann vor allem bei Verwendung eines mobilen Emissionsmessgeräts (z.B. PEMS) idealerweise in

20 die Messeinrichtung 4 integriert sein.

Nach Beendigung der Testfahrt können die von der Aufzeichnungskomponente 6 gesammelten und erfassten Daten ausgewertet werden, um die Genauigkeit des OBM-Systems 3 zu überprüfen und um zumindest die mit dem OBM-System ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe zu verifizieren. Dazu weist das Testsystem

25 1 eine Nachverarbeitungskomponente 7 auf, an welche nach der Testfahrt die von der Aufzeichnungskomponente 6 gesammelten und erfassten Daten – d.h. zumindest die von der Messeinrichtung 4 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe während der Testfahrt gemessenen Emissionsmesswerte, zugehörige Fahrzeugparameter (z.B. Geschwindigkeit, gefahrene Strecke bzw. Distanz, etc.) und die vom OBM-System 3 für die jeweils vorgegebenen

30 Schadstoffe ermittelten, fahrtbezogenen Emissionswert der Testfahrt – übertragen werden.

Die Nachverarbeitungskomponente 7 weist beispielsweise eine Auswerteeinheit 71 und eine Reporting-Einheit 72 auf. Die Auswerteeinheit 71 erhält die von der Aufzeichnungskomponente 6 erfassten Daten – d.h. zumindest die von der Messeinrichtung 4 für die jeweils vorgegebenen

35 Schadstoffe während der Testfahrt gemessenen Emissionsmesswerte, zugehörige Fahrzeugparameter (z.B. Geschwindigkeit, gefahrene Strecke bzw. Distanz, etc.) und

die vom OBM-System 3 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe ermittelten, fahrtbezogenen Emissionswert der Testfahrt – und wertet diese aus. Dabei ermittelt die Auswerteeinheit 71 aus den während der Testfahrt von der Messeinrichtung 4 gemessenen Emissionsmesswerten für die jeweils vorgegebenen Schadstoffen zumindest einen auf die Testfahrt bezogenen Vergleichsemissionswert für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe. Dann vergleicht die Auswerteeinheit 71 für jeden der vorgegebenen Schadstoffe den zumindest eine ermittelten Vergleichsemissionswert mit zumindest einem entsprechenden fahrtbezogenen Emissionswert, welcher vom OBM-System 3 für die Testfahrt am Ende der Testfahrt ermittelt wurde. Dabei wird von der Auswertungseinheit 71 für jeden der vorgegebenen Schadstoffe geprüft, ob eine Abweichung des vom OBM-System 3 für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerts des jeweiligen Schadstoffs vom ermittelten Vergleichsemissionswert für den jeweiligen Schadstoff innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt.

Ergibt der Vergleich, dass der jeweilige Emissionswert vom entsprechenden Vergleichsemissionswert nicht mehr als die vorgegebene Toleranz abweicht, so hat das OBM-System 3 des Fahrzeugs 2 die Verifikation bestanden. Wird beim Vergleich festgestellt, dass die Abweichung des jeweiligen Emissionswerts vom entsprechenden Vergleichsemissionswert außerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen liegt bzw. der jeweilige Emissionswert vom entsprechenden Vergleichsemissionswert mehr als die vorgegebene Toleranz abweicht, so wird das OBM-System 3 des Fahrzeugs 2 z.B. mit „nicht bestanden“ bewertet. Es können dann beispielsweise in der Auswerteeinheit 71 oder über andere Analyseeinheiten weitere Auswertungen der von der Aufzeichnungskomponente 6 erfassten Daten erfolgen. Dabei können beispielsweise auch die zeitaufgelösten Emissionswerte des OBM-Systems 3 ausgewertet werden, sofern diese in der Auswerteeinheit 71 verfügbar sind. Dazu wird z.B. jeder der zeitaufgelösten Emissionswerte des OBM-Systems 3 oder eine repräsentative Stichprobe an zeitaufgelösten Emissionswerten des OBM-Systems 3 mit den jeweils entsprechenden Emissionsmesswerten der Messeinrichtung 4 verglichen, um z.B. Fehlfunktionen von Messsensoren des OBM-Systems 3, aufgrund von fehlerhaft modellierten Emissionsmodellen und/oder virtuellen Sensoren fehlerhaft simulierte Emissionswert, etc. oder gegebenenfalls eine fehlerhafte Ermittlung von fahrtbezogenen Emissionswerten zu erkennen.

Die Reporting-Einheit 72 bereitet zumindest ein Ergebnis des Vergleichs der für die Testfahrt vom OBM-System 3 ermittelten, fahrtenbezogenen Emissionswerten mit den entsprechenden Vergleichsemissionswerten auf und erstellt auf dieser Grundlage automatisiert umfassende Berichte. Diese Berichte können beispielsweise eine Bewertung, ob das OBM-System 3 des überprüften Fahrzeugs 2 die Überprüfung bestanden hat und das OBM-System 3 damit z.B. die gesetzlich vorgegebenen Spezifikationen und Vorgaben erfüllt. Die von der Reporting-Komponente 72 generierten Berichte können beispielsweise über eine

Ausgabeeinheit 8 (z.B. Display, Drucker, etc.) ausgezeigt bzw. angezeigt werden. Bei Verfügbarkeit von zeitaufgelösten Emissionswerten und Daten (z.B. GPS-Daten) im Testsystem 1, kann die Reporting-Einheit 72 diese Informationen beispielsweise dazu nutzen, um eine visuelle Karte zur Ausgabe auf der Ausgabeeinheit 8 zu erstellen, in welcher spezifische Orte oder z.B. Punkte der Testfahrt hervorgehoben werden, an welchen das überprüfte Fahrzeug 2 beispielsweise vordefinierte Grenzwert für einen der vorgegebenen Schadstoffe erreicht hat.

Weiterhin weist das Testsystem 1 eine Datenbank 9 auf. In der Datenbank 9 können die von der Aufzeichnungskomponente 6 während der Testfahrt erfassten Daten – d.h. Emissionswerte des OBM-Systems 3, Emissionsmesswerte der Messeinrichtung 4 und daraus ermittelte Vergleichsemissionswerte, Fahrzeugparameter und/oder Diagnosedaten sowie weitere erfasste Daten – gespeichert werden, wobei die Datenbank 9 mit bestimmten Tests, Fahrzeugen, Fahrzeugtypen (z.B. Pkw, Kleinlieferwagen, Lkw, etc.) oder Motoren (z.B. Verbrennungsmotor, etc.) verknüpft sein kann, um eine einfache Nachverfolgung zu ermöglichen. In der Datenbank 9 können auch Zertifizierungstests (z.B. für bestimmte Fahrzeugmarken, Fahrzeugtypen, Motoren, etc.) integriert sein, mit welchen im Testsystem 1 ein Ergebnis einer einzelnen Testfahrt zum Verifizieren eines OBM-Systems 3 verglichen werden können. Weiterhin kann die Datenbank 9 eine Schnittstelle aufweisen, über welche Daten zumindest teilweise (z.B. Endergebnisbericht von Testfahrten, etc.) aus der Ferne bzw. remote abgerufen werden können.

Figur 2 zeigt einen beispielhaften Ablauf des Verfahrens zum Verifizieren eines On-Board-Monitoring-Systems 3 eines Fahrzeugs 2. Dabei werden in einem Aufzeichnungsschritt 101 während einer Testfahrt mit dem zu überprüfenden Fahrzeug 2 von der Aufzeichnungskomponente 6 eines Testsystems 1 von einer Messeinrichtung 4 für jeweils vorgegebene Schadstoffe kontinuierlich gemessene Emissionsmesswerte erfasst und aufgezeichnet. Weiterhin werden im Aufzeichnungsschritt 101 während der Testfahrt über zumindest eine fahrzeugspezifische Schnittstelle 5 (z.B. OBD-Port) des Fahrzeugs 2 beispielsweise zumindest Fahrzeugparameter und/oder Diagnosewerte (z.B. aktuelle Geschwindigkeit, Motordrehzahl, Motortemperatur, etc.) von der Aufzeichnungskomponente 6 erfasst und aufgezeichnet. Weiterhin werden im Aufzeichnungsschritt 101 am Ende der Testfahrt mit dem zu überprüfenden Fahrzeug 2 die fahrtbezogenen Emissionswerte für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe, welche das OBM-System 3 des Fahrzeugs 2 am Ende der Testfahrt ermittelt, erfasst und aufgezeichnet.

Zusätzlich können im Aufzeichnungsschritt 101 während der Testfahrt noch weitere Daten von im Fahrzeug 2 installierten Sensoren (z.B. OBD-Sensoren), simulierte Daten, wie z.B. Daten von in der Motorsteuereinheit des Fahrzeugs 2 hinterlegten Emissionsmodellen,

virtuellen Sensoren, etc., fahrzeugintern gespeicherte fahrtbezogene Emissionswerte von vorhergehenden Fahrten inklusive der zugehörigen Metadaten und während der Testfahrt vom OBM-System 3 ermittelte zeitaufgelöste Emissionswerte inklusive ergänzender Daten (z.B. gemessener oder simulierter Emissionswert, aktuell festgestellte Fahrbedingung, etc.)

5 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gesammelt und aufgezeichnet werden. Weiterhin können im Aufzeichnungsschritt 101 neben den Emissionsmesswerten weitere von der Messeinrichtung 5 zur Verfügung gestellte Parameter und Daten (z.B. Energiefluss, Abgasstrom, GPS-Daten) gesammelt und aufgezeichnet werden, um diese in einem Auswerteschritt 102 und/oder Berichterstattungsschritt 103 zu verwenden.

10 Die im Aufzeichnungsschritt 101 erfassten und aufgezeichneten Daten werden am Ende bzw. nach der Testfahrt mit dem zu überprüfenden Fahrzeug 2 für den Auswerteschritt 102 und eine weitere Verarbeitung an die Nachverarbeitungskomponente 7 des Testsystems übertragen. Dazu werden die erfassten Daten – d.h. zumindest die von der Messeinrichtung 4 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe während der Testfahrt gemessenen Emissions-

15 messwerte, zugehörige Fahrzeugparameter (z.B. Geschwindigkeit, gefahrene Strecke bzw. Distanz, etc.) und die vom OBM-System 3 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe ermittelten, fahrtbezogenen Emissionswert der Testfahrt – für eine Auswertung an die Auswerteeinheit 71 der Nachverarbeitungskomponente 7 übertragen werden. Im Auswerteschritt 101 werden zuerst für die jeweils vorgegebenen Schadstoffen aus den während der Testfahrt von

20 der Messeinrichtung 4 gemessenen Emissionsmesswerten zumindest ein auf die Testfahrt bezogener Vergleichsemissionswert für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe ermittelt. Je nach den verfügbaren und während der Testfahrt erfassten Daten können auch weitere Vergleichsemissionswerte für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe ermittelt werden, bei welchen z.B. auch während der Testfahrt aufgezeichnete Fahrparameter, wie z.B.

25 die aktuelle Geschwindigkeit, Umwelteinflüsse, Fahrkonditionen, etc. berücksichtigt werden.

Dann wird im Auswerteschritt 102 z.B. von der Auswerteeinheit 71 für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe der zumindest ein ermittelte Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden fahrtbezogenen Emissionswert, welcher vom OBM-System 3 für die Testfahrt ermittelt wurde, verglichen. Dabei wird für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe ge-

30 prüft, ob eine Abweichung des vom OBM-System 3 für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert vom ermittelten Vergleichswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt.

Im einfachsten Fall wird beispielsweise im Auswerteschritt 102 für jeden vorgegebenen Schadstoff der sogenannte unverarbeitete fahrtbezogene Emissionswert der Testfahrt herangezogen. Dieser fahrtbezogene Emissionswert wird vom OBM-System 3 am Ende jeder

35 Fahrt für die jeweilige Fahrt ermittelt, indem beispielsweise während der Fahrt ermittelte

Emissionswerte auf die Distanz der Fahrt bezogen werden. Der unverarbeitete Emissionswert gibt beispielsweise die Emissionen des jeweiligen Schadstoffs während der jeweiligen Fahrt „wie sie von der Umwelt gesehen werden“ z.B. in mg/km an. Aus den von der Messeinrichtung 4 gemessenen Emissionsmesswerten wird dann im Auswerteschritt 102 ein entsprechender Vergleichsemissionswert für jeden der vorgegebenen Schadstoffe ermittelt. Dann wird für jeden der vorgegebenen Schadstoffe der Vergleichsemissionswert mit dem jeweiligen unverarbeitete fahrtbezogene Emissionswert der Testfahrt verglichen und das Vergleichsergebnis für jeden der vorgegebenen Schadstoffe automatisiert ausgewertet.

Ergibt der Vergleich, dass der jeweilige Emissionswert vom entsprechenden Vergleichsemissionswert nicht mehr als die vorgegebene Toleranz abweicht, so hat das OBM-System 3 die Verifikation bzw. das Fahrzeug 2 die Überprüfung bestanden. Wird beim Vergleich festgestellt, dass die Abweichung zwischen dem jeweiligen Emissionswert vom entsprechenden Vergleichsemissionswert außerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen liegt bzw. der jeweilige Emissionswert vom entsprechenden Vergleichsemissionswert mehr als die vorgegebene Toleranz abweicht, so wird das OBM-System 3 des Fahrzeugs 2 z.B. mit „nicht bestanden“ bewertet. Das Fahrzeug 2 hat die Überprüfung nicht bestanden.

Bei einer nicht-bestandenen Überprüfung können dann beispielsweise in der Auswerteeinheit 71 oder über andere Analyseeinheiten weitere Auswertungen der von der Aufzeichnungskomponente 6 während der Testfahrt erfassten Daten durchgeführt. Für den Fall, dass z.B. auch die zeitaufgelösten Emissionswerte des OBM-Systems 3 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe in der Auswerteeinheit 71 vorliegen, können diese im Auswerteschritt 102 z.B. mit den jeweils entsprechenden Emissionsmesswerten der Messeinrichtung 4 – z.B. einzeln oder stichprobenartig – verglichen werden, um z.B. Fehlfunktionen von Messsensoren des OBM-Systems 3, fehlerhafte Emissionswerte aufgrund von fehlerhaft modellierten Emissionsmodellen, virtuellen Sensoren, etc. oder gegebenenfalls eine fehlerhafte Ermittlung von fahrtbezogenen Emissionswerten zu erkennen. Es könnten auch die zeitaufgelösten Emissionswerte des OBM-Systems 3 für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe und/oder andere während der Testfahrt erfasste Daten (z.B. Fahrzeugparameter, etc.) statisch ausgewertet werden, um eine Ursache (z.B. fehlerhafter OBM-Messsensor, fehlerhaft simulierte Emissionswerte, fehlerhaft modellierte Emissionsmodelle oder virtuelle Sensoren, Fehler in einem abgasbeeinflussenden System des Fahrzeugs 2, etc.) für die Abweichung zu finden.

Sind sowohl vom der Messeinrichtung 4 als auch vom OBM-System 3 zeitaufgelöste Emissionswerte verfügbar, so könnten diese beispielsweise bereits während der Testfahrt online ausgewertet werden. D.h. der Auswerteschritt 102 wird zumindest teilweise parallel zum Aufzeichnungsschritt 101 durchgeführt. Der Vergleich der für die Testfahrt vom OBM-System 3 ermittelten, fahrtenbezogenen Emissionswerten mit den entsprechenden

Vergleichsemissionswerten, welche aus den Emissionsmesswerten der Messeinrichtung 4 ermittelt werden, könnte dann beispielsweise entfallen oder nach der Testfahrt zusätzlich durchgeführt werden, um das OBM-System 3 zu verifizieren.

5 Zusätzlich können im Auswerteschritt 102 die für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe vom OBM-System 3 ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt und/oder die für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe aus den Emissionsmesswerten, welche mit der Messeinrichtung 4 während der Testfahrt gemessen wurden, ermittelten Vergleichsemissionswerte mit gesetzlich vorgegebenen Grenzwerten für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe oder Referenzwerten verglichen werden. Damit kann zusätzlich geprüft werden, ob vom Fahrzeug
10 2 die vorgegebenen Grenzwerte im Betrieb eingehalten werden.

Im Anschluss an den Auswerteschritt 102 wird der Berichterstattungsschritt 103 durchgeführt. Im Berichterstattungsschritt 103 wird von der Reporting-Einheit 72 zumindest auf Basis des Vergleichsergebnisses aus dem Auswerteschritt 102 – d.h. auf Basis des Vergleichs der für die Testfahrt vom OBM-System 3 ermittelten, fahrtenbezogenen Emissionswerten mit den
15 entsprechenden Vergleichsemissionswerten – automatisiert ein umfassender Bericht erstellt. Der Bericht kann dann eine Bewertung enthalten, ob das OBM-System 3 des überprüften Fahrzeugs 2 die Überprüfung bestanden hat und das OBM-System 3 damit z.B. die gesetzlich vorgegebenen Spezifikationen und Vorgaben erfüllt. Der Bericht kann zusätzlich auch Informationen bzw. eine Bewertung zu Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für die vorgegebenen Schadstoffe umfassen, wenn im Auswerteschritt 102 die für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe vom OBM-System 3 ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt und/oder die für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe Vergleichsemissionswerte, welche aus den für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe aus den während der Testfahrt mit der Messeinrichtung 4 gemessen Emissionsmesswerten abgeleitet wurden, mit den gesetzlich vorgegebenen Grenzwerten verglichen wurden. Die von der Reporting-Komponente 72 generierten Berichte können beispielsweise im Berichterstattungsschritt über eine Ausgabe-
20 einheit 8 (z.B. Display, Drucker, etc.) ausgezeigt bzw. angezeigt werden.

Weiterhin ist es möglich, dass im Berichterstattungsschritt 103 eine visuelle Karte erstellt wird, welche spezifische Orte oder z.B. Punkte der Testfahrt angibt, an welchen das überprüfte Fahrzeug 2 beispielsweise vordefinierte bzw. gesetzliche Grenzwert für einen der vorgegebenen Schadstoffe erreicht hat. Eine derartige visuelle Karte, welche auf der Ausgabe-
30 einheit 8 angezeigt werden kann, kann insbesondere dann erstellt werden, wenn im Testsystem 1 für die Reporting-Einheit 72 die zeitaufgelösten Emissionswerte und entsprechende zeitaufgelöste Daten (z.B. GPS-Daten) verfügbar sind. Durch die Visualisierung dieser Daten auf einer Karte wird es einfacher, geografische Bereiche mit höheren oder niedrigeren
35

Emissionen zu identifizieren, was zu einem besseren Verständnis der gesamten Umweltauswirkungen und des Energieverbrauchs beiträgt.

In einem Speicherschnitt 104 werden dann beispielsweise die während der Testfahrt mit dem zu überprüfenden Fahrzeug 2 erfassten Daten – d.h. zumindest die fahrtbezogenen Emissionswerte des OBM-Systems 3, Emissionsmesswerte der Messeinrichtung 4 und daraus ermittelte Vergleichsemissionswerte, Fahrzeugparameter und/oder Diagnosedaten sowie weitere ergänzende Daten, etc. – in einer Datenbank 9 gespeichert. Wurden im Aufzeichnungsschnitt 101 auch die zeitaufgelösten Emissionswerte des OBM-System 3 erfasst, so können auch diese in der Datenbank 9 gespeichert werden, wobei die Datenbank 9 mit bestimmten Tests, Fahrzeugen oder Motoren verknüpft sein kann, um eine einfache Nachverfolgung, Abfrage und Referenz für einen Vergleich mit anderen Daten (z.B. Emissionswerten früherer Testfahrten bzw. Überprüfungen, etc.) zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verifizieren eines On-Board-Monitoringsystems (3) eines Fahrzeugs (2), wobei vom On-Board-Monitoring-System (3) am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs (2) für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus
5 während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt und zur Verfügung gestellt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** während einer Testfahrt mit dem Fahrzeug (2) zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung (4) für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des
10 Fahrzeugs (2) erfasst und aufgezeichnet werden (101), **dass** am Ende der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte für die Testfahrt erfasst und aufgezeichnet werden (101), welche vom On-Board-Monitoring-System (3) aus einer Kombination aus während der Testfahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt werden, **dass** nach der Testfahrt aus den von der Messeinrichtung (4) erfassten und aufgezeich-
15 neten Emissionsmesswerten für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest ein Vergleichsemissionswert für die Testfahrt ermittelt wird (102), **dass** für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe der zumindest eine ermittelte Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System (3) für die Testfahrt ermittelten fahrtbezogenen Emissionswert verglichen wird, wobei überprüft wird, ob eine Abweichung des jewei-
20 ligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt (102), **und dass** zumindest ein Vergleichsergebnis aufbereitet und als Bericht ausgegeben wird (103).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das Vergleichsergebnis, die während der Testfahrt von der Messeinrichtung (4) gemessenen Emissionsmesswerte, die erfassten Fahrzeugparameter und die erfassten fahrtbezogenen Emissionswerte, welche vom On-Board-Monitoring-System (3) für die Testfahrt ermittelt wurden, in einer Datenbank (9) gespeichert werden (104).
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
30 **dass** zusätzlich während der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe die vom On-Board-Monitoring-System (3) ermittelte zeitaufgelöste Emissionswerte erfasst und aufgezeichnet werden (101).
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich die während der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe die vom On-Board-Monitoring-System (3) ermittelte zeitaufgelöste Emissionswerte mit den jeweils entsprechenden
35

Emissionsmesswerten der Messeinrichtung (4) verglichen werden (102), wobei ein Vergleich während der Testfahrt und/oder nach der Testfahrt durchgeführt werden kann.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe die vom On-Board-Monitoring-

5 System (3) ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt und/oder die Vergleichsemissionswerte, welche aus den während der Testfahrt mit der Messeinrichtung (4) gemessenen Emissionsmesswerten ermittelt werden, mit vorgegebenen Grenzwerten und/oder Referenzwerten verglichen werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

10 **dass** zusätzlich auf Basis der erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerte der Messeinrichtung (4) und/oder der erfassten und aufgezeichneten zeitaufgelöste Emissionswerte des On-Board-Monitoring-Systems (3) und entsprechender während der Testfahrt ausgezeichneter GPS-Daten eine Visualisierung der Testfahrt erstellt wird (104), aus welcher geographische Orte und/oder Bereiche der Testfahrt ersichtlich sind, wo vorgegebene Grenzwerte erreicht werden.

7. Testsystem (1) zur Durchführung eines Verfahrens zum Verifizieren eines On-Board-

Monitoring-Systems (3) eines Fahrzeugs (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das On-Board-Monitoring-Systems (3) am Ende jeder Fahrt des Fahrzeugs (2) für jeweils vorgegebene Schadstoffe fahrtbezogene Emissionswerte aus einer Kombination aus während der jeweiligen Fahrt mit Messsensoren des On-Board-Monitoring-Systems (3) gemessenen und/oder simulierten zeitaufgelösten Emissionswerten ermittelt und zur Verfügung stellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Testsystem (1) zumindest folgende Komponenten (6, 7) aufweist:

- eine Aufzeichnungskomponente (6), welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, während

25 einer Testfahrt mit einem zu prüfenden Fahrzeug (2) zumindest Emissionsmesswerte, welche von einer fahrzeugexternen Messeinrichtung (5) für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe gemessen werden, und Fahrzeugparameter des zu überprüfenden Fahrzeugs (2) zu erfassen und aufzuzeichnen sowie am Ende der Testfahrt für die jeweils vorgegebenen Schadstoffe vom On-Board-Monitoring-System (3) ermittelten fahrtbezogenen Emissionswerte der Testfahrt zu erfassen und aufzuzeichnen; und

- eine Nachverarbeitungskomponente (7), welche zumindest eine Auswerteeinheit (71), welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, aus den für die Testfahrt von der Messeinrichtung (4) erfassten und aufgezeichneten Emissionsmesswerten für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe zumindest einen Vergleichsemissionswert zu ermitteln, für jeden der jeweils vorgegebenen Schadstoffe den zumindest einen ermittelten Vergleichsemissionswert mit einem entsprechenden vom On-Board-Monitoring-System (3) ermittelten fahrtbezogenen

Emissionswert zu vergleichen und dabei zu überprüfen, ob eine Abweichung des jeweiligen fahrtbezogenen Emissionswerts vom jeweiligen ermittelten Vergleichsemissionswert innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen liegt, und eine Reporting-Einheit (72), welche dazu eingerichtet und ausgestaltet ist, zumindest ein Vergleichsergebnis derart aufzubereiten, dass
5 das Vergleichsergebnis als Bericht ausgebbar ist, aufweist.

8. Testsystem (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin eine Datenbank (9) vorgesehen ist, in welcher zumindest das Vergleichsergebnis, die während der Testfahrt von der Messeinrichtung (4) gemessenen Emissionsmesswerte, die erfassten Fahrzeugparameter und die für die Testfahrt erfassten fahrtbezogenen Emissionswerte des
10 On-Board-Monitoring-Systems (3) abspeicherbar sind.

9. Testsystem (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin eine Ausgabeeinheit vorgesehen ist.

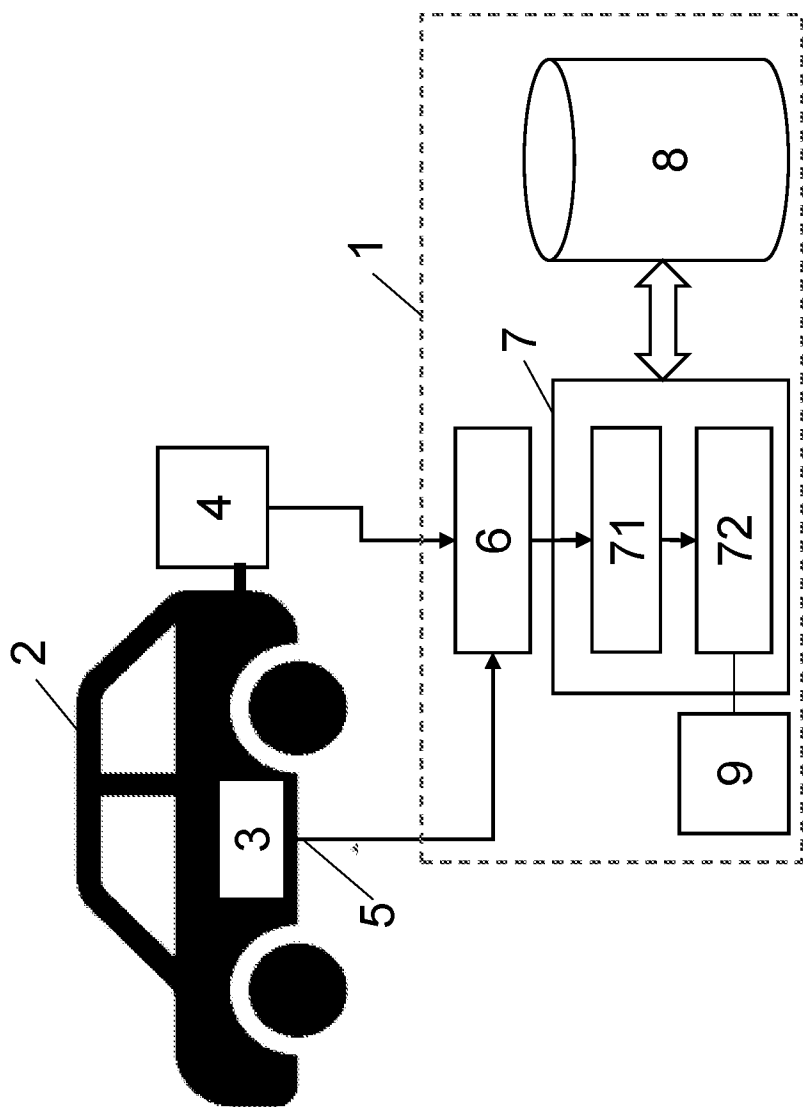
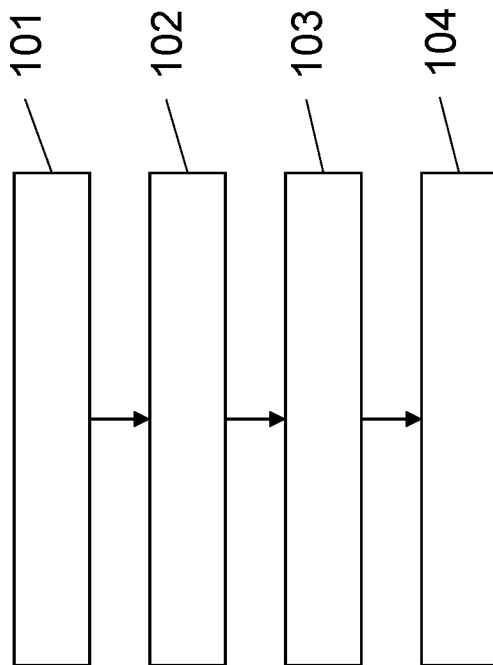


Fig. 1

**Fig. 2**