

Umweltmanagement/NANO- Technologie

**Feldtest zur Emissionsreduzierung in Städten durch einen
Zusatzstoff auf Nano-Technologie Basis im Motoröl**

ID MoMa 50470
Version 1.0
Datum 2019-01-18



Impressum

FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH
Wintergartenstraße 4
01307 Dresden

Dipl.-Ing. Frank Rexhäuser
Fachbereich Vorentwicklung Prüftechnologien

Tel.: +49 351 652 888-0

Fax: +49 351 652 888-22

Web: www.fsd-web.de

E-Mail: sekretariat@fsd-web.de



Inhalt

1	Kurzfassung	5
2	Motivation	7
2.1	Ausgangssituation	7
2.2	Probleme/Grenzen	7
2.3	Projektziel.....	7
3	Untersuchung	8
3.1	Vorbetrachtung	8
3.1.1	Untersuchungsfahrzeuge	8
3.1.2	Verwendete Messmittel und Diagnosetools	8
3.1.3	Ablauf der Untersuchung.....	8
3.2	Durchführung der Untersuchung	9
4	Auswertung der Untersuchung	10
4.1	Analyse der PEMS-Stadtfahrten.....	10
4.2	Trendanalyse.....	11
5	Zusammenfassung und Ausblick	12



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 NO _x und CO ₂ Minderung	5
Abb. 2 Beispiel AVL PEMS.....	8
Abb. 3 Ablauf der Untersuchung je Fahrzeug.....	8
Abb. 4 Darstellung der Messstrecke in Google Maps.....	9
Abb. 5 Vergleich der NO _x -Emissionen der Untersuchungsfahrzeugen vor und nach Nano-Behandlung.....	10
Abb. 6 Vergleich der CO ₂ -Emissionen der Untersuchungsfahrzeugen vor und nach Nano-Behandlung	10
Abb. 7 Vergleich der durchschnittlichen NO _x -Emissionen der Untersuchungsfahrzeugen vor und nach Nano-Behandlung	11

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Untersuchungsfahrzeuge aus dem Fuhrpark der FSD GmbH.....	8
Tab. 2 Anteile der verschiedenen Streckentypen an der Messstrecke.....	9
Tab. 3 Status der durchgeführten Messungen an den Untersuchungsfahrzeugen	9
Tab. 4 Übersicht der gemessenen Veränderungen je Messfahrttyp.....	11



1 Kurzfassung

Durch die unerwarteten deutlichen Ergebnisse (NO_x-Reduzierung um ca. 30%, CO₂-Einsparung um ca. 10%) eines ersten Versuches, mit einem PKW im Realbetrieb, wurde ein zweiter Test mit mehreren PKW in Dresden durchgeführt. Hier soll das Potenzial der Nanotechnologie, zur Reduktion von Stickoxid-Emissionen von im Betrieb befindlichen Fahrzeugen im Stadtverkehr, bewertet werden.

Es wurden auf einer definierten Strecke mehrere Fahrten im Raum Dresden durchgeführt. Zur Emissionsmessung wurde ein AVL- Portable Emissions Measurement System (PEMS) genutzt. An 7 Fahrzeugen mit unterschiedlicher Dieselmotorisierung wurden jeweils drei Eingangsmessungen und drei Ausgangsmessungen mit einander verglichen. Beim Auswerten der Messfahrten ergab sich jedoch, dass es aufgrund von Verkehrsschwankungen, Probleme mit der Vergleichbarkeit gibt. Somit wurden alle Messfahrten gemittelt und danach miteinander verglichen.

In Abbildung 1 wird die gemittelte NO_x-Reduzierung und die gemittelte CO₂-Einsparung je Fahrzeug in % dargestellt.

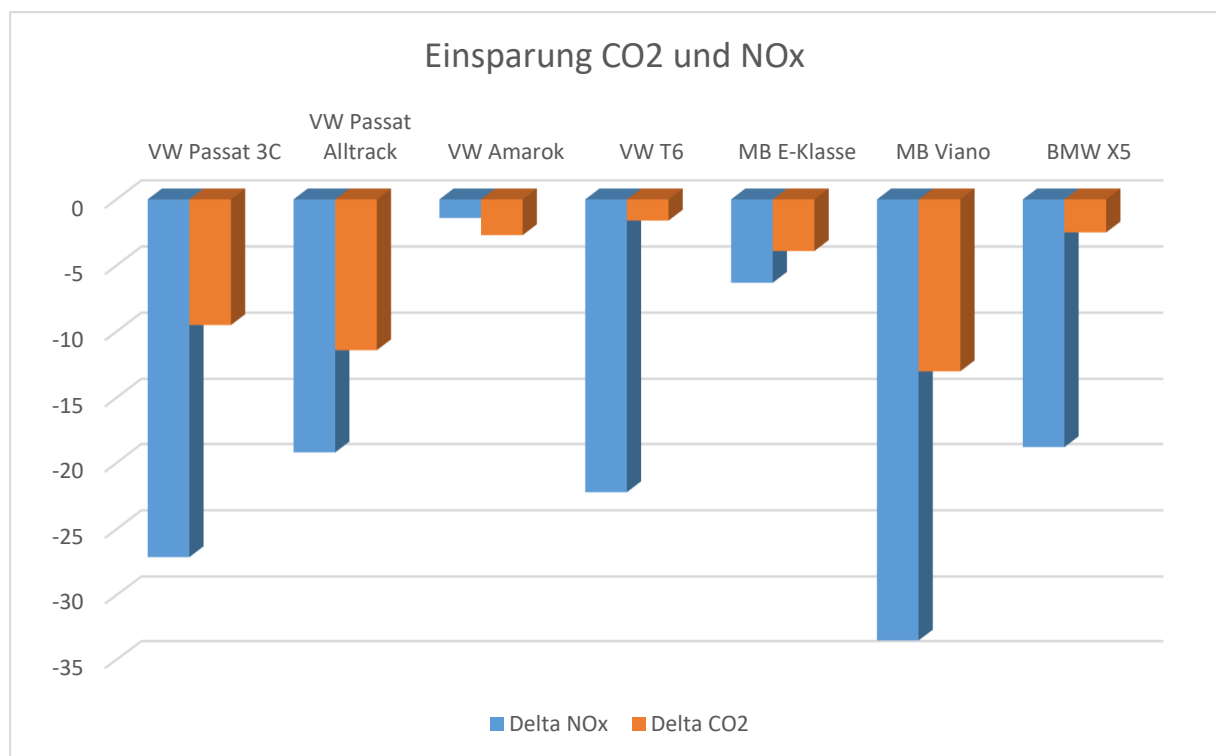


Abb. 1 NO_x und CO₂ Minderung

Durch sehr starke Schwankungen der Umweltbedingungen, wie Verkehrsaufkommen, Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw. lässt sich kein konkreter Wert für die Wirksamkeit der Nanotechnologie zur Emissionsreduzierung benennen. Hierfür müsste eine Vielzahl an Testfahrten stattfinden, um eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zu erreichen. Somit kann keine qualitative Aussage getroffen werden, in wie weit sich die Technologie auf die Emissionsbelastung in Städten auswirken kann.

Allerdings lässt sich ein eindeutiger Trend bei allen getesteten Fahrzeugen feststellen. An allen untersuchten Fahrzeugen konnte eine NO_x-Reduzierung und CO₂-Einsparung beobachtet werden. Diese schwankte je nach Fahrzeug und Umgebungsbedingungen mehr oder weniger deutlich. Im Mittel ergab sich eine NO_x-Reduzierung um 14,5% und eine CO₂-Einsparung um 5,6%. Anhand dieser Ergebnisse wird empfohlen, diese Technologie weiter zu untersuchen. Durch den überschaubaren finanziellen Aufwand, im Vergleich zu Nachrüstlösungen und Fahrverboten, könnte hier ein weiterer Beitrag zur Emissionsminderung geleistet werden.



Laut Anbieter der Nanotechnologie soll ein Reinigungs- und Schutzeffekt durch Verwendung ihres Produktes für von Verkokung betroffener Bauteile eintreten. Dies konnte im ersten Versuch zur Nanotechnologie für den Brennraum beobachtet werden. Hier lösten sich Verkokungen und es kam zu einer Erhöhung des Kompressionsdruckes, dass auf dem beschriebenen Effekt zurückzuführen ist. Sollte dies auch an wartungsintensiven Bauteilen, wie z.B. dem Abgasrückführungsventil, eintreten, kann dies zu deutlich geringeren Wartungsaufwänden führen. Dies wäre ein weiterer positiver Effekt für den Endkunden, der durch Softwareupdates an seinem im Verkehr befindlichen Fahrzeug mit höheren Wartungskosten rechnen muss.



2 Motivation

2.1 Ausgangssituation

Die FSD – Zentrale Stelle hat im Zusammenhang mit den Entwicklungsarbeiten zu den Prüfverfahren zur Feststellung von Manipulationen am Motormanagement auch die Wirkung des Zusatzes eines bestimmten Nanogemisches in das Motoröl von Dieselmotoren untersucht.

Die Ergebnisse erster Versuche lassen auf eine signifikante und nachhaltige Reduzierung der NO_x-Emissionen um bis zu 30 % schließen. Gleichzeitig kam es zu einer CO₂-Einsparung von bis zu 10 %.

2.2 Probleme/Grenzen

Zu hohe NO_x-Emissionswerte in Städten und Ballungsgebieten führten dazu, dass ein Fahrverbot von Dieselfahrzeugen ausgesprochen werden kann und teilweise auf bestimmten Strecken bereits durchgesetzt wurde. Hinzu kommt die Diskussion über SCR Nachrüstlösungen finanziert durch Bund und Länder und damit eine hohe Belastung für den Steuerzahler.

2.3 Projektziel

Ziel der Untersuchungen ist es, eine Abschätzung treffen ob Software-Updates kombiniert mit dem Einsatz von bestimmten Nanogemischen im Motoröl geeignet sind signifikant zur Reduzierung der NO_x-Emissionen von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen mit Dieselmotoren beizutragen.

Sollten sich die Ergebnisse aus dem „FSD Nanotechnologie Projekt 1“ bestätigen, könnten NO_x- und CO₂-Emissionen schnell, einfach, finanziell überschaubar und nachhaltig gesenkt werden.



3 Untersuchung

3.1 Vorbetrachtung

3.1.1 Untersuchungsfahrzeuge

Im Rahmen der Untersuchung sind Messungen an 7 Fahrzeugen geplant. Dabei sollen alle Fahrzeuge mittels Realfahrten im Raum Dresden mit dem mobilen Abgasmesssystem AVL PEMS untersucht werden.

Klasse	Fahrzeugmodell	Hubraum [ccm]	Zylinder	Euro Stufe	SCR	Kraftstoff
<i>PEMS Stadtfahrten</i>						
M1	MB Viano	2987	V6	Euro 5	nein	Diesel
	MB E-Klasse	2143	R4	Euro 5	nein	Diesel
	VW Passat 3C	1968	R4	Euro 5	nein	Diesel
	VW Passat 3C Alltrack	1968	R4	Euro 5	nein	Diesel
	VW T6	1968	R4	Euro 6	ja	Diesel
M1G	BMW X5 X70	2993	R6	98/69/EG III;B	nein	Diesel
N1G	VW Amarok	1968	R4	Euro 5	nein	Diesel

Tab. 1 Untersuchungsfahrzeuge aus dem Fuhrpark der FSD GmbH

3.1.2 Verwendete Messmittel und Diagnosetools

Als portables Abgasmesssystem wurden die AVL Systeme „GAS PEMS iS“ und „PN PEMS iS“ genutzt.



Abb. 2 Beispiel AVL PEMS

3.1.3 Ablauf der Untersuchung

Die Untersuchung erfolgte in sechs Etappen. Der Ablauf ist in Abb. 1 dargestellt.



Abb. 3 Ablauf der Untersuchung je Fahrzeug

Die Messstrecke (Abb. 3) wurde an einen RDE-Test angelehnt. Es wurde jedoch ein erhöhter Anteil in der Stadt gewählt, um eine Aussage zu treffen, in wie weit sich die Umweltbelastungen in Städten durch den Effekt von der Nanotechnologie mindern können.



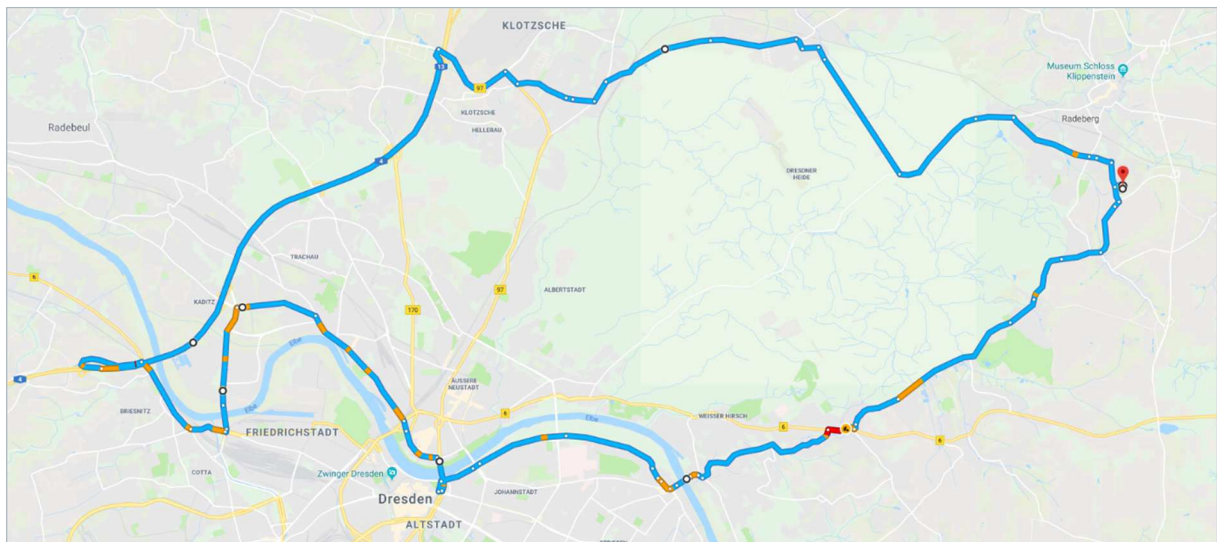


Abb. 4 Darstellung der Messstrecke in Google Maps

Streckentyp	Streckenlänge	Anteil
Autobahn	~10 km	18,5 %
Landstraße	~12 km	22,2 %
Innerorts	~32 km	59,3 %
Gesamt	~54 km	100%

Tab. 2 Anteile der verschiedenen Streckentypen an der Messstrecke

3.2 Durchführung der Untersuchung

Nach Abschluss der Messfahrten sind in Tab. 5 die durchgeführten bzw. davon verwendbaren Fahrten aufgezeigt.

Fahrzeug	Eingangsmessung verwertbare/durchgeführte Fahrten	Ausgangsmessung verwertbare/durchgeführte Fahrten
BMW X5 X70	3/3	2/3
MB Viano	2/3	3/3
MB E-Klasse	3/3	3/3
VW Passat 3C Alltrack	2/4	3/3
VW T6	2/3	2/4
VW Amarok	2/3	3/4
VW Passat 3C	3/3	3/3

Tab. 3 Status der durchgeführten Messungen an den Untersuchungsfahrzeugen

Dabei wurden einzelne Fahrten nicht in die Auswertung einbezogen, da die Regenerationen des Dieselpartikelfilters während der Prüffahrt stattfanden. Die Bewertung, ob eine Regeneration während der Prüffahrt stattgefunden hat, wurde anhand des Verlaufs der Partikelemission (PN) vorgenommen. Es wurde sichergestellt, dass alle Messdaten korrekt aufgezeichnet und in der Auswertesoftware *AVL Concerto V4.8* berechnet wurden.



4 Auswertung der Untersuchung

4.1 Analyse der PEMS-Stadtfahrten

In Abb. 4 sind die gemittelten NO_x-Emissionen der Eingangs- und Ausgangsmessungen dargestellt. Bei allen untersuchten Fahrzeugen konnte eine Reduzierung der NO_x-Emissionen festgestellt werden. Die tatsächlichen Änderungen je Fahrzeug weisen jedoch hohe Unterschiede auf und lassen keine qualitative Bewertung zu. Besonders deutlich wird dies bei den VW-Fahrzeugen Passat 3C, Passat Alltrack und Amarok. Alle drei Fahrzeuge haben die gleiche Motorvariante und Abgasnorm. Die Reduzierung der NO_x-Emissionen schwankt jedoch von 27% beim Passat 3C bis zu lediglich 1,4 % am Amarok. Eine Begründung dieser deutlichen Abweichungen kann mit der geringen Anzahl an Versuchen nicht getroffen werden.

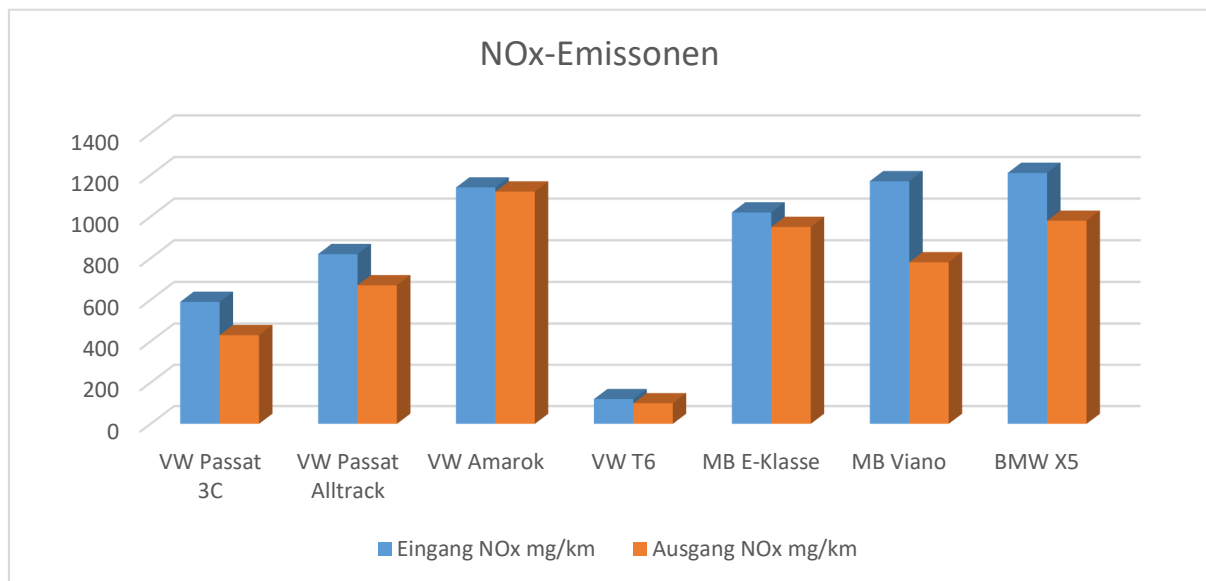


Abb. 5 Vergleich der NO_x-Emissionen der Untersuchungsfahrzeuge vor und nach Nano-Behandlung

Die Auswertung der CO₂-Emissionen (Abb. 6) ergibt ähnliche Ergebnisse und lassen auch hier keine qualitative Aussage zu. Eine gleichzeitige Reduzierung von NO_x- und CO₂-Emissionen kann nur durch einen höheren Wirkungsgrad begründet werden. Somit scheint die Nanotechnologie weniger Reibung, bzw. einen Reinigungseffekt auszulösen.

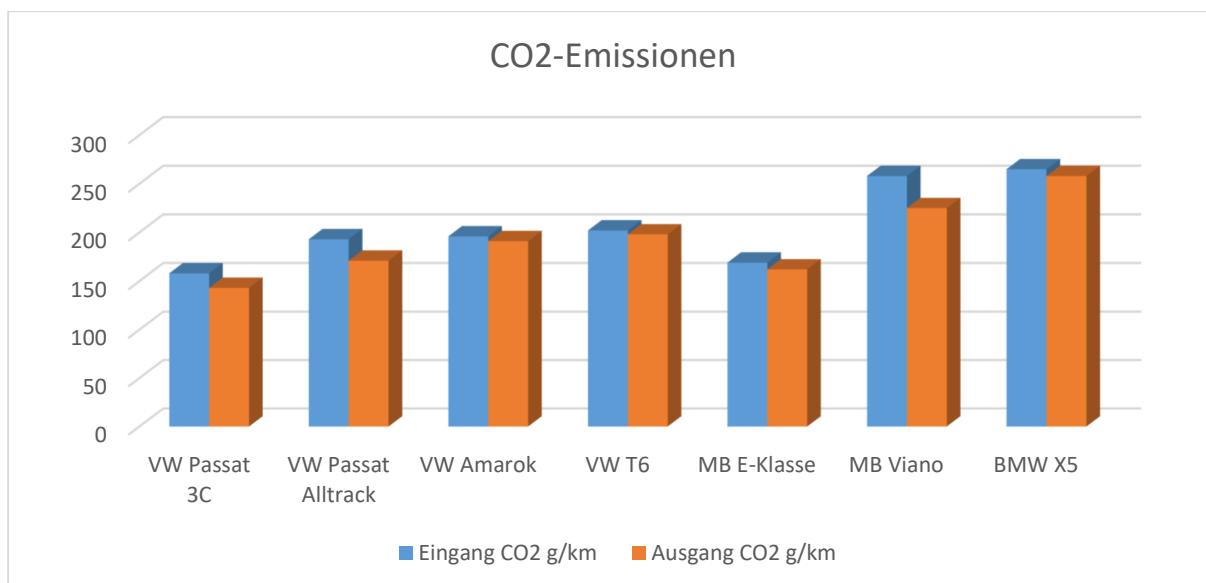


Abb. 6 Vergleich der CO₂-Emissionen der Untersuchungsfahrzeuge vor und nach Nano-Behandlung

In Abbildung 7 werden die Emissionsreduzierung beider betrachteter Schadstoffe zusammen dargestellt.

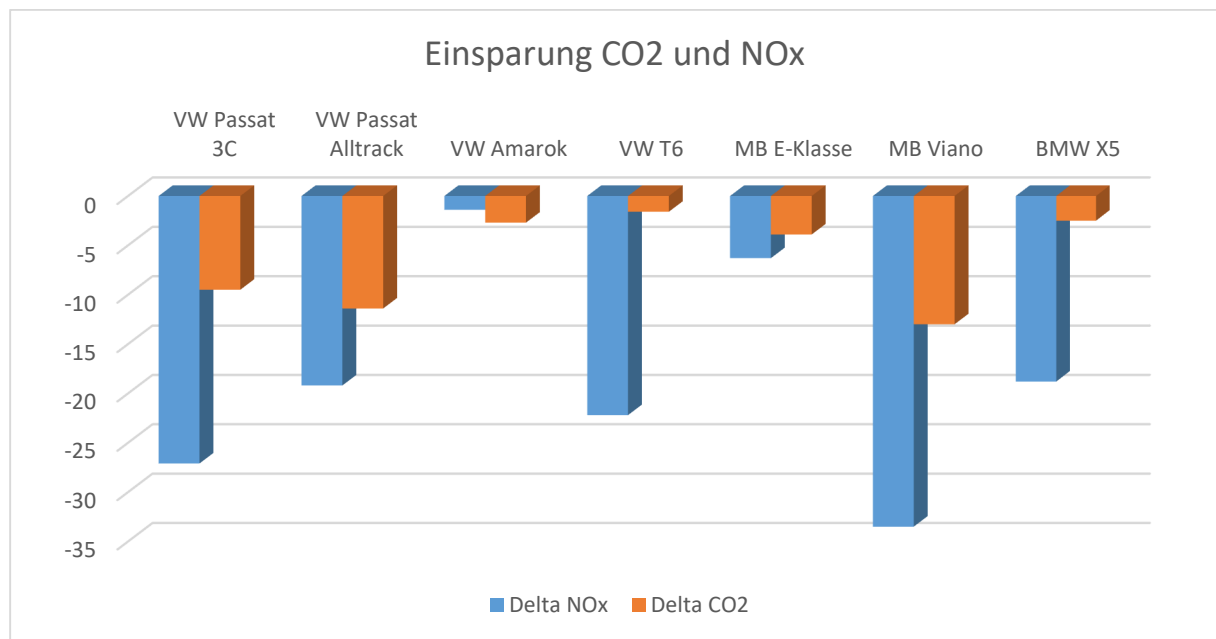


Abb. 7 Vergleich der durchschnittlichen NO_x-Emissionen der Untersuchungsfahrzeuge vor und nach Nano-Behandlung

Es ist zu erkennen, dass beim Betrachten der Durchschnittswerte zwar eine allgemeingültige Verringerung der CO₂- und NO_x-Emissionen bestätigt werden kann. Die starken Abweichungen verhindern jedoch eine Verallgemeinerung des Effektes der Nanotechnologie. Die Streuung unter den Fahrzeugen lässt sich nur anhand der Stadtfahrten mit ihren Umwelteinflüssen erklären. Aufgrund unterschiedlichem Einflüsse, wie Verkehrsaufkommen, Wetter usw., wäre nur eine Auswertung auf Basis einer Wahrscheinlichkeitsverteilung aussagefähig. Die geringe Anzahl der hier vorgenommenen Messungen lässt dies allerdings nicht zu.

4.2 Trendanalyse

Für eine Trendanalyse wurden alle Ergebnisse aus den vorherigen Kapiteln zusammengefasst. Aufgrund starker Streuungen der Ergebnisse, wurden zusätzlich gezielt Einfahrten bei vergleichbaren Umweltbedingungen ausgewertet. Auch bei dieser Auswertungsmethode kam es zu starken Unterschieden zwischen den Fahrzeugen. Die zusammengefassten Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Messgröße	Realfahrten	
	Vergleich aller verwertbarer Fahrten	Vergleich bei ähnlicher Ø Geschw.
CO ₂ [g/km]	- 5,6 %	- 4,0 %
NO _x [mg/km]	- 14,5 %	- 6,0 %

Tab. 4 Übersicht der gemessenen Veränderungen je Messfahrtyp

Diese Ergebnisse dienen einer Trendanalyse. Hier deutet sich, trotz starker Schwankungen in den Einzelmessungen, eine signifikante Verbesserung der betrachteten Emissionen an.



5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch den zweiten Versuch mit mehreren Fahrzeugen im Raum Dresden lassen sich die Emissionsverringerungen durch die Nanotechnologie bestätigen. Wurden im ersten Versuch, mit einem Fahrzeug, signifikante reproduzierbare Werte bei der NO_x -Reduzierung von ca. 30% und CO_2 -Einsparung von ca. 10% erreicht, konnten diese Reduzierungen in ihrer Höhe nicht bei allen Fahrzeugen nachgewiesen werden.

Dies kann durch ein neues Fahrprofil (Stadtverkehr) und durch die stark schwankenden Umwelteinflüsse begründet werden. Somit lässt sich kein konkreter Wert für die jeweiligen betrachteten Emissionsminderungen benennen, sondern nur ein Trend ableiten. Dieser Trend zeigt wie im ersten Versuch ein signifikantes Potential zur Emissionsminderung von NO_x - und CO_2 -Emissionen. In wie weit dieser Anteil Auswirkungen auf die Luftqualität in den Städten haben kann und somit auch Fahrverbote verhindern könnte, kann mit einer so geringen Anzahl von Versuchen nicht abgeschätzt werden. Da aber selbst an einem Euro 6 Fahrzeug mit AdBlue®-System Verbesserungen nachgewiesen werden konnten, wäre hier ein Ansatz, einen nachhaltigen Beitrag zu weniger NO_x - und CO_2 -Emissionen zu leisten.

Ein im ersten Versuch teilweise nachgewiesener Reinigungs- und Schutzeffekt der Nanotechnologie, kann zusätzlich zur Einsparung an Wartungsaufwand und Kosten beitragen. Es ist zu erwarten, dass nach Softwareupdates die Belastungen und Verunreinigungen von Bauteilen zunehmen werden. Dies wiederum kann zu Totalausfällen der betroffenen Systeme (z.B. Abgasrückführung) führen und somit hohe Kosten für den Fahrzeughalter verursachen.

Es wird empfohlen diese Technologie weiter wissenschaftlich (evtl. auf diversen Prüfständen) zu untersuchen. Sollten sich auch hier die positiven Ergebnisse der Emissionsminderung und der Wartungsminderung belegen lassen, könnte mit geringem finanziellen Aufwand Einfluss auf bereits im Verkehr befindliche Fahrzeuge genommen werden.

