



**Untersuchungsbericht zur wissenschaftlichen
Bewertung der Katalysatoralterung an einem Langzeit-
Versuchsfahrzeug mit dem Verschleißschutzadditiv
V-Lube Valve Saver**



Erstellt von:

Dipl.-Wirtsch.-Ing (FH) Volker Witte

31.01.2014

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Institut Automotive Powertrain

Prof. Dr.-Ing. Thomas Heinze

Goebenstr. 40

D-66117 Saarbrücken

Inhaltsverzeichnis

I.	Abbildungsverzeichnis	III
1	Aufgabenstellung	1
2	Untersuchung	2
2.1	Bewertung der Emissionen im stationären Versuch	2
2.1.1	Versuchsdurchführung	2
2.1.2	Messmittel	2
2.2	Bewertung der Motorparameter im Fahrversuch	3
2.2.1	Versuchsdurchführung	3
2.2.2	Messmittel	3
3	Ergebnisse	4
3.1	Ansringtemperatur und Konvertierung	4
3.2	Regelgüte im Fahrversuch	5
4	Fazit	7

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: untersuchtes Fahrzeugmodell.....	1
Abbildung 2: vordere Probennahme	2
Abbildung 3: Verlauf von CO und HC beim Kaltstart.....	4
Abbildung 4: Lambdasondensignale im Fahrversuch	5

1 Aufgabenstellung

Bei der Nachrüstung eines alternativen Kraftstoffsystems muss dieses derart an den Motor angepasst werden, dass dieser den herstellereigenen Anforderungen entsprechend betrieben werden kann. Bei optimaler Anpassung bestehen immer noch Unterschiede aufgrund der unterschiedlichen chemischen Eigenschaften und vor allem der Brenneigenschaften des alternativen Kraftstoffes.

Im Rahmen der beauftragten Untersuchung wurden durch das Institut Automotive Powertrain der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes ein auf LPG / Flüssiggas umgerüstetes Fahrzeug untersucht. Bei LPG entstehen in der Regel höhere Belastungen an den Ladungswechselventilen. Das untersuchte Fahrzeug wurde in einem Langzeit-Fahrversuch mit einem Additiv zur Erhöhung der Standfestigkeit der Ventile (V-Lube LPG Valve Saver) und LPG als Kraftstoff betrieben und eine signifikante Verschleißreduktion konnte an dieser Stelle nachgewiesen werden.

Nun soll die Funktionsfähigkeit des katalytischen Konverters überprüft werden, um negative Einflüsse des Additivs auf dessen Lebensdauer einschätzen zu können.

Zu begutachten war ein Toyota Corolla Verso 1.8 VVT-i (94 kW/129 PS), ausgerüstet mit einem VSI-System der Firma Prins Autogassystemen B.V.



Abbildung 1: untersuchtes Fahrzeugmodell

Zum Untersuchungstermin hatte das Fahrzeug eine Laufleistung 148.000km erreicht, wovon das Fahrzeug 126.000 km mit LPG und dem Ventilschutz Additiv „V-Lube LPG Valve Saver“ betrieben wurde.

2 Untersuchung

2.1 Bewertung der Emissionen im stationären Versuch

Im stationären Versuch soll die untere Anspringtemperatur des Katalysators überprüft und eine Konvertierungsrate bestimmt werden.

2.1.1 Versuchsdurchführung

Im Versuch wird der kalte Motor gestartet und im Leerlauf laufen gelassen, während das Abgas an den Entnahmestellen vor und hinter dem Katalysator analysiert und aufgezeichnet wird bis sich ein thermisches Gleichgewicht einstellt. Anschließend wird die Motordrehzahl auf 3000 Umdrehungen pro Minute angehoben, um eine höhere Raumgeschwindigkeit bzw. einen höheren Abgasmassenstrom zu generieren, der den der eine potentielle Motorlast besser abbildet.

2.1.2 Messmittel

Die Erfassung der Abgaskomponenten erfolgte mit dem laboreigenen Analysesystem bestehend aus Non-dispersen Infrarotsensor (NDIR) zu Erfassung der Kohlenmonoxide und Kohlendioxide, einem Chemie-Lumineszenz-Detektor (CLD) zu Erfassung des Stickstoffoxide (NO_x) und einem Flammen-Ionisations-Detektor (FID) zur Erfassung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC). Darüber hinaus stand ein 5-Gase-Tester, der o.g. Schadstoffe über einen NDIR-Sensor und einen Sauerstoffsensoren ermittelt.

Durch die beiden Messsysteme konnten die Abgasproben vor und hinter dem Katalysator gleichzeitig analysiert werden, während die Oberflächentemperatur des Katalysators mitgeschrieben wurde. Durch Tauschen der Messstellen in einem Wiederholversuch wurden die Messwerte abgeglichen.

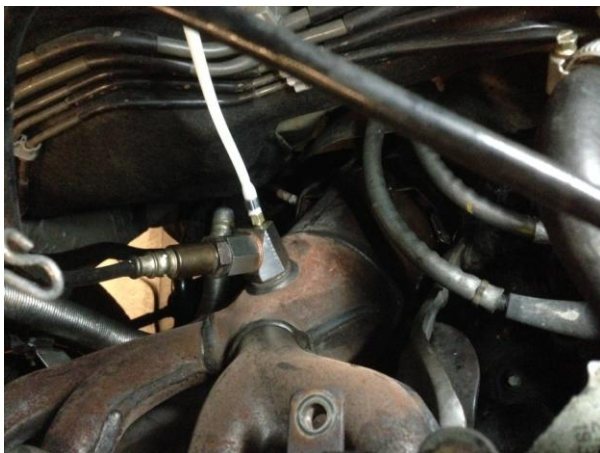


Abbildung 2: vordere Probennahme

Die Abgasproben wurden über einen Spezialadapter an den Positionen der serienmäßigen Lambdasonden entnommen.

2.2 Bewertung der Motorparameter im Fahrversuch

Ziel dieser Untersuchung ist das Aufdecken von Katalysatormängeln im Betrieb. Bei aktuellen Fahrzeugen, wie dem untersuchten Fahrzeug, wird die Fehlfunktion des Katalysators prinzipiell selbstständig erkannt. Durch die Verwendung von 2 Lambdasonden (vor und nach dem Katalysator) kann die Wirkung des Katalysators überprüft werden. Durch Aufzeichnen und fachkundiges Sichten der beiden Sondendaten können bereits Unregelmäßigkeiten erkannt werden bevor das Steuergerät einen Fehler meldet.

2.2.1 Versuchsdurchführung

Das Fahrzeug wird in mittleren Betriebspunkten bewegt, wobei gezielt Wechsel zwischen Vollast mit Anfettung, Schubbetrieb mit Kraftstoffabschaltung und Teillast mit geregelterm Betrieb gewechselt werden.

2.2.2 Messmittel

Die benötigten Messwerte wurden an der Fahrzeugdiagnoseschnittstelle (OBD – On-Board-Diagnose II) erfasst und mittels Datenlogger für eine anschließende Auswertung gespeichert.

3 Ergebnisse

3.1 Anspringtemperatur und Konvertierung

Im Kaltstartversuch zeigte sich, dass der Katalysator erwartungsgemäß zunächst keine Wirkung zeigt und diese dann bei der Erreichung der benötigten Betriebstemperatur einsetzt. Diese Anspringtemperatur konnte im Versuchsaufbau nicht genau ermittelt werden, da größere Modifikationen am Katalysator nötig wären, um entsprechende Temperatursensoren zu platzieren. Alternativ wurde ein Temperaturfühler an der Oberfläche des Katalysatorgehäuses angebracht und der zeitliche Verlauf betrachtet. Diese Informationen sind für die Bewertung der Funktionsfähigkeit des katalytischen Konverters vollkommen ausreichend, da Erfahrungswerte für den Anstieg der Temperatur vorliegen und auch die Zeit allein aussagekräftig ist. Mit ca. 55-60 Sekunden zum Einsetzen der Katalyse verhält sich der Prüfling normal.

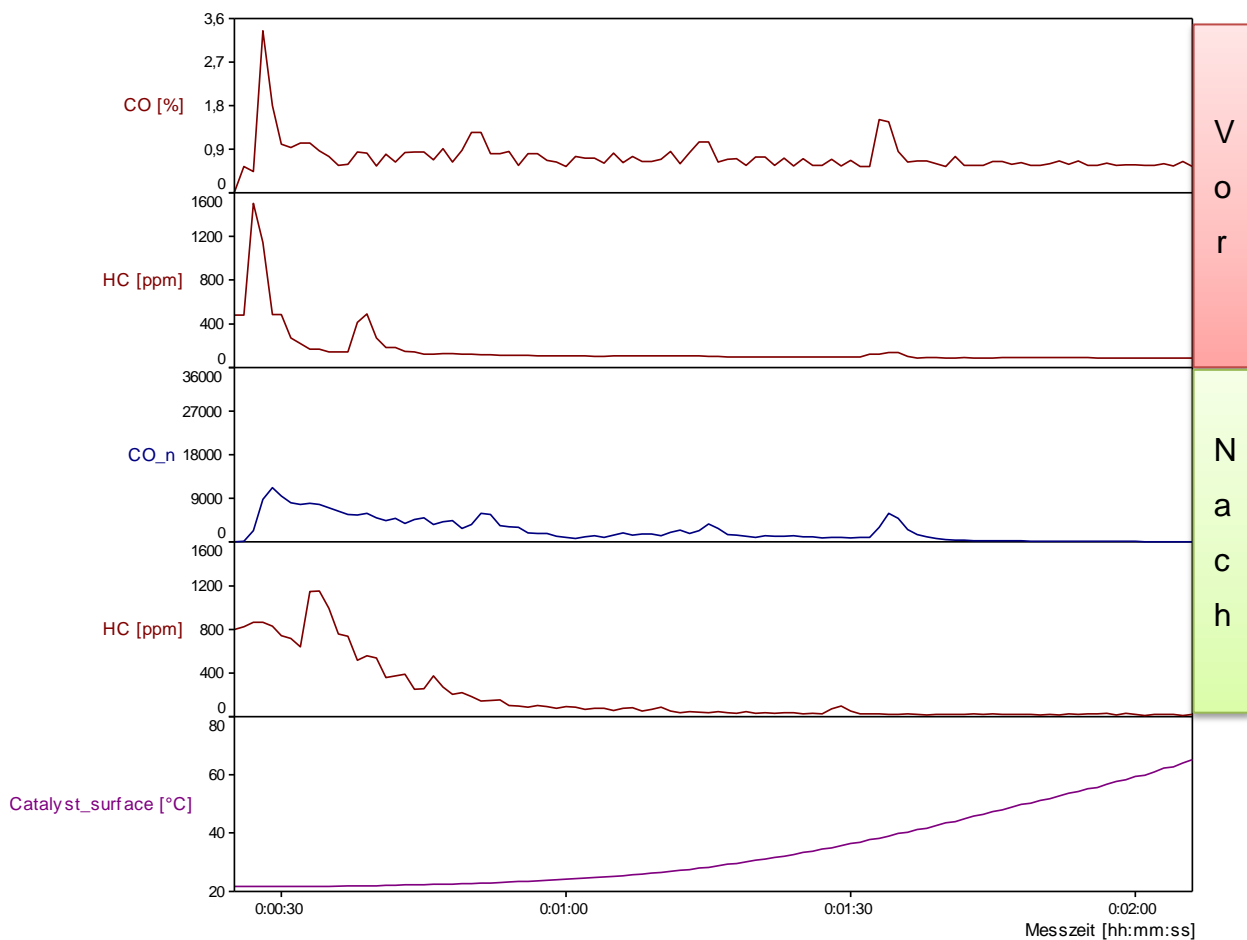


Abbildung 3: Verlauf von CO und HC beim Kaltstart

Im hinteren Viertel des dargestellten Zeitbereiches hat die Katalyse voll eingesetzt und aus den Unterschieden der Schadstoffniveaus ergibt sich die Konvertierungsrate. In diesem Fall ergibt sich ein Konvertierungsgrad von 80% für Kohlenmonoxid und ca. 85% für die Kohlenwasserstoffe.

Beim der Untersuchung mit erhöhter Drehzahl und erhöhtem Massenstrom fiel die Emission der unverbrannten Kohlenwasserstoffe schon innermotorisch auf einen sehr geringen Wert von 60ppm, sodass der mögliche Fehler der Abgasanalysatoren anteilig zu groß wäre um einen Konvertierungsgrad abzuleiten. Die Kohlenmonoxid Rohemission (Vor-Kat) lag mit 6200 ppm allerdings optimal im Messbereich und es ergab sich mit der der Emission der nachbehandelten Abgase von 45 ppm eine sehr gute Konvertierungsrate von über 99%.

Anhand der Kohlenmonoxid-Konvertierung kann abgeleitet werden, dass keine signifikanten partiellen Defekte oder Verschmutzungen vorliegen, wobei an dieser Stelle auf eine funktionsfähige Konvertierung der Kohlenwasserstoffe rückgeschlossen werden darf.

3.2 Regelgüte im Fahrversuch

Die Sichtung der Fahrversuchsdaten zeigte, dass der Katalysator voll funktionsfähig ist. In Abb.4 ist ein ausgewählter Teil dargestellt. Als Bezug zum Betriebsmodus ist in der dritte Reihe der Luftmasse dargestellt, die bei einem stöchiometrischen betriebem Ottomotor ein Äquivalent der Last darstellt.

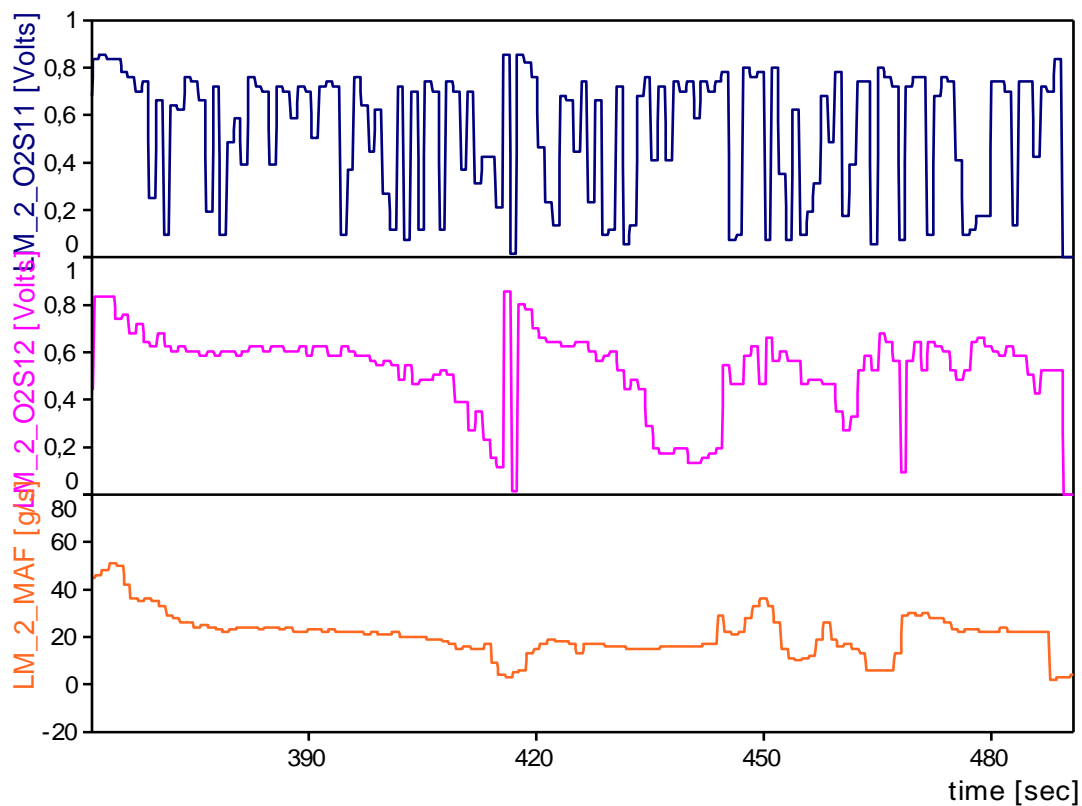


Abbildung 4: Lambdasondensignale im Fahrversuch

Die erste Reihe enthält das Signal der Sonde vor dem Katalysator und zeigt den typisch oszillierenden Verlauf einer Sprungsonde, die das Gemisch auf den Lambdawert 1 regelt. Das

3 Ergebnisse

zweite Signal stammt von einer baugleichen Sonde, die allerdings hinter dem Katalysator positioniert ist. Die Wirkungen der katalytischen Oberflächen und der Sauerstoff speichernden Teile des Katalysators führen zum Reagieren der unverbrannten Schadstoffe mit dem gespeicherten Sauerstoff, was zu einer Glättung des Nach-Kat-Signales gleichkommt. Der Vergleich beider Sprung-Lambdasonden vor und nach Katalysator zeigt, dass das Sauerstoffspeichervermögen (OSC) des Drei-Wege-Katalysators noch voll im funktionsfähigen Bereich liegt.

4 Fazit

Die Messergebnisse der Katalysatoruntersuchung durch die Abgasmessungen belegen, dass der Langstreckeneinsatz des Additivs V-Lube LPG Valve Saver über 126.000 km die Funktion des Katalysators nicht negativ beeinflusst haben. Die ermittelten Konvertierungsgrade sind positiv zu bewerten und zeigen auf, dass der Katalysator des Testfahrzeugs auch nach einem Langstrecken- /Langzeittest mit dem Additiv V-Lube LPG Valve Saver weiterhin funktionsfähig ist.

Ebenso bezeugt der Verlauf der Lambdasondensignale eine noch gute Sauerstoffspeicherkapazität des katalytischen Konverters. Die Signale der zweiten Sonde (nach-Kat-Lambdasonde) sind im geregelten Bereich im Vergleich zur ersten (vor-Kat-Lambdasonde) hinreichend stabil. Einzig im Schubbetrieb zeigt diese Sonde mageres Gemisch an, da der Motor an dieser Stelle die Kraftstoffzufuhr abschaltet und analog dazu sind kurze Phasen auf der zweiten Sonde mit Kraftstoffüberschuss zu erkennen, die sich aber durch die Vollastanforderung des Motormanagements erklären lassen und auch bei einem neuwertigen Katalysator auftreten würden.

In dieser Untersuchung konnte keine Fehlfunktion des katalytischen Konverters nachgewiesen werden. Somit konnten insbesondere in Anbetracht der hohen Laufleistung des Testfahrzeuges keine negativen Einflüsse des verwendeten Verschleißschutzadditivs V-Lube LPG Valve Saver auf das Abgasnachbehandlungssystem festgestellt werden.