SVT 2012

5. Sachverständigentag
5. und 6. März 2012

Zukünftige Abgasuntersuchungen bei Dieselfahrzeugen

Axel Richter, TÜV NORD Mobilität

Hans-Jürgen Mäurer, DEKRA

- **Inhalt**
  - **Einleitung**
  - **Inhalte der Studie der EU-Kommision**
    - **Messgeräteuntersuchungen**
    - **Abgasuntersuchungen an PKW und Motoren**
    - **Bewertung der Ergebnisse**
    - **Kosten-/Nutzenanalyse**
  - **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Einleitung

- Die Dieseltechnologie hat sich mit der Absenkung der Abgasnormen in den letzten Jahren wesentlich geändert.
- Mit der Einführung von Partikelfiltern, SCR-Systemen und Abgasrückführsystemen konnten die Schadstoffemissionen von Fahrzeugen mit Dieselmotor erheblich gesenkt werden.
- Durch die Einführung der On Board Diagnose (OBD) für Dieselfahrzeuge wurde das Ziel verfolgt, abgasrelevante Fehler zu erkennen und anzuzeigen.

Einleitung

- Im Fokus der Technologieentwicklung stand ebenfalls die Reduzierung des Kraftstoffverbrauches und damit der CO_2 – Emissionen.
- Die Stickoxidemissionen nehmen neben den Partikel - emissionen einen immer größeren Stellenwert in der Umweltbelastung durch Dieselfahrzeuge ein.
- Die EG-Richtlinie für die „Periodische Überwachung“ in Europa wurde aufgrund der geänderten Technologie und dem abgesenkten Schadstoffniveau nur unzureichend angepasst.
- Es fand eine Grenzwertabsenkung auf 1,5 m^{-1} statt.

Einleitung

- Mit der heutigen AU und den heutigen Messgeräten sind valide Ergebnisse zur Erkennung von auffälligen Fahrzeugen nicht mehr darstellbar.
- Es besteht die dringende Notwendigkeit die AU für Dieselfahrzeuge der heutigen Technologie anzupassen
- Im Rahmen des VdTÜV-/DEKRA-Projektes „Emission 2010“ wurden neue, genauere Messgeräte für die Messung der Opazität und des Partikelausstoßes in mg/m³ getestet.

Einleitung

- Die EU-Kommission hat die Notwendigkeit erkannt und nach einer öffentlichen Ausschreibung die CITA beauftragt, eine Studie durchzuführen.
- Es waren neben dem TÜV NORD und der DEKRA noch 7 weitere internationale Partner an der Studie beteiligt.
- Ziel der Studie war die Untersuchung von Messgeräten und Testverfahren für die Messung von NO-, NO_2- und Partikel-Emissionen während der „Periodischen Überwachung“ in Europa unter Kosten-/Nutzen-Gesichtspunkten.
- Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte der Studie wiedergegeben.

Messgeräteuntersuchungen (NO, NO_2)

NO, NO_2	Elektrochem. Sensoren	NDUV (non-dispersive ultraviolet spectroscopy)
Verfahren	chemisch	optisch
Genauigkeit	👍 *	👍
Linearität	👍 *	👍
Stabilität	👎	👍
Reproduzierbarkeit	👍 *	👍
Querempfindlichkeit andere Verbrennungskompon.	👍 *	👍
Dynamik	👎	👍

* = nicht alle untersuchten Geräte/Hersteller erfüllen die Anforderungen

NO-/ NO_2-Messgeräte

Elektrochemische Zellen ⇒ **weitere Optimierungen erforderlich**

- **Kalibrierung: bei kleinen Messwerten, min. 2-Punkt-Kalibrierung**
- **Stabilität bei Langzeitmessungen (insbesondere NO_2)**
- **Querempfindlichkeit zu anderen Verbrennungskomponenten (einige Instrumente funktionieren sehr gut !)**
- **Für dynamische Messprozeduren: Dynamik/Ansprechzeit**

NDUV - Gerät

- **Erfüllt alle untersuchten Kriterien !**
- **Evtl. Verbesserungsbedarf bei Dynamik/Ansprechzeit**

Messgeräteuntersuchungen PM

Partikel (PM)	LLSP (Laser light spectroscopy)	Opazimeter
Verfahren	optisch	optisch
Genauigkeit	👍 **	👎 ***
Linearität	👍	👍
Stabilität	👍	👍
Reproduzierbarkeit	👍	👎 ***
Dynamik	👍	👍

**
= derzeit kein Normal vorhanden, daher keine einheitliche Kalibrierung

***
= für Messwerte kleiner ca. 0,3 m^{-1} nicht gegeben

Partikelmessgeräte (LLSP)

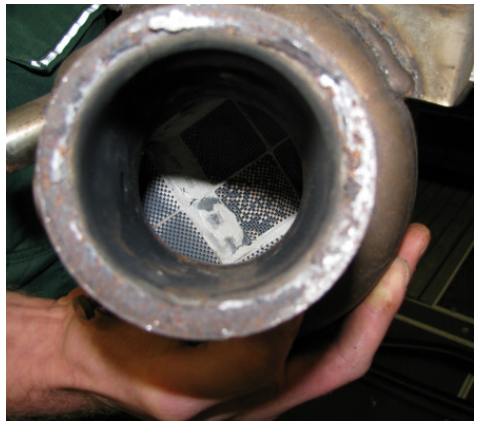
⇒ **Erfüllen alle untersuchten Kriterien !**

Offene Punkte sind:

- **Kalibrierung/Eichung:**
  ⇒ Ist aktuell in Arbeit, PTB in Zusammenarbeit mit Gerätehersteller
- **Korrelation zwischen mg/m^3 und m^{-1}**
  Aufgrund aktueller Gesetzgebung (EU, national)
  ⇒ Ist aktuell in Arbeit, PTB in Zusammenarbeit mit Gerätehersteller

Fahrzeugmessungen

- An 5 Fahrzeugen und einem NFZ-Motor wurden jeweils 3 Fehler mit Auswirkungen auf die PM- oder NOx-Emissionen untersucht
- z.T. wurden die Fehler nicht eingebaut, sondern stammen aus realen Kundenfahrzeugen:



- Weiterhin wurde jeweils der Ausgangszustand (i.O.) festgestellt.

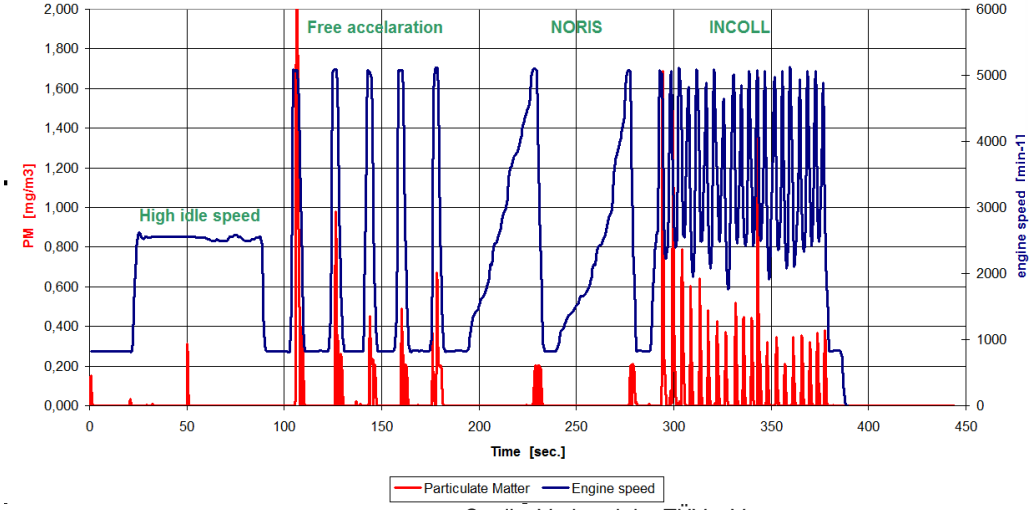
Fahrzeugmessungen

- **NEFZ:** jedes Fahrzeug wurde im Ausgangszustand sowie mit jedem Fehlerzustand gemessen
- **7x PTI-Methoden:** jedes Fahrzeug wurde im Ausgangszustand sowie mit jedem Fehlerzustand gemessen.
- $\Rightarrow$ Failure of omission/commission
- Die 7 PTI-Methoden wurden in einer Vorstudie/Teilprojekt ermittelt

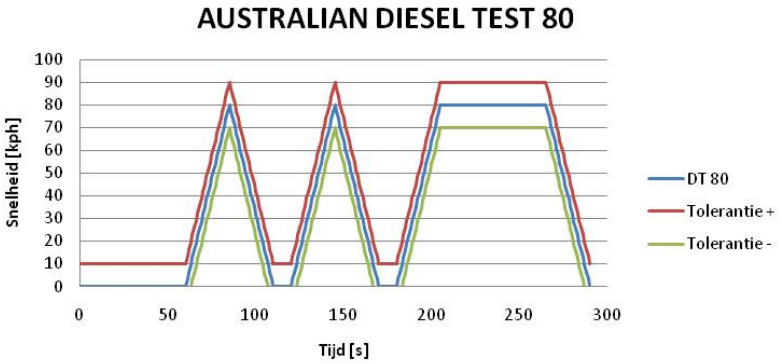
  - Leerlauftest
  - erhöhter Leerlauftest
  - freie Beschleunigung (“AU”)
  - Noris-A-Test
  - Incoll-Test
  - DT80-Test
  - AC5080-Test

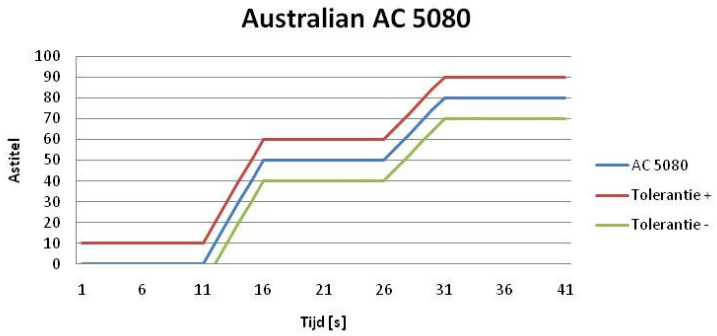
Fahrzeugmessungen

- **PKWs:** 20x NEFZ (Typprüfung) 140x PTI-Tests
- **NFZ:** 4x ESC, ELR, ETC (Typprüfung) 24x PTI-Tests



Quelle: Verband der TÜV e.V.





Fahrzeugmessungen - Ergebnis

- Die eingebauten Fehler führten zu einem Anstieg der NOx-Emissionen
- Das Verhältnis NO/NO_2 ist von verschiedenen Faktoren abhängig (u.A. Motorkennfeld, Abgasnachbehandlung). Eine eindeutige und zuverlässige Bewertung ist im Moment nicht gegeben (weitere Untersuchungen notwendig).
- OBD: im PKW-Bereich keine Erkennung der eingebauten Fehler
  NFZ: Erkennung der NOx-relevanten Fehler durch OBD möglich.

- Die eingebauten PM-relevanten Fehler wurden durch alle Messgeräte eindeutig und zuverlässig erkannt.
- Unter den untersuchten PTI-Methoden hat die “freie Beschleunigung” das beste “Nutzen-/Aufwand-Verhältnis”. Hierbei wurden auch Rollentest-Methoden untersucht !
- Voraussetzung: kann korrekt durchgeführt werden $\Rightarrow$ Drehzahlbegrenzung !
- OBD: keine Erkennung der eingebauten Fehler

Motormessungen

Ziel war hier die Erkennung von Fehlern durch die NO-/NO_2-Messung und nicht der Partikelemissionen.

- **Ein Motor:** Der Motor war mit einem SCR-System ausgerüstet.
- **Simulierte Fehler:** Unregelmäßige Dosierung von Urea, verdünntes Urea, kein Urea.
- **4 x PTI-Methoden:** Der Motor wurde im Ausgangszustand sowie mit jedem Fehlerzustand gemessen.
- Die 4 PTI-Methoden wurden in einer Vorstudie/Teilprojekt ermittelt

  - Leerlauftest
  - erhöhter Leerlauftest (2 Drehzahlen)
  - freie Beschleunigung (“AU”)

Motormessungen – Ergebnis

- Die Fehler führten zu einer Erhöhung der NO_X-Emissionen im ETC.
- Während der freien Beschleunigung und dem Leerlauftest konnte keine Erhöhung der NO_X-Emissionen festgestellt werden, da die Abgastemperaturen zu niedrig waren, um den vorgesehenen Betrieb des SCR-Systems zu gewährleisten.
- Die simulierten Fehler wurden durch das OBD-System erkannt.

Bewertung der Ergebnisse

- Die freie Beschleunigung in Verbindung mit den neuen Messgeräten zur Bestimmung der Partikelemissionen bzw. der Opazität erfüllt die Anforderungen zur Erkennung von hochemittierenden modernen Dieselfahrzeugen.
- Weitere Felduntersuchungen sind zur Absicherung der Ergebnisse notwendig.
- Die Einführung von typspezifischen Grenzwerten (Plakettenwerte in m^{-1}) ergibt eine weitere Verbesserung der Erkennung von hochemittierenden Fahrzeugen.
- Ein verlässliches Testverfahren im Rahmen der AU unter Einbeziehung der NO-, NO_2- oder NO_X-Emissionen konnte nicht idenifiziert werden.

Kosten-/Nutzenanalyse:

- Die Kosten-/Nutzenanalyse basiert auf einer im Rahmen des EU-Vorhaben “AUTOFORE” entwickelten und abgesicherten Methode.
- Grundlage der Berechnungen waren die in der Studie ermittelten Ergebnisse und Zulassungszahlen einschließlich der Fehlerraten im Rahmen der AU in den europäischen Ländern.

- Ergebnis
  - Der Nutzen liegt bei ca. 20 € pro getestetem Fahrzeug.
  - Die Strategie, die bestehenden Messgeräte durch die neuen Messgeräte für die Partikelemissionen innerhalb von 5 Jahren zu ersetzen, würde Kosten von 22 Mio. € verursachen. Der Kosten-/Nutzen-Faktor würde bei 39 liegen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Die freie Beschleunigung in Verbindung mit den neuen Messgeräten zur Bestimmung der Partikelemissionen bzw. der Opazität erfüllt die Anforderungen zur Erkennung von hochemittierenden, modernen Dieselfahrzeugen.
- Die Fehlersimulationen bei den Fahrzeugen wurden durch die OBD-Systeme nicht erkannt.
- Die Einführung von typspezifischen Grenzwerten (Plakettenwerte in m^{-1}) ergibt eine weitere Verbesserung der Erkennung von hochemittierenden Fahrzeugen und kann sofort umgesetzt werden.
- Ein verlässliches Testverfahren im Rahmen der AU unter Einbeziehung der NO-, NO_2- oder NO_X-Emissionen konnte nicht idenifiziert werden.

Schlussfolgerungen

- Es ist vorgesehen, die Ergebnisse der TEDDIE-Studie im nächsten TAC-Meeting zu präsentieren.
- Erwartet werden Änderungsvorschläge für die EU-Richtlinie 2010/48/EU von der EU-Kommission.
- Ein Projektteam “Emisson 2020” bestehend aus VdTÜV-Mitgliedern und DEKRA wird die zukünftigen Anforderungen an die AU definieren und Lösungsvorschläge erarbeiten.
- Innerhalb der CITA wird weiterhin aktiv durch DEKRA und TÜV NORD an der Weiterentwicklung der “Periodischen Überwachung der Abgasemissionen” mitgewirkt.