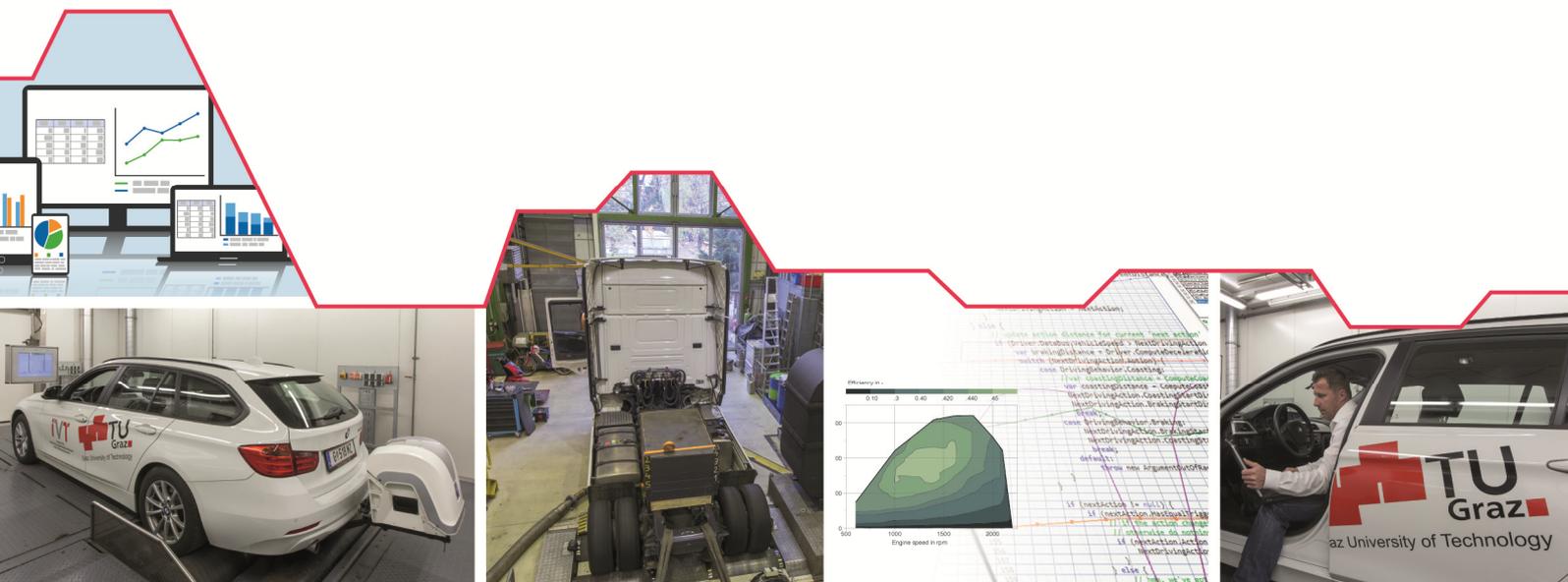


Kurzbericht

FE 84.0528/2017_K

"AuDieO – zukünftige Konzepte für Abgasuntersuchungen
von Diesel- und Ottofahrzeugen"

28.03.2019

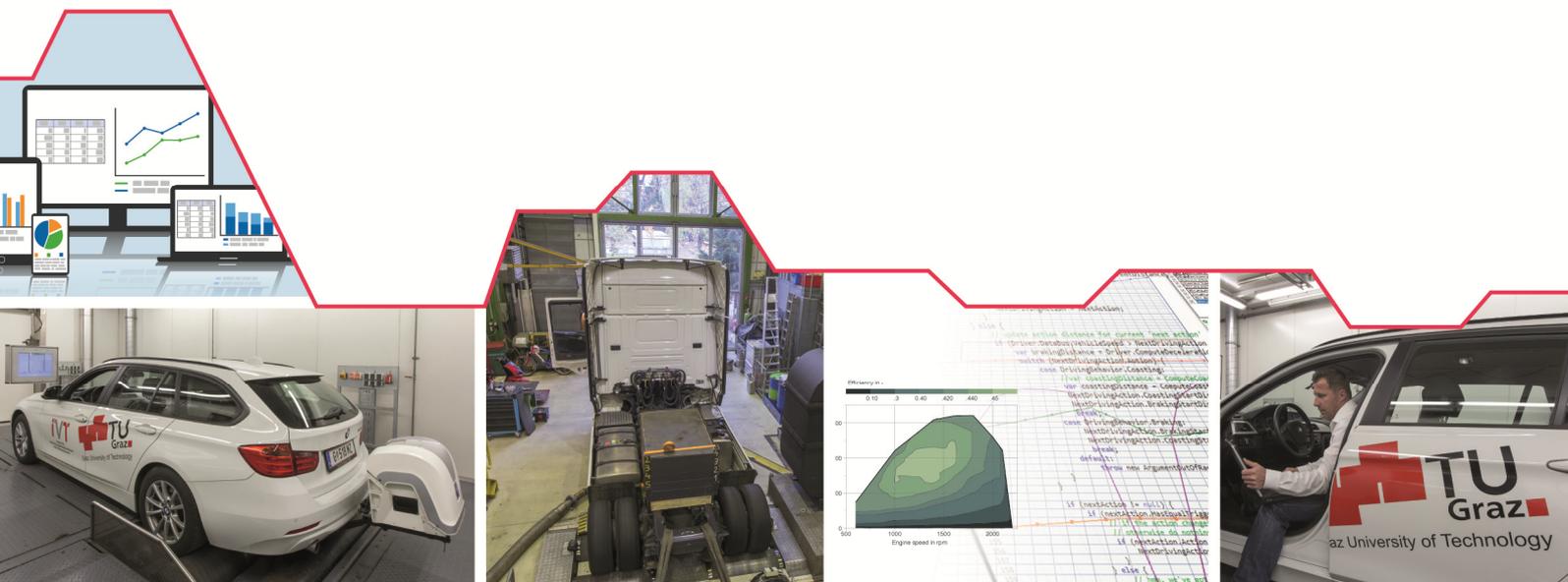


Summary

FE 84.0528/2017_K

Future concepts for emission control in periodical technical inspections for diesel and gasoline vehicles

28/03/2019:



Autor: Dr. Jürgen Blassnegger

FE 84.0528/2017 "AuDieO – zukünftige Konzepte für Abgasuntersuchungen von Diesel- und Ottofahrzeugen"

Datum 28.03.2019
Bericht Nr.: FVT-018/19/JBlass EM 2017_30_K
Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach

Dieser Bericht darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassen und Hinzufügen, veröffentlicht werden.

Sollte er auszugsweise abgedruckt oder vervielfältigt werden, so ist vorher die schriftliche Genehmigung des Verfassers einzuholen.

Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH
Inffeldgasse 19, A-8010 Graz, Austria <http://fvt.tugraz.at>
Tel.: +43 (316) 873-30001
Fax: +43 (316) 873-30002

1 Ziel der Untersuchung

Im Zuge der periodisch wiederkehrenden technischen Überwachung von Fahrzeugen wird auch eine sogenannte Abgasuntersuchung (AU) durchgeführt. Diese wurde erstmals in Deutschland 1985 eingeführt und galt vorerst nur für Ottomotoren, später dann auch für Fahrzeuge mit Dieselmotoren. Die Abgasprüfung wird dabei als sogenannte Endrohrprüfung bei Leerlaufdrehzahl und erhöhter Leerlaufdrehzahl durchgeführt. Dabei werden bei Ottomotoren der Lambdawert und die CO Emissionen, bei Dieselfahrzeugen die Rauchgastrübung gemessen. Ab 2002 wurde die Abgasuntersuchung um die On Board Diagnose (OBD) erweitert. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass diese Art der Durchführung der Abgasuntersuchung an ihre Grenzen stößt. Die Abgasnachbehandlungsanlagen werden immer komplexer, und die OBD erkennt nur Fehler, welche lt. Typprüfung erkannt werden müssen. Komplexe reale Situationen sind dabei derzeit nicht abgedeckt. Gleichzeitig stößt die Messtechnik zur Emissionsermittlung durch immer niedrigere Grenzwerte teilweise an ihre Grenzen.

Ein weiterer Punkt ist die aktuell immer öfters anzutreffende Manipulation an Abgasnachbehandlungen. Sowohl im Bereich der Pkw und LNF als auch bei SNF sind Anbieter am Markt, welche Produkte, die eine teilweise oder gänzliche Abschaltung bzw. Entfernung von Abgasnachbehandlungseinheiten (DPF, SCR, AGR) anbieten. Diesen Umrüstungen können Hersteller (OEMS) nicht entgegenwirken, da sie von Drittfirmen durchgeführt werden.

Es besteht daher der Bedarf das derzeitige Verfahren für die AU zu überdenken und neue Konzepte aufzuzeigen.

Ziel dieses Projektes war es, Ansätze zu präsentieren, wie eine AU für Otto- und Dieselfahrzeuge zukünftig gestaltet werden könnte. Die Erarbeitung dieser Ansätze fand im Zuge von zwei Experten - Workshops statt. Diese wurden vom Auftragnehmer bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach organisiert. Die Teilnehmerauswahl fand in Abstimmung mit dem Auftraggeber statt, wobei sich die eingeladenen Experten aus Vertretern folgender Institutionen zusammensetzten:

Allgemeiner Deutscher Automobil Club (ADAC), Verband der Messgerätehersteller (ASA), Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Deutschland (BMVI), Deutscher Kraftfahrzeug Überwachungsverein (DEKRA), Österreichische Automobil-, Motorrad- und Touring Club (ÖAMTC), Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO), Verband der TÜV (VDTUEV), Umweltbundesamt Deutschland (UBA), Verband der Automobilindustrie (VDA), Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller (VDIK), Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK), Physikalisch - Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB).

2 Konzept für eine neue Abgasuntersuchung

Aus allen in den zwei Workshops erarbeiteten Ansätzen wurde ein Konzept für eine mögliche, neue Abgasuntersuchung erstellt. Darin findet eine Unterteilung in kurz- bzw. mittelfristige Ziele und in langfristige Ziele statt. Eine Übersicht der vorgeschlagenen Änderungen, ausgehend vom aktuellen Stand der AU, ist in Abbildung 1 dargestellt.

Änderungsvorschläge für eine Abgasuntersuchung NEU

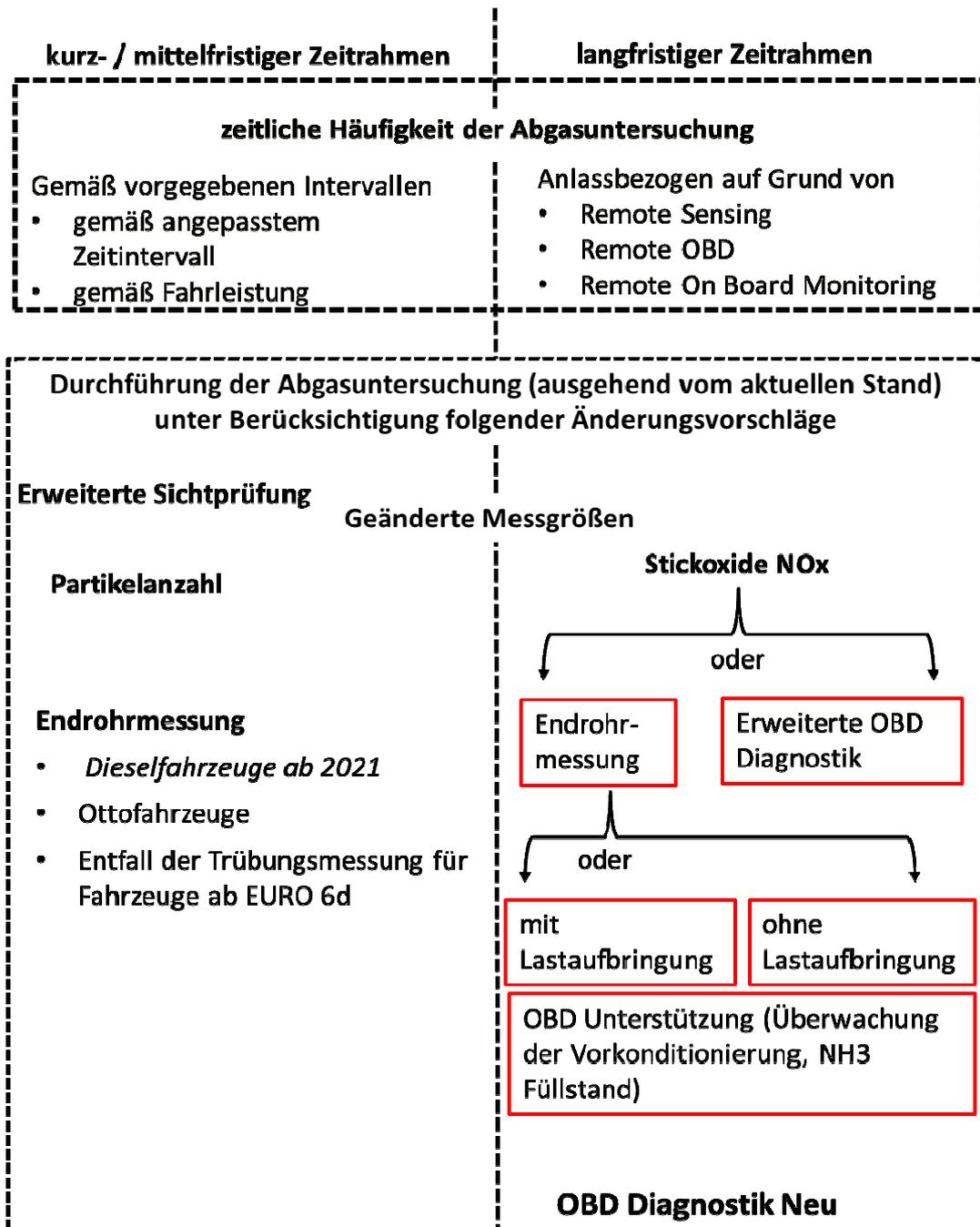


Abbildung 1: Übersicht der vorgeschlagenen Änderungen für eine neue Abgasuntersuchung mit Unterteilung in kurz- bzw. mittelfristige Ziele und in langfristige Ziele

Die Vorschläge mit kurz- und mittelfristigem Zeithorizont betreffen die Anpassung der zeitlichen Häufigkeit einer AU an die Fahrzeugnutzung. Bei einem Untersuchungsintervall von 30.000 km Fahrleistung käme es zu einer ca. 2-jährlichen Untersuchung bei einer durchschnittlichen jährlichen Kilometerleistung von 15.000 km. Zusätzlich wird vorgeschlagen dass bei einer größeren jährlichen Fahrleistung als 30.000 km das Zeitintervall der Prüfung ein Jahr betragen muss. So soll verhindert werden, dass die Fahrzeuge mit hohen Fahrleistungen innerhalb eines Jahres mehrfach zur AU vorfahren müssen. Gleichzeitig soll jedoch eine Überprüfung fahrleistungsunabhängig zumindest alle drei Jahre erfolgen müssen, da auch eine geringe Nutzung eines

Fahrzeuge nicht den Ausfall oder die Fehlfunktion einzelner Komponenten ausschließen kann. Ab 160.000km Fahrleistung soll eine AU in jedem Fall jährlich stattfinden.

Tabelle 1: Vorschlag für Überprüfungsintervalle bei der AU-Neu

Überprüfungsintervalle AU-Neu		
30.000 km	oder	1x jährlich wenn Jahresfahrleistung >30.000 km
oder		
mindestens alle 3 Jahre bei Jahresfahrleistungen <10.000 km		
nach 160.000 km Fahrleistung		
jährliche AU		

Weiterhin wird eine erweiterte Sichtkontrolle mit einfachen Demontearbeiten ange-regt, um eventuell vorhandenen Manipulationen leichter zu erkennen.

Bei der Endrohrmessung ist die Messung der Partikelanzahl für Dieselfahrzeuge in Deutschland ab 2021 angekündigt. Es wird angeregt diese auch auf Ottofahrzeuge auszuweiten. In Abbildung 2 sind repräsentativ die PN Emissionen aktueller Euro 6d-Temp Diesel und Ottofahrzeuge in RDE Fahrten, welche an der FVT durchgeführt wurden, dargestellt. Darin ist deutlich zu erkennen, dass das Partikelanzahlniveau moderner Otto DI Motoren das Dieselniveau übersteigt. Eine Überprüfung der Funk-tionalität der PN Abgasnachbehandlung bei Ottokonzepten erscheint daher sinnvoll.

Mit dem Vorschlag einher ginge auch die Berücksichtigung der Ottomotoren bei der PN-Messmethodik (Messgeräteanforderung, Testprozedur), da Diesel und Ottokon-zepte ihr übliches Partikelanzahlmaxima in unterschiedlichen Partikeldurchmesser-bereichen aufweisen.

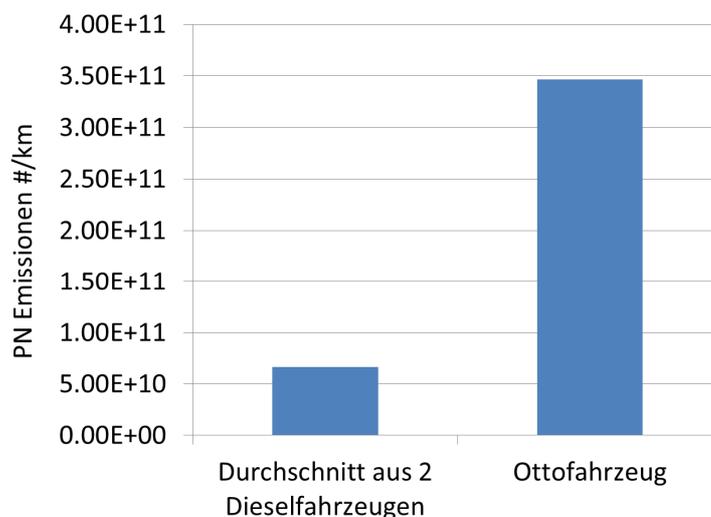


Abbildung 2: Vergleich der PN Emissionen von aktuellen Euro 6d-Temp Diesel und Ottofahr-zeugen

Im Gegenzug dazu kann eine Diskussion über den Entfall der Trübungsmessung angeregt werden.

Die Vorschläge mit langfristigem Zeithorizont betreffen die anlassbezogene Durchführung der AU. Die Aufforderung würde in diesem Fall nur bei Auffälligkeiten, welche mittels Remote OBD oder mittels an Verkehrswegen montierten externen Remote Sensing Devices zur Emissionsmessung ermittelt werden, stattfinden.

Ein zeitlich noch weiter gefasster Vorschlag ist die AU Durchführung auf Grund von On Board Monitoring Daten. Dabei soll durch eine entsprechende OBD Architektur und durch Voraussimulation schon im Vorfeld das zukünftige Auftreten eines Fehlers erkannt, die Behebung eingeleitet und die Kontrolle mittels AU durchgeführt werden.

Bei den NO_x Emissionen wird eine vertiefte Diskussion angeregt, ob diese mittels Endrohrmessung (lastunabhängig oder lastabhängig) oder mittels erweiterter NO_x Diagnostik überprüft werden sollen.

Endrohrmessung von NO_x Emissionen

Aktuell gibt es dazu zwei Vorschläge, eine Vermessung unter Last oder eine Vermessung in Leerlaufpunkten ohne Lastaufbringung. Die Vermessung mit Lastaufbringung kann entweder auf einem Rollenprüfstand oder während einer Realfahrt erfolgen. Anstelle eines herkömmlichen Emissionsprüfstandes könnte eine vereinfachte Lastaufbringung unter Umständen mittels umgerüsteter Bremsenprüfstände erfolgen. Diese Prüfstände stehen aktuell bei einer Hauptuntersuchung schon zur Verfügung. Beim Ansatz mit Realfahrten stellt das Hauptproblem die Methodendefinition dar, wie solch eine Fahrt, mit der entsprechenden kurzen Dauer, durchzuführen ist.

Die Ansätze mit Leerlaufmessungen brachten bei aktuellen Untersuchungen zum Teil keine zufriedenstellenden Ergebnisse mit sich. Ein Vorschlag dazu lautete, dass Fahrzeughersteller die NO_x Konzentrationen im Leerlauf bei der Typprüfung mitbestimmen könnten und für eine spätere AU zur Verfügung stellen. Bei dieser sind diese Werte dann einzuhalten.

Wenn der Vorsatz zu einer NO_x Endrohrmessung weiter verfolgt werden soll, sind langfristig jedenfalls noch umfangreiche Arbeiten zur Methodenentwicklung notwendig. Damit einhergehend muss auch die Möglichkeit der Fahrzeugkonditionierung vor der Messung abgeklärt werden. Neben einem entsprechenden Temperaturniveau in der Abgasnachbehandlungsanlage ist z.B. bei SCR Katalysatoren auch der NH₃ Füllstand ein erheblicher Einflussfaktor auf die NO_x Konvertierungsrate. Um hier vor AU Messungen eine einheitliche Konditionierung gewährleisten zu können, wäre unter Umständen eine entsprechende Steuergeräteapplikation notwendig. Die Entwicklung solch einer Applikation wäre einer OBD-Erweiterung zuzurechnen, und müsste neben dem eigentlichen Entwicklungsprozess auch die komplette Zulassung durchlaufen.

NO_x Überwachung durch erweiterte OBD Diagnostik

Ein zweiter Ansatz der NO_x Überwachung besteht darin, diese nur durch eine verbesserte und erweiterte OBD Diagnostik zu bewerkstelligen. Dieser Bereich bewegt sich in einem Spannungsfeld. In aktuellen Diskussionen gibt es zum Teil keine klare Linie gegenüber den Fahrzeugherstellern. Einerseits herrscht grundsätzliches Misstrauen, andererseits wird verlangt, dass Hersteller zusätzliche Systeme in Ihre OBD Architektur implementierten. Dieser Ansatz betrifft dann nicht nur die Überwachung der NO_x Emissionen.

OBD Diagnostik Neu

Ein Hauptkritikpunkt an der aktuellen OBD Diagnostik ist, dass die OBD Ausgabe derzeit nur wenig von den intern vorhandenen Informationen preisgibt. Es müssten herstellerübergreifende Standards erarbeitet werden, damit mehr Daten im Rahmen einer AU auslesbar wären. Die einzelnen Lösungen in OBD Systemen stellen aktuell jedoch herstellerindividuelle und proprietäre Lösungen dar.

Derzeit bestehen offensichtliche Schwächen in den aktuellen OBD Systemen, da die Funktionsüberprüfung nur in Typprüfzyklen am Rollenprüfstand durchgeführt wird. Der erste Verbesserungsvorschlag bezieht sich auf die Homologation des OBD Systems. Dieses sollte durch Straßentests erweitert werden um sicherzustellen, dass ein breiter Betriebspunktbereich abgesichert ist. Dies wäre auch für eine anlassbezogene AU Durchführung notwendig.

Ein zweiter, zeitlich länger gefasster Vorschlag ist, die grundsätzliche Erweiterung der Überwachungsfunktion des OBD Systems. Zusätzlich soll die Möglichkeit von Diagnosejobs geboten werden, welche bei der AU von den Prüfern durchgeführt werden können. Dazu wären allerdings technisch individuelle Lösungen je Hersteller und Baureihe erforderlich. Die Machbarkeit bzw. der Aufwand im Vergleich zum Mehrwert müssten hinterfragt werden.

Eine Erweiterung der On Board Diagnose kann in jedem Fall nur mit einer engen Zusammenarbeit mit Steuergeräteentwicklern verwirklicht werden.

Grundsätzlich ist aktuell der Zeitpunkt für die Einbringung solcher Vorschläge zu einer AU-Neu günstig, da erste Untersuchungen zu einer Emissionsgesetzgebung nach Euro 6 starten.

Author: Dr. Jürgen Blassnegger

FE 84.0528/2017 “Future concepts for emission control in periodical technical inspections for diesel and gasoline vehicles”

Date: 20/02/2019:
Report No.: FVT-018/19/JBlass EM 2017_30_K
On behalf of Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach

This report must be published in its entirety without any additions or modifications.
No extracts may be published or reprinted without the written consent of the author.

Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH
Inffeldgasse 19, A-8010 Graz, Austria <http://fvt.tugraz.at>
Telephone: +43 (316) 873-30001
Fax: +43 (316) 873-30002

1 Aim of this study

The periodical technical inspection of vehicles also includes exhaust emission testing, called emission control in short. Emission control was first introduced in Germany in 1985 and initially was restricted to gasoline vehicles; later on, vehicles driven by diesel engines were tested as well. Emission control is performed as a tailpipe test at idle speed and at increased idle speed. The test measures lambda values and CO emissions in gasoline engines as well as the fogging number of diesel engines. In 2002, emission control was extended by an on-board diagnostics (OBD) system. In recent years it has become evident that this way of performing emission control has reached its limits. Exhaust aftertreatment systems have become more and more complex and the OBD system only recognizes errors that must be recognized according to the type test. At present, complex real-life situations cannot be covered in this process. At the same time, emission measurement techniques partly reach their limits due to decreasing limit values.

Another point concerns the manipulation of exhaust aftertreatment which happens more and more frequently these days. Regarding passenger vehicles, light-duty vehicles and heavy-duty vehicles, there are providers on the market that offer partial or complete deactivation or removal of exhaust aftertreatment devices (DPF, SCR and EGR). Original equipment manufacturers (OEMs) cannot do anything against these conversions since they are carried out by third-party companies.

Thus, there is a need to rethink the current emission control procedure and point out new concepts.

The aim of this project is to present approaches on how emission control for gasoline and diesel vehicles could be performed in the future. These approaches were developed in the course of two expert workshops that were organised by the contractor at the Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach, Germany. The participants were selected in agreement with the customer. The invited experts represented the following institutions:

Allgemeiner Deutscher Automobil Club (ADAC), Verband der Messgerätehersteller (ASA), Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Deutschland (BMVI), Deutscher Kraftfahrzeug Überwachungsverein (DEKRA), Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club (ÖAMTC), Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO), Verband der TÜV (VDTUEV), Umweltbundesamt Deutschland (UBA), Verband der Automobilindustrie (VDA), Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller (VDIK), Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK) and Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB).

2 Concept for a new emission control

From all approaches developed in the two workshops one concept was worked out for a potential new emission control procedure. It involves subdividing the goals into short-term, medium-term and long-term goals. An overview of the proposed changes, based on the current state of emission control testing, is presented in Figure 1.

**Proposals for changes/Future concepts for a NEW emission control
(in periodical technical inspections)**

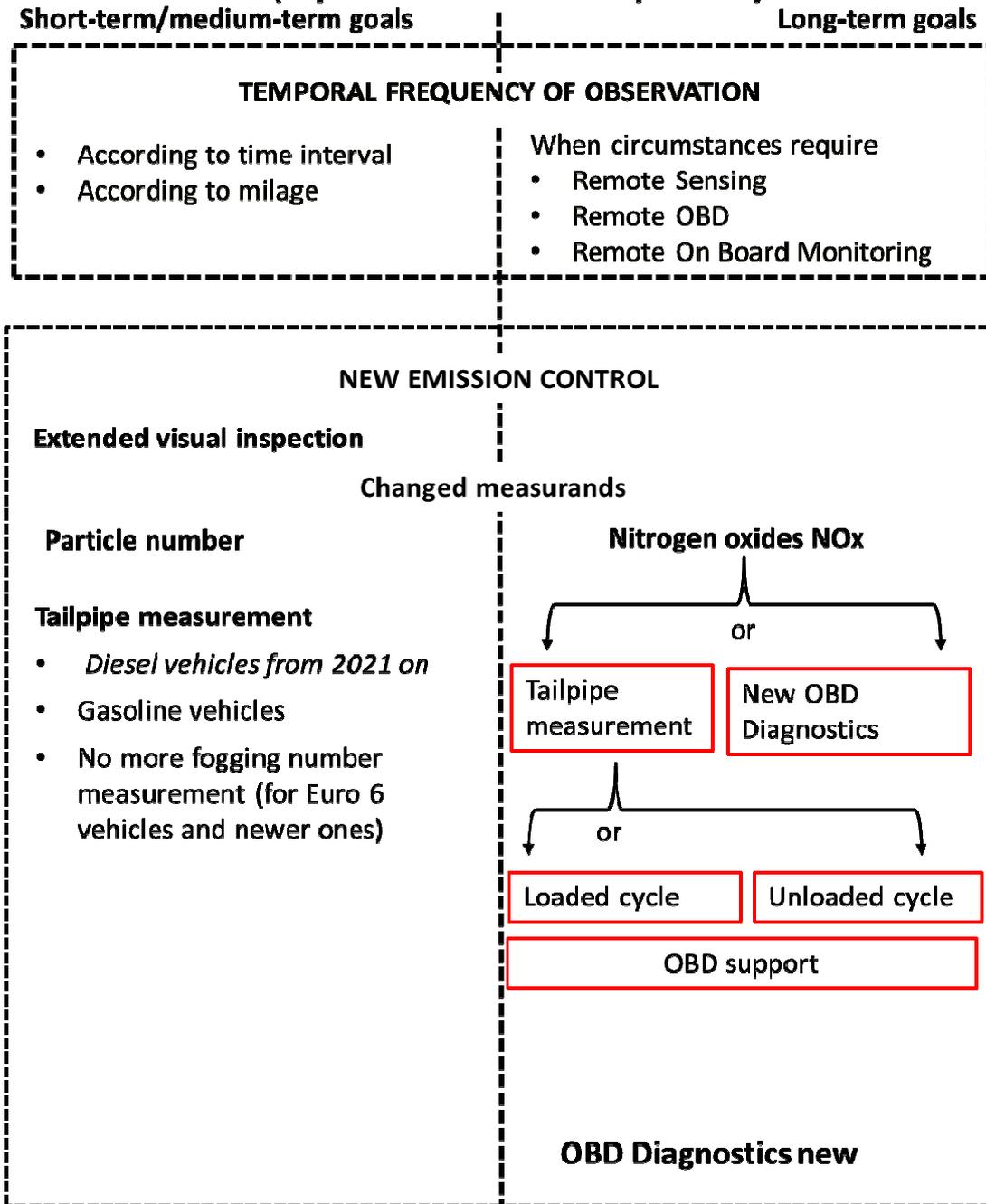


Figure 1: Overview of the proposed changes for a new emission control subdivided into short-term, medium-term and long-term goals

Proposals spanning a short and medium time horizon concern adapting the temporal frequency of emission control testing to how often the vehicle is used. An emission control interval at 30,000 km mileage would result in testing about every two years at an average mileage of 15,000 km per year. In addition, a testing interval of one year is proposed for mileages higher than 30,000 km per year. This is to prevent high-mileage vehicles from having to show up for emission control several times a year. However, vehicles should get tested at least every three years regardless of their mileage, since failures or malfunctions of components can occur in rarely used cars

as well. At any rate, vehicles with a mileage of 160,000 km or higher should undergo emission control once a year.

Table 1: Proposal for inspection intervals for a NEW EMISSION CONTROL

Inspection intervals for a NEW EMISSION CONTROL		
30,000 km	or	once a year (mielage >30,000 km per year)
or		
At least every three years (mileage <30.000km per year)		
Mileage<160,000km = emission control once a year		

It is proposed to continue with an extended visual inspection including simple dismantling work so that any existing manipulations can be recognized more easily.

As far as tailpipe testing is concerned, particle number measurement for diesel vehicles is planned to start in Germany in 2021. It is proposed to extend this measurement to gasoline vehicles as well. Figure 2 represents the PN emissions of current Euro 6d-Temp diesel and gasoline vehicles gathered from RDE tests performed at the FVT. The results clearly show that the particle number level of modern Otto DI engines exceeds the PN level of diesel engines. Thus, it seems reasonable to inspect the functionality of PN exhaust aftertreatment in Otto concepts.

This proposal would also include taking into consideration gasoline engines in the PN measurement methodology (measuring device requirement, testing procedure) since diesel and Otto concepts have their usual PN maxima in different particle diameter ranges.

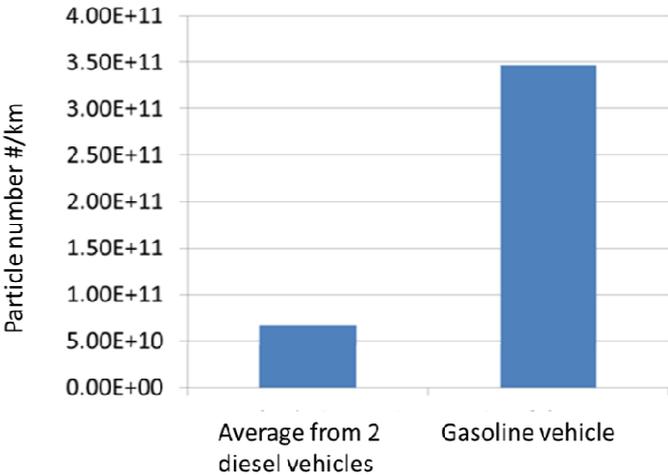


Figure 2: Comparison of PN emissions of current Euro 6d-Temp diesel and gasoline vehicles

By contrast, it could be discussed to drop the fogging number measurement.

Proposals spanning a longer time horizon refer to emission control testing when circumstances require. In this case, emission control would be performed only after anomalies had been detected by means of remote OBD or external remote sensing devices for emission measurement that were mounted alongside traffic routes.

One proposal spanning an even longer time frame refers to performing emission control based on on-board monitoring data. In doing so, errors could be recognized and remedied in advance and emission control could be performed by means of an appropriate OBD architecture and pre-simulation.

As far as NO_x emissions are concerned, an in-depth discussion is proposed on whether these values should be investigated by means of tailpipe testing (load-independent or load-dependent) or by means of advanced NO_x diagnostics.

Tailpipe measurement of NO_x emissions

Currently there are two proposals on this: a loaded measurement or an unloaded measurement at idle speed. A loaded measurement can either be performed on a chassis dynamometer or during real-life driving. Instead of a conventional emission test bench, a simplified load could possibly be applied via modified brake test stands. These test stands are already available for one main inspection. The major problem with real-life driving concepts lies in defining methods for solving the question of how such a short drive should be carried out.

To some extent, concepts involving unloaded measurements have not produced satisfying results in current inspections. In this case, it is proposed that vehicle manufacturers should have a say in NO_x concentrations at idle speed in type testing and later on make these values available for emission control. The values must then be observed in this emission control testing.

If the intent to carry out NO_x tailpipe testing is to be further pursued, it is at any rate necessary to develop comprehensive methods. What also needs to be discussed in this process is the possibility of vehicle conditioning prior to the measurement. Besides an appropriate temperature level in the exhaust aftertreatment plant, also the NH₃ fill level has a significant effect on the NO_x conversion rate, for instance in SCR catalysts. In order to be able to guarantee uniform conditioning prior to emission control testing, relevant control unit calibration could possibly be required. Developing such an application would have to be attributed to an OBD extension and undergo a complete approval procedure besides the actual development process.

NO_x monitoring by means of extended OBD diagnostics

A second approach in NO_x monitoring is that it is performed by means of improved and extended OBD diagnostics only. There is a lot of conflict in this area. In part, the current discussion shows no clear line towards the vehicle manufacturers. For one thing, one can sense basic mistrust, then again manufacturers are demanded to implement additional systems into their OBD architecture. This approach not only concerns the monitoring of NO_x emissions.

New OBD diagnostics

One main criticism on current OBD diagnostics is that the OBD outputs only little of the information that is available internally. Standards covering all manufacturers need to be drawn up so that more data can be read out in the emission control process. However, the current solutions in OBD systems resemble solutions that are specific and proprietary to individual manufacturers.

There are obvious weaknesses in the present OBD systems since functional testing is carried out in type test cycles on chassis dynamometers only. The first suggestion for improvement relates to the homologation of the OBD system. The system should be extended by means of road tests to ensure that a broad range of operating points

is covered. This would also be necessary for performing emission control testing when circumstances require.

A second proposal spanning a longer time frame is to extend the monitoring function of the OBD system. In addition, there should be the possibility of diagnostic jobs that can be carried out by the examiners during emission control testing. However, this would require individual technical solutions for each manufacturer and series. It needs to be discussed whether this added value is feasible and worth the expenses.

In any case, an extension of on-board diagnostics can be realized only in close co-operation with ECU developers.

In principle, now is a good time to contribute this kind of proposals on a new emission control procedure since first studies on emission legislation according to Euro 6 have been started.