

000026

**UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT
NATURSCHUTZ UND
REAKTORSICHERHEIT**
- Luftreinhaltung -

Umweltbundesamt
UFOPLAN-Nr. 205 45 126

**Feldüberwachung VII
von Otto- und Diesel Pkw und leichten Nfz
der Grenzwertstufen EURO3, D4 und EURO4:
Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen
zu den Schadstoffemissionen
und der Kfz-Geräuschvorschriften
sowie zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren**

- Abschlussbericht: Teil 1, Schadstoffemissionen -

von

Helge Schmidt



Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität
Antrieb/Emissionen
PKW/Kraftrad

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

000027

Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer	2. Abschlussbericht	3.
4. Titel des Berichts Feldüberwachung VII von Otto- und Diesel Pkw und leichten Nfz der Grenzwertstufen EURO3, D4 und EURO4: Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen zu den Schadstoffemissionen und der Kfz-Geräuschvorschriften sowie zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren - Teil 1, Schadstoffemissionen		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Schmidt, Helge		8. Datum des Berichts 30.11.2009
		9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) TÜV Nord Mobilität GmbH & Co. KG Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität Adlerstr. 7, 45307 Essen		10. UFOPLAN - Nr. 205 45 126
		11. Seitenzahl 80 + Anhang
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau		12. Literaturangaben 23
15. Zusätzliche Angaben -		13. Tabellen und Diagramme 21
		14. Abbildungen 48
16. Kurzfassung <p>Bei der Feldüberwachung werden Fahrzeuge aus dem Verkehr in einem vollständigen Testverfahren entsprechend dem Typprüfzyklus hinsichtlich der Abgasemissionen untersucht. Ziel der Feldüberwachung ist die Erkennung typspezifischer und konstruktionsbedingter Mängel oder unzureichender Wartungsvorschriften. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde zusätzlich zu den Abgasemissionen der Kraftstoffverbrauch ermittelt. Bei einem Fahrzeug je Typ mit Fremdzündungsmotor wurden die Verdunstungsemissionen ermittelt und untersucht, ob in bestimmten Betriebspunkten von der stöchiometrischen Verbrennung abgewichen wurde.</p> <p>In diesem Forschungsvorhabens wurden insgesamt 5 Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor und 6 Typen mit Kompressionszündungsmotor überprüft. Bei einem Fahrzeugtyp mit Fremdzündungsmotor und bei 4 Typen mit Kompressionszündungsmotor wurden im Anlieferungszustand die bei der Typprüfung relevanten Grenzwerte von einzelnen Fahrzeugen überschritten. Zusätzlich wurde bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor der Grenzwert für die Verdunstungsemissionen nicht eingehalten.</p>		
17. Schlagwörter Feldüberwachung, Abgasemissionen, Vollastanreicherung, nicht limitierte Schadstoffe, Verdunstungsemissionen		
18. Preis	19.	20.

000028

Report

1. Report no.	2. Report	3.
4. Report Title Determination of pollutants limited by law emitted by vehicles in traffic (In-Use Compliance Testing 7) Part 1. exhaust emissions		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Schmidt, Helge		8. Report Date 30.11.2009
		9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address) TÜVNORD Mobilität, Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität Adlerstrasse 7 D-45307 Essen		10. UFOPLAN – Ref.-No. 205 45 126
		11. No. of Pages 80 + Annex
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau		12. No. of References 23
15. Supplementary Notes -		13. No. of Tables, Diagrammes 21
		14. No. of Figures 48
16. Abstract During this In-Use compliance testing programme the exhaust emissions of passenger cars and light duty vehicles in traffic were measured under type approval conditions. Additional the fuel consumption was determined. Full load tests were carried out to check if there is a deviation from stoichiometric combustion in certain operational areas. Additional evaporative emissions were measured at gasoline cars. The aim of these investigations was the detection of type specific defects, design faults and inadequate maintenance regulations. During this In-Use compliance testing programme the exhaust emissions of 5 vehicle types equipped with gasoline engine and 6 types with compression ignition engine were tested. The type approval limits were exceeded of vehicles of one type with gasoline and four types with diesel engine in as delivered condition. At on vehicle type the evaporative emissions exceeded the limit.		
17. Keywords In-Use compliance, field monitoring, exhaust emissions, full-load-enrichment, non limited emissions, evaporative emissions		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1	<u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</u>	3
2	<u>EINLEITUNG</u>	5
3	<u>PROJEKTABWICKLUNG</u>	10
3.1	Untersuchungsprogramm	10
3.2	Fahrzeugauswahl	11
3.3	Durchführung der Untersuchungen	18
3.4	Bewertung einer Stichprobe gemäß Richtlinie 98/69/EG	25
4	<u>DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE</u>	28
4.1	Abgasemissionen im Zertifizierungstest	28
4.1.1	VERGLEICH DER EMISSIONEN MIT DEN GRENZWERTEN BEI DER TYPGENEHMIGUNG	28
4.1.2	BEWERTUNG DER ABGASEMISSIONEN IM TYPPRÜFZYKLUS	42
4.2	Kohlendioxidemissionen und Kraftstoffverbrauch	47
4.3	Abgasemissionen in den zusätzlichen Fahrzyklen	50
4.4	Verdunstungsemissionen	59
4.5	Vollastanreicherung	60
4.6	Zusätzliche Messungen zum Thema Kraftstoffverbrauch	65
5	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	73
6	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	79
7	<u>ANHANG</u>	81

Typberichte:

Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor:

BMW 116i
HONDA Jazz
OPEL Vectra-C 1,8l
SKODA Fabia 1.4l
VOLKSWAGEN Golf 1.6l

Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungs-
motor:

AUDI A4 TDI
DAIMLER-CHRYSLER C200CDI
DAIMLER-CHRYSLER Vaneo
OPEL Corsa
TOYOTA Avenir
VOLKSWAGEN Touran TDI

1 **Abkürzungsverzeichnis**

A4, A5	Automatisches Getriebe mit 4 bzw. 5 Gängen
ABE	Allgemeine Betriebserlaubnis
ASN	Aufbauergänzungsschlüsselnummer
AU	periodische Abgasuntersuchung
BlmSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
CADC	Common Artemis Driving Cycle; Fahrzyklus für Emissionsfaktormodellierung
CI	Compression Ignition; Kompressionszündungsmotor
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
COP	Conformity of Production; Überprüfung der Serienproduktion hinsichtlich Abgasemissionen
CLD	Chemo Luminiszenz Detektor; Messgerät zur Erfassung von Stickoxidemissionen
D3, D4	Steuerliche Einstufung aufgrund von Anforderungen an das Abgasverhalten von Kraftfahrzeugen gemäß deutschem Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz vom 18.04.1997
Euro 1	Typprüfung gemäß Richtlinie 91/441/EWG
Euro 2	Typprüfung gemäß Richtlinie 94/12/EWG
Euro 3	Typprüfung gemäß Richtlinie 98/69/EG
Euro 3 D4	Typprüfung gemäß Richtlinie 98/69/EG nach EURO3, zusätzlich Einhaltung verschärfter Grenzwerte im Fahrzyklus erforderlich
Euro 4	Typprüfung gemäß Richtlinie 98/69/EG, verschärfte Anforderungen gegenüber EURO3 (u.a. niedrigere Grenzwerte im Fahrzyklus, -7°C Test für Pkw mit Fremdzündungsmotor)
Euro 5, Euro 6	Typprüfung gemäß Verordnung (EG) Nr. 715/2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, Amtsblatt der Europäischen Union
FTP 75	Federal Test Procedure 75 = amerikanischer Fahrzyklus, festgelegt 1975
HC	Kohlenwasserstoffe
HSN	Herstellerschlüsselnummer
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KraftStÄndG	Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz vom 18.04.1997
M5, M6	Manuelles Getriebe mit 5 bzw. 6 Gängen
MIL	Malfunction Indicator Lamp = Warnlampe des On Board Diagnose Systems
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus gemäß Richtlinie 98/69/EG
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
N ₂ O	Distickstoffoxid
NO _x	Stickoxide

- 4 -

000031

NH ₃	Ammoniak
OBD	On Board Diagnose
PI	Positive Ignition; Fremdzündungsmotor
RME	Rapsölmethylester
SHED	Sealed Housing for Evaporative Emissions Detection, Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Verdunstungsemissionen
TSN	Typschlüsselnummer
UBA	Umweltbundesamt
VCA	Vehicle Certification Agency; Typprüfbehörde in Großbritannien

2 Einleitung

Mobilität ist Voraussetzung für eine funktionierende Wirtschaft und ermöglicht Freiheit und Flexibilität des Einzelnen. Dabei spielt der Straßenverkehr eine entscheidende Rolle. Etwa drei Viertel aller Transporte werden auf der Straße abgewickelt. In **Abbildung 2.1** wird deutlich, dass der Pkw mit 80 % einen überragenden Anteil an der Personenverkehrsleistung in Deutschland übernimmt. /1/, /2/, /3/

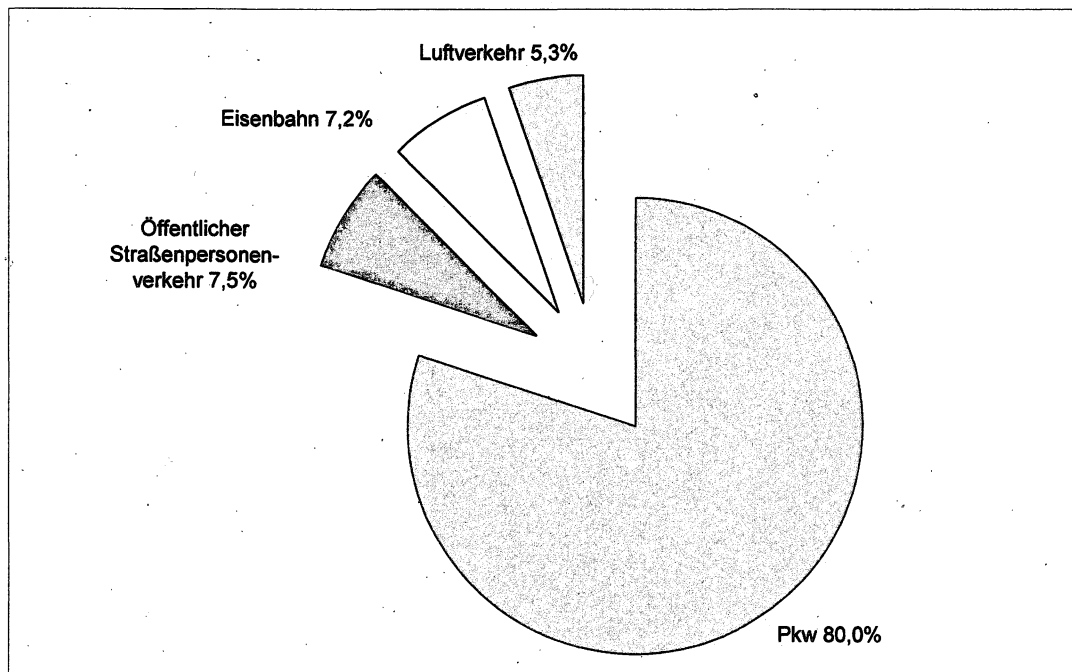


Abbildung 2.1: Personenverkehrsleistung verschiedener Verkehrsträger in Deutschland 2007 (Quelle: VDA)

Trotz des stetigen Wachstums der Verkehrsleistung konnten Erfolge bei der Luftreinhaltung erzielt werden. Die schrittweise Verschärfung der Abgasgesetzgebung hat zu einer konsequenten Verbesserung der Motoren- und Abgastechnik geführt. In **Abbildung 2.2** ist die Absenkung des Kohlenmonoxid Grenzwertes bei der Typprüfung von Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor schematisch dargestellt. Zusätzlich wurde mit Euro 3 ein geänderter Fahrzyklus zur Erfassung der Kaltstartemissionen eingeführt. /4/, /5/

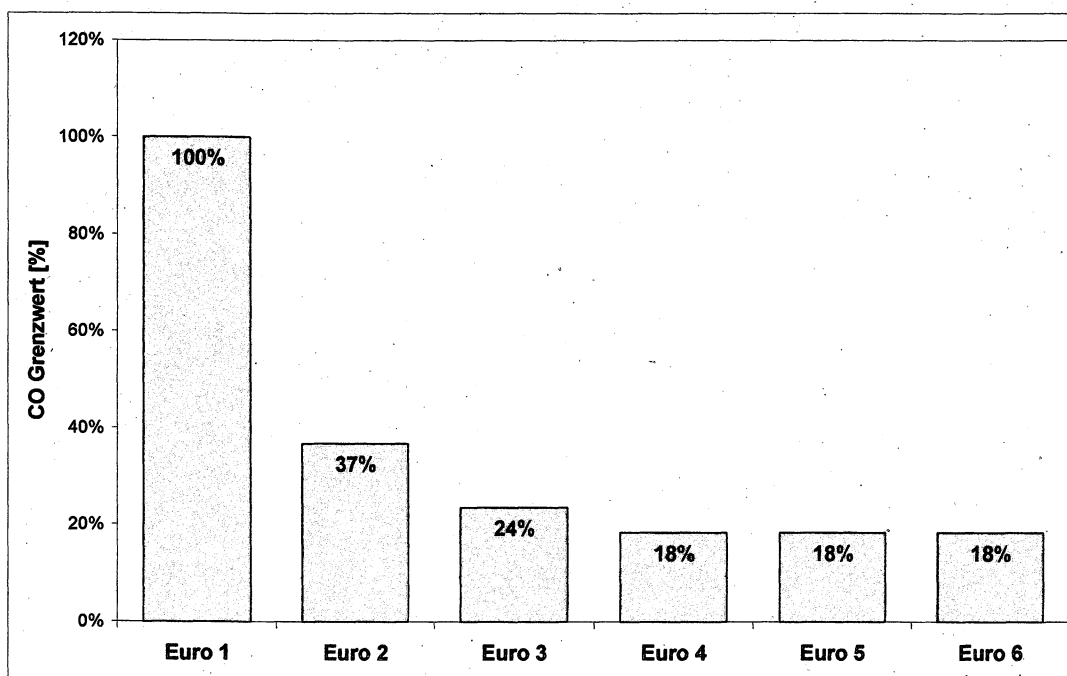


Abbildung 2.2: Kohlenmonoxid-Grenzwerte für Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor bei der Typprüfung in Europa

Neben der Typprüfung für neue Fahrzeugtypen wurde ein umfangreiches Maßnahmenpaket zur Reduzierung der durch Kraftfahrzeuge verursachten Schadstoffbelastung der Luft geschaffen. Es beinhaltet die Prüfung der Übereinstimmung der Produktion an Neufahrzeugen (COP), die Prüfung der Konformität von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen (Feldüberwachung), ein On Board Diagnose System, die periodische Überwachung aller im Verkehr befindlichen Fahrzeuge so wie erhöhte Anforderungen an die Kraftstoffqualität. In **Tabelle 2.1** auf Seite 9 sind verschiedene gesetzliche Maßnahmen zur Reduzierung der Abgasemissionen durch Kraftfahrzeuge dargestellt.

Durch diese Maßnahmen konnte in den vergangenen Jahrzehnten die Schadstoffbelastung durch den Straßenverkehr reduziert werden. Insbesondere die Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen wurden mit der Einführung des Katalysators deutlich abgesenkt. In **Abbildung 2.3** sind die Kohlenmonoxidemissionen und in **Abbildung 2.4** die Kohlenwasserstoffemissionen des Straßenverkehrs in Deutschland dargestellt.

/6/

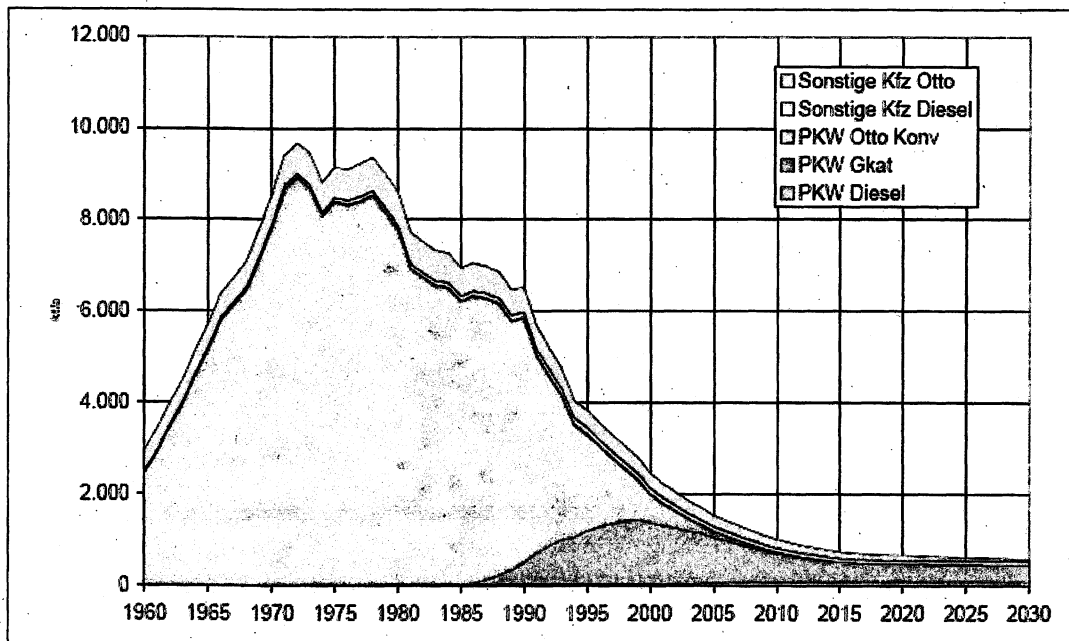


Abbildung 2.3: Kohlenmonoxidemissionen des Straßenverkehrs in Deutschland (Quelle: IFEU Heidelberg)

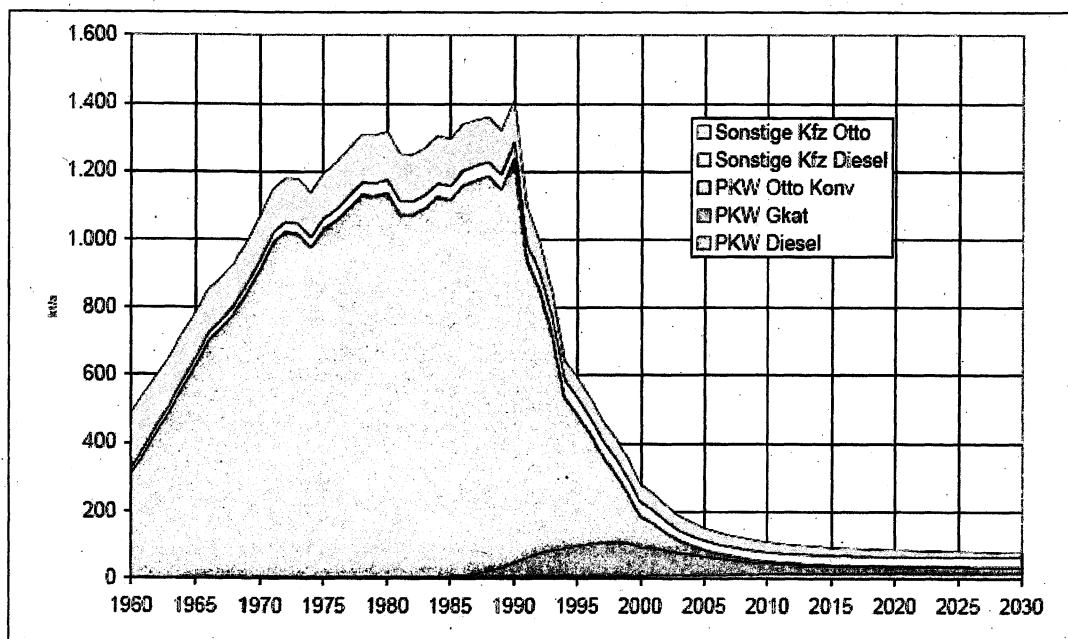


Abbildung 2.4: Kohlenwasserstoffemissionen des Straßenverkehrs in Deutschland (Quelle: IFEU Heidelberg)

Trotz dieser Erfolge stellt die Umweltbelastung durch das stetige Wachstum der Verkehrsleistung eine Herausforderung dar. Insbesondere Feinstaub, Stickoxide und das Klimagas Kohlendioxid sind in den Fokus der Umweltpolitik gerückt. Mit Einführung der Abgasnormen Euro 5 und Euro 6 werden die Grenzwerte für Partikel- und Stickoxidemissionen drastisch reduziert. Darüber hinaus plant die Europäische Kommission die Einführung eines Grenzwertes für Kohlendioxidemissionen. /5/, /7/

Die verschärften Anforderungen an das Emissionsverhalten haben aufwändige Fahrzeugtechnologien und komplexe Abgasnachbehandlungssysteme erforderlich gemacht. Das wirft die Frage auf, ob die Dauerhaltbarkeit dieser Emissionsminderungssysteme im realen Straßenverkehr gewährleistet ist. Daher kommt der Feldüberwachung bei der Reduzierung der durch den Straßenverkehr verursachten Schadstoffbelastung eine besondere Bedeutung zu. Bei der Feldüberwachung werden bereits im Verkehr befindliche Fahrzeuge in einem vollständigen Testverfahren entsprechend dem Typprüfzyklus untersucht.

Die Ergebnisse zahlreicher Forschungsprojekte des Umweltbundesamtes zeigen, dass die Feldüberwachung ein geeignetes Mittel ist, um die Umweltbelastung durch den Straßenverkehr zu reduzieren. Typspezifische, abgasrelevante Fehler lassen sich mit Hilfe der Feldüberwachung identifizieren und in Zusammenarbeit mit den betroffenen Fahrzeugherstellern beseitigen. /8/, /9/, /10/, /11/, /12/, /13/, /14/, /15/.

Das Forschungsprogramm 205 45 126 „Feldüberwachung VII von Otto- und Diesel Pkw und leichten Nutzfahrzeugen der Grenzwertstufen EURO3, D4 und EURO4: Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen zu den Schadstoffemissionen und der Kfz-Geräuschvorschriften sowie zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren“ stellt im Wesentlichen eine Fortführung dieser Forschungsvorhaben dar. Ziel der Untersuchung ist es, den Einfluss der Fahrleistung und des Fahrzeugalters auf das Abgasemissionsverhalten von Pkw mit modernen Motorkonzepten und Abgasreinigungssystemen zu ermitteln. Die Durchführung dieser Feldüberwachung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den Fahrzeugherstellern. So kann es den betroffenen Herstellern ermöglicht werden, eventuelle typspezifische emissionsrelevante Mängel an den Fahrzeugen im Verkehr und in der Serienproduktion zu beheben und die bei der Feldüberwachung gewonnenen Erkenntnisse bei zukünftigen Entwicklungen einfließen zu lassen. Durch diese Vorgehensweise trägt dieses Forschungsprogramm direkt zu einer Absenkung der Umweltbelastung durch Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr bei.

Die Abgasemissionen wurden in den gesetzlich vorgeschriebenen Fahrzyklen und in zusätzlichen Betriebszuständen, die bei der Typprüfung nicht abgedeckt werden, erfasst. Darüber hinaus wurden im Rahmen dieses Vorhabens Fragestellungen, wie die Volllastanreicherung, Abgasemissionen im Tieftemperaturtest und Verdunstungsemissionen bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor behandelt.

Neben den Abgasemissionen wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts die Geräuschemissionen von bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen unter Typprüfbedingungen untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in einem separaten Bericht zusammengestellt.

	Neu-Fahrzeuge			Fahrzeuge im Verkehr		
	Typprüfung	Dauerhaltbarkeit	Serien-überprüfung	Feldüberwachung	Periodische Abgasuntersuchung	On Board Diagnose
Ziel	Nachweis der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben durch einen Fahrzeugtyp	Nachweis der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben durch einen Fahrzeugtyp	Statistische Absicherung der Serienproduktion	Erkennung typspezifischer konstruktionsbedingter Mängel oder unzureichender Wartungsanweisungen	Erkennung hochemittierender Fahrzeuge, Wartungszustand	Fehlfunktionserkennung und -Anzeige zur sofortigen Instandsetzung
Verantwortungsbereich	Fahrzeughersteller	Fahrzeughersteller	Fahrzeughersteller	Fahrzeughersteller	Fahrzeughalter	Fahrzeughalter
Fahrzeugauswahl	Prototypen	Prototypen oder Serien-Fahrzeuge	Stichprobe aus der Serien-Produktion	Stichprobe der Fahrzeugflotte im Feld	Alle Fahrzeuge im Verkehr	Alle Fahrzeuge im Verkehr
Zeitpunkt der Prüfung	Einmalig	Einmalig	Sporadisch	Regelmäßig	Erstmalig nach 3 Jahren, dann alle 2 Jahre	Permanent
Art der Prüfung	Typprüfung	Dauerlauf (AMA) oder fester Verschlechterungsfaktor	Typprüfung	Typprüfung	Kurztest	Reale Bedingungen nach Applikation des Herstellers
Einfluss auf die Emissions-Reduzierung	Eingesetzte Technologie	Dauerhaltbarkeit unter Laborbedingungen	Eingesetzte Technologie und Umsetzung in der Produktion	Eingesetzte Technologie und Umsetzung im Feld	Wartungszustand	Dauerhaltbarkeit und Wartungszustand im realen Verkehr
Gesetzliche Grundlagen	Europäische Richtlinien über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen 91/441/EWG, 94/12/EWG, 98/69/EG			98/69/EG	96/96/EG, 1999/52/EG	98/69/EG

Tabelle 2.1: Ansätze zur Reduzierung der Abgasemissionen durch Kraftfahrzeuge (Quelle UBA)

3 Projektabwicklung

3.1 Untersuchungsprogramm

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, den Einfluss der Fahrleistung und des Fahrzeugalters auf das Abgas-Emissionsverhalten von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit modernen Motorkonzepten und Abgasreinigungssystemen zu ermitteln. Es wurden insgesamt 12 Fahrzeugtypen untersucht, die gemäß Richtlinie 98/69/EG typgeprüft worden sind. Für diese Untersuchungen wurden 6 Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor und 6 Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor ausgewählt. Die Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurden hinsichtlich der vom Gesetzgeber limitierten Abgasemissionen Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide überprüft. Bei den Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor wurden zusätzlich die Partikelemissionen bestimmt.

Die Messungen erfolgten im jeweiligen Typgenehmigungszyklus, d.h. dem „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ) entsprechend der Änderungsrichtlinie 98/69/EG. Darüber hinaus wurde für das Emissionsfaktorenprogramm des UBA der FTP75 – Zyklus und der Common Artemis Driving Cycle (CADC) gefahren. Dadurch konnte der gesamte abgasrelevante Betriebsbereich von Kraftfahrzeugen bei den Messungen abgedeckt werden. Der CADC wird als Grundlage für die einheitliche Modellierung von Emissionsfaktoren in Europa verwendet.

Während der Messungen auf dem Fahrleistungsprüfstand wurden die Emissionen von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HC), Stickoxiden (NO_x) und Kohlendioxid (CO₂) kontinuierlich im Sekundentakt erfasst (Modalmessung). Parallel dazu wurden die Abgase in Beuteln gesammelt und die Integralwerte ermittelt. Die Masse der emittierten Partikel wurde integral erfasst. Die Ergebnisse der Modalmessungen dienen als Basis für die Ermittlung der Emissionsfunktionen; mit deren Hilfe das Abgasemissionsverhalten in allen relevanten Verkehrssituationen dargestellt werden kann. Darüber hinaus wurden an einem Fahrzeug je Typ mit Fremdzündungsmotor die nicht limitierten Emissionen bestimmt.

Zusätzlich zu den Abgasemissionen wurde im jeweiligen Typgenehmigungszyklus der Kraftstoffverbrauch gemäß Änderungsrichtlinie 1999/100/EG ermittelt. Dabei wurde aus den Emissionen der kohlenstoffhaltigen Abgaskomponenten (CO₂, CO und HC) der Kraftstoffverbrauch berechnet /16/.

An dem Forschungsvorhaben waren neben dem Umweltbundesamt (UBA) als Auftraggeber der TÜV NORD als Projektleitende Stelle, der Allgemeine Deutsche Automobil-Club (ADAC) und das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) beteiligt. Die Ermittlung der Fahrzeughalter von geeigneten Fahrzeugen erfolgte durch das KBA. Der ADAC übernahm die Überführung der Prüffahrzeuge und die Interessenvertretung der Fahrzeughalter. Die Messungen erfolgten in Abgaslaboratorien des TÜV NORD und des ADAC.

3.2 Fahrzeugauswahl

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden insgesamt 12 Fahrzeugtypen untersucht, die gemäß Richtlinie 98/69/EG typgeprüft worden sind. Als Grundlage für die Fahrzeugauswahl dienten die Zulassungszahlen des Kraftfahrt-Bundesamtes aus dem Jahr 2004. Der Anteil von Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor wurde auf 6 Typen festgelegt. Das entspricht etwa dem Anteil von 44% der Pkw mit Dieselmotor an den Neuzulassungen im Jahr 2004. In **Abbildung 3.1** ist die Entwicklung der Pkw-Neuzulassungen in Deutschland für die Jahre von 1990 bis 2006 dargestellt. /17/, /18/

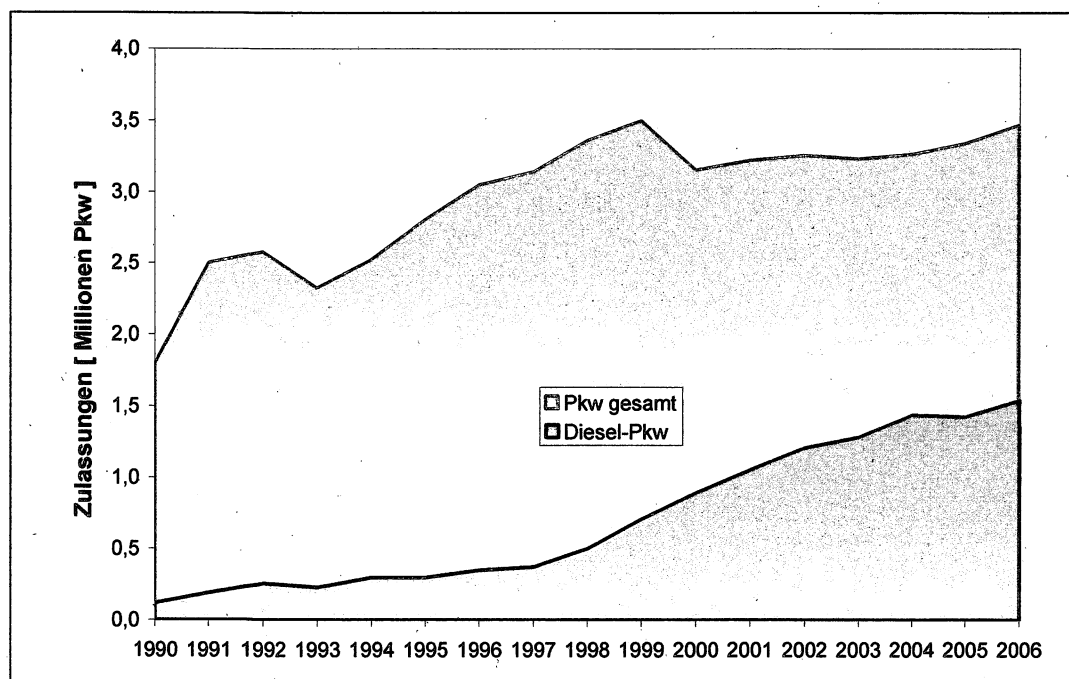


Abbildung 3.1: Neuzulassungen von Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor in Deutschland (Quelle KBA)

Durch die Auswahl der Fahrzeugtypen sollte ein möglichst großes Spektrum an Herstellern abgedeckt werden, wobei ein repräsentativer Querschnitt über die in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Fahrzeugtypen gewahrt bleiben sollte. Es wurden Fahrzeugtypen von 9 unterschiedlichen Herstellern im Vorhaben untersucht. In den **Abbildungen 3.2 und 3.3** ist der Anteil der verschiedenen Fahrzeugherstellers an den Neuzulassungen in der Bundesrepublik Deutschland und an den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Fahrzeugen dargestellt. /19/

000039

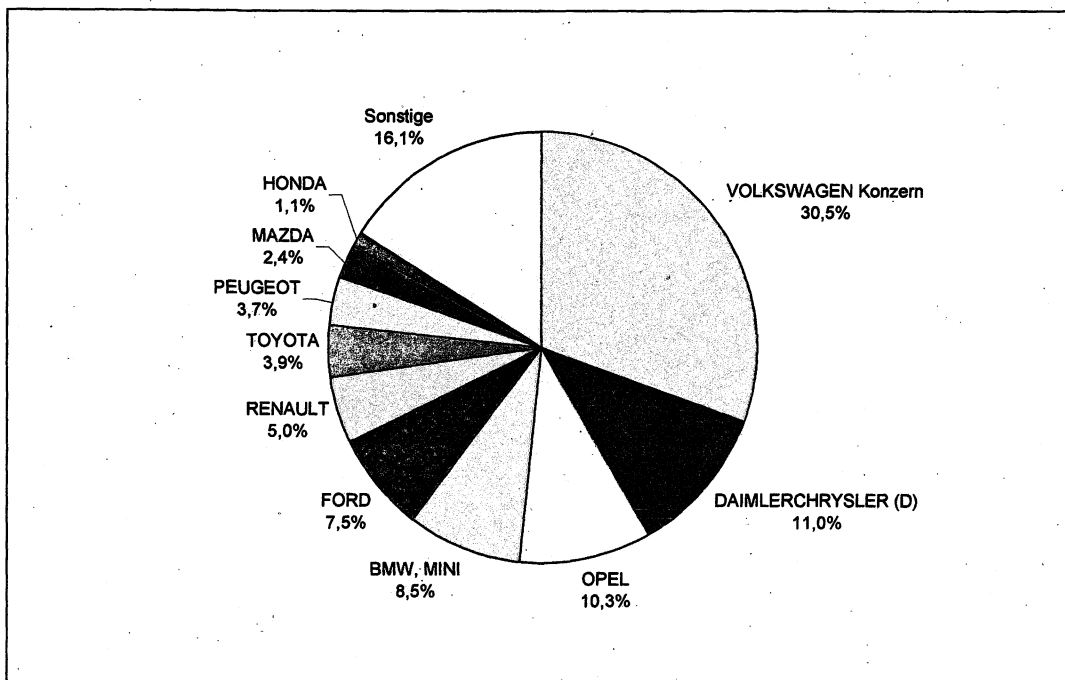


Abbildung 3.2: Pkw Neuzulassungen 2004 (Quelle KBA)

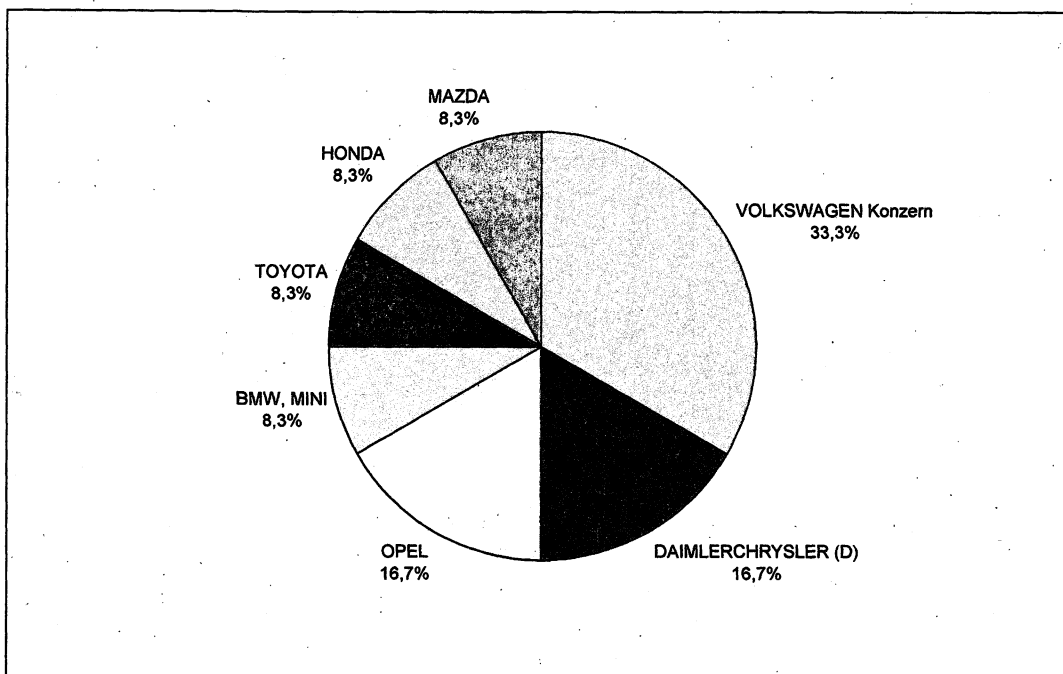


Abbildung 3.3: Fahrzeugauswahl nach Herstellern

In **Tabelle 3.1** sind die im Rahmen der Typprüfung angewendeten Abgasgrenzwerte für Pkw (M1) und leichte Nutzfahrzeuge (N1) mit Fremdzündungsmotor dargestellt. Um die Einführung emissionsarmer Fahrzeuge zu fördern, wurde in Deutschland am 18.04.1997 das sogenannte Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz eingeführt. Zur Erreichung günstigerer Steuerklassen war die vorzeitige Einhaltung der Euro 4 Abgasgrenzwerte im „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ bei der Typprüfung erforderlich (Euro 3 D4). Im Gegensatz zu der Einstufung Euro 4 war bis zum 1.1.2002 bei der Typprüfung u.a. keine Prüfung Typ VI (Test bei -7°C) nötig. /20/

Stand der Abgaszulassung	Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN)	Grenzwerte im Typ I Test		
		CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]
Euro 3	44	2,30	0,20	0,15
Euro 3 D4	53	1,00	0,10	0,08
Euro 4	62	1,00	0,10	0,08

Tabelle 3.1: Emissionsgrenzwerte im Neuen Europäischen Fahrzyklus für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor (M1 und N1 Gruppe I)

Tabelle 3.2 zeigt die im Rahmen der Typprüfung angewendeten Abgasgrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor.

Stand der Abgaszulassung	Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN)	Grenzwerte im Typ I Test			
		CO [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]
Euro 3	44	0,64	0,50	0,56	0,050
Euro 3 D4	53	0,50	0,25	0,30	0,025
Euro 4	62	0,50	0,25	0,30	0,025

Tabelle 3.2: Emissionsgrenzwerte im NEFZ für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor (M1 und N1 Gruppe I)

Die Auswahl der Fahrzeuge nach dem Stand der Abgaszulassung erfolgte über die Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN), so dass sichergestellt werden konnte, dass alle Fahrzeuge eines Fahrzeugtyps sowohl nach dem gleichen Fahrzyklus als auch nach den gleichen Abgasgrenzwerten zugelassen wurden. /21/, /22/

Bei der Ermittlung von Fahrzeughaltern wurden Regionalschlüssel angewendet, so dass sichergestellt werden konnte, dass die Fahrzeuge auf die Bereiche der Standorte der beteiligten Forschungsstellen des TÜV NORD in Essen und des ADAC in Lands-

berg am Lech beschränkt waren. Die Ermittlung der Fahrzeughalter erfolgte unter Nutzung der Bestandsdaten des Kraftfahrt-Bundesamtes. Über den speziell angepassten Auswahlalgorithmus wurde gewährleistet, dass die Selektion der Fahrzeughalter nach dem Zufallsprinzip erfolgte.

Bei der Auswahl der Einzelfahrzeuge wurden weitere Kriterien wie Kilometerstand und Wartungszustand berücksichtigt, die über einen Fragebogen ermittelt wurden, der von den Fahrzeughaltern ausgefüllt wurde. Bei der Fahrzeugübernahme wurden zusätzliche Daten hinsichtlich am Fahrzeug durchgeführter Reparaturen und Abweichungen zum Serienzustand erfragt. Die abgasrelevanten Bauteile wurden auf direkt erkennbare Beschädigungen überprüft.

Bei der Auswahl der Einzelfahrzeuge wurden die folgenden Kriterien zu Grunde gelegt:

- gleiche Aufbauergänzungsschlüsselnummer und Abgaszulassung bei allen Fahrzeugen eines Typs
- Tachometerstand zwischen 15.000 und 80.000 km
- Betriebszeit zwischen sechs Monaten und fünf Jahren
- regelmäßige Inspektionen nach Herstellervorgabe
- keine Hinweise auf außergewöhnliche Belastung
- Fahrzeug befindet sich im Serienzustand
- Abgasrelevante Bauteile ohne mechanische Beschädigung
- Regionale Begrenzung auf die Standorte der beteiligten Forschungsstellen

Für die Bewertung eines Fahrzeugtyps bei der Feldüberwachung gemäß Richtlinie 98/69/EG ist die Messung von bis zu 20 Fahrzeugen erforderlich. In einem Rechenlauf wurden durch das Kraftfahrt-Bundesamt für die ausgewählten Fahrzeugtypen jeweils 150 Halter ermittelt und angeschrieben. Dabei wurden neben Fahrzeugen aus privater Hand auch gewerblich genutzte Fahrzeuge berücksichtigt. Die Resonanz bei den Fahrzeughaltern auf die Anschreiben durch das KBA war deutlich schlechter als erwartet. Insbesondere bei den leichten Nutzfahrzeugen stand keine ausreichende Fahrzeuganzahl für die Messungen zur Verfügung. Daher wurde entgegen der ursprünglichen Planung ein zweiter Rechenlauf durch das KBA durchgeführt.

Im Verlauf des Vorhabens fand bei BMW ein Modellwechsel statt. Daher wurden zusätzlich zu den zunächst gemessenen 3 BMW 1er, Fahrzeuge des gleichen Typs der neuen Generation untersucht.

In den **Tabellen 3.3 und 3.4** sind die ausgewählten Fahrzeugtypen mit den zugehörigen technischen Daten der einzelnen Fahrzeugtypen aufgeführt. Es werden die Hersteller, die Herstellerschlüsselnummern (HSN), die Typschlüsselnummern (TSN) sowie die Verkaufsbezeichnungen entsprechend der jeweiligen Allgemeinen Betriebserlaubnis (ABE) oder EG-Gesamtbetriebserlaubnis der Fahrzeugtypen angegeben.

Die Antriebseinheit wird über den Motortyp, die Angabe der Motorleistung und des Hubraumes spezifiziert. Die Art der Abgasgenehmigung und die Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN) sind angegeben. Außerdem ist die durchschnittliche Fahrleistung und das Durchschnittsalter der untersuchten Fahrzeuge zum Zeitpunkt der Tests aufgeführt. Die angegebene Anzahl des Fahrzeugbestandes bezieht sich auf den Fahrzeugtyp, nicht jedoch auf den Stand der Abgaszulassung. Insbesondere bei den leichten Nutzfahrzeugen gibt es eine große Anzahl verschiedener Varianten und Aufbauarten, die unter einer Typschlüsselnummer zusammengefasst werden.

Nr.	Hersteller	HSN *)	Typ	TSN **)	Verkaufs- bezeich- nung	Motortyp	Hubraum	Leistung	Getriebe	Ø Fahr- leistung	Ø Alter	ASN ***)	Zulassung
							[cm³]	[kW]		[km]	[Jahre]		
1	BMW	0005	187	163	116i	N45B16A	1.596	85	M6	28.268	1	62	Euro 4
	BMW	0005	187	ACW	116i	N45B16A	1.596	85	M6	19.922	1	62	Euro 4
2	HONDA	7100	GD1	533	Jazz	L13A1	1.339	61	M5 / Stufenlos	45.757	3	62	Euro 4
3	OPEL	0035	Vectra	445	Vectra-C	Z18XE	1.796	90	M5	28.466	2,5	62	Euro 4
4	SKODA	8004	6Y	363	Fabia	BBY	1.390	55	M5	42.514	3	62	Euro 4
5	VOLKSWAGEN	0603	1K	722	Golf	BLP	1.598	85	M6 / A6	38.709	2	62	Euro 4

*) HSN: Hersteller-Schlüsselnummer

**) TSN: Typ-Schlüsselnummer

***) ASN: Aufbau-Ergänzungs-Schlüsselnummer

Tabelle 3.3: Ausgewählte Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor

Nr.	Hersteller	HSN *)	Typ	TSN **)	Verkaufs- bezeich- nung	Motortyp	Hub- raum	Leistung	Getriebe	Ø Fahr- leistung	Ø Alter	ASN ***)	Zulassung
							cm³	kW		km	Jahre		
6	MAZDA	7118	GG	257	MAZDA 6	RF	1.998	89		-	-	62	Euro 3
7	MERCEDES	0710	414	528	Vaneo	668914	1.689	67	M5	42.656	2,5	44	Euro 3
8	AUDI	0588	8E	805	A4 TDI	BDG	2.496	120	M6	79.127	3,5	62	Euro 4
9	MERCEDES	0710	203	916	C220 CDI	646963	2.148	100	M6	37.362	3	62	Euro 4
10	OPEL	0035	Corsa-C	520	Corsa	Z13-DT	1.248	51	M5	43.829	3	62	Euro 4
11	TOYOTA	5048	T25	106	Avensis	2AD-FHV	2.231	130	M6	48.521	3	62	Euro 4
12	VOLKSWAGEN	0603	1T	740	Touran TDI	BKD	1.968	103	M6 / A6	50.667		62	Euro 4

*) HSN: Hersteller-Schlüsselnummer

**) TSN: Typ-Schlüsselnummer

***) ASN: Aufbau-Ergänzungs-Schlüsselnummer

Tabelle 3.4: Ausgewählte Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor

3.3 Durchführung der Untersuchungen

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden die Abgasemissionen von 5 Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor und 7 Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor untersucht. Die Untersuchungen wurden in Anlehnung an die Richtlinie 98/69/EG durchgeführt. Diese Richtlinie sieht die Prüfung von mindestens drei Fahrzeugen je Fahrzeugtyp bei der Feldüberwachung vor. Das Verfahren zur Bewertung einer Stichprobe gemäß Richtlinie 98/69/EG ist in Abschnitt 3.4 dargestellt.

Nach Eingang der Fahrzeuge wurden die Einhaltung der vorgeschriebenen Wartungsintervalle und der ordnungsgemäße Zustand der Fahrzeuge überprüft. Der Nachweis wurde durch die Inspektionshandbücher erbracht. Vor Beginn der Messungen auf dem Fahrleistungsprüfstand wurde zusätzlich eine Abgasuntersuchung (AU) durchgeführt.

Die Messungen der Abgasemissionen erfolgten im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) entsprechend der Änderungsrichtlinie 98/69/EG. Darüber hinaus wurden für das Emissionsfaktorenprogramm des Umweltbundesamtes der FTP75 Fahrzyklus und der Common Artemis Driving Cycle gefahren. Der CADC setzt sich aus einem Stadt-, einem Außerorts- und einem Autobahnzyklus zusammen und wurde als Grundlage für eine einheitliche Emissionsfaktorenmodellierung in Europa entwickelt. Dadurch konnte ein großer Teil des abgasrelevanten Betriebsbereiches von Kraftfahrzeugen bei den Messungen abgedeckt und die im Rahmen dieses Vorhabens erhobenen Daten auch zur Berechnung von Abgas-Emissionsfaktoren herangezogen werden.

Das in **Abbildung 3.4** dargestellte Basisprogramm sieht die folgenden Messungen vor:

- Abgasuntersuchung zur Überprüfung der Motorgrundeinstellung
- Ermittlung der Abgasemissionen von drei Fahrzeugen im Zulassungstest
- Wiederholungsmessung im Zulassungstest nach Einstellung oder Reparatur durch den Hersteller (soweit erforderlich)
- Messungen im Typprüfzyklus an zusätzlichen Fahrzeugen des gleichen Fahrzeugtyps bei Emissionsauffälligkeiten gemäß Richtlinie 98/69/EG
- zeitlich aufgelöste Messungen der Abgasemissionen im FTP 75-Fahrzyklus und im CADC bei drei Fahrzeugen eines Typs im Rahmen des Emissionsfaktorenprogramms
- Messung der Verdunstungsemissionen bei einem Fahrzeug je Typ mit Fremdzündungsmotor
- Messung zur Vollastanreicherung bei einem Fahrzeug je Typ mit Fremdzündungsmotor

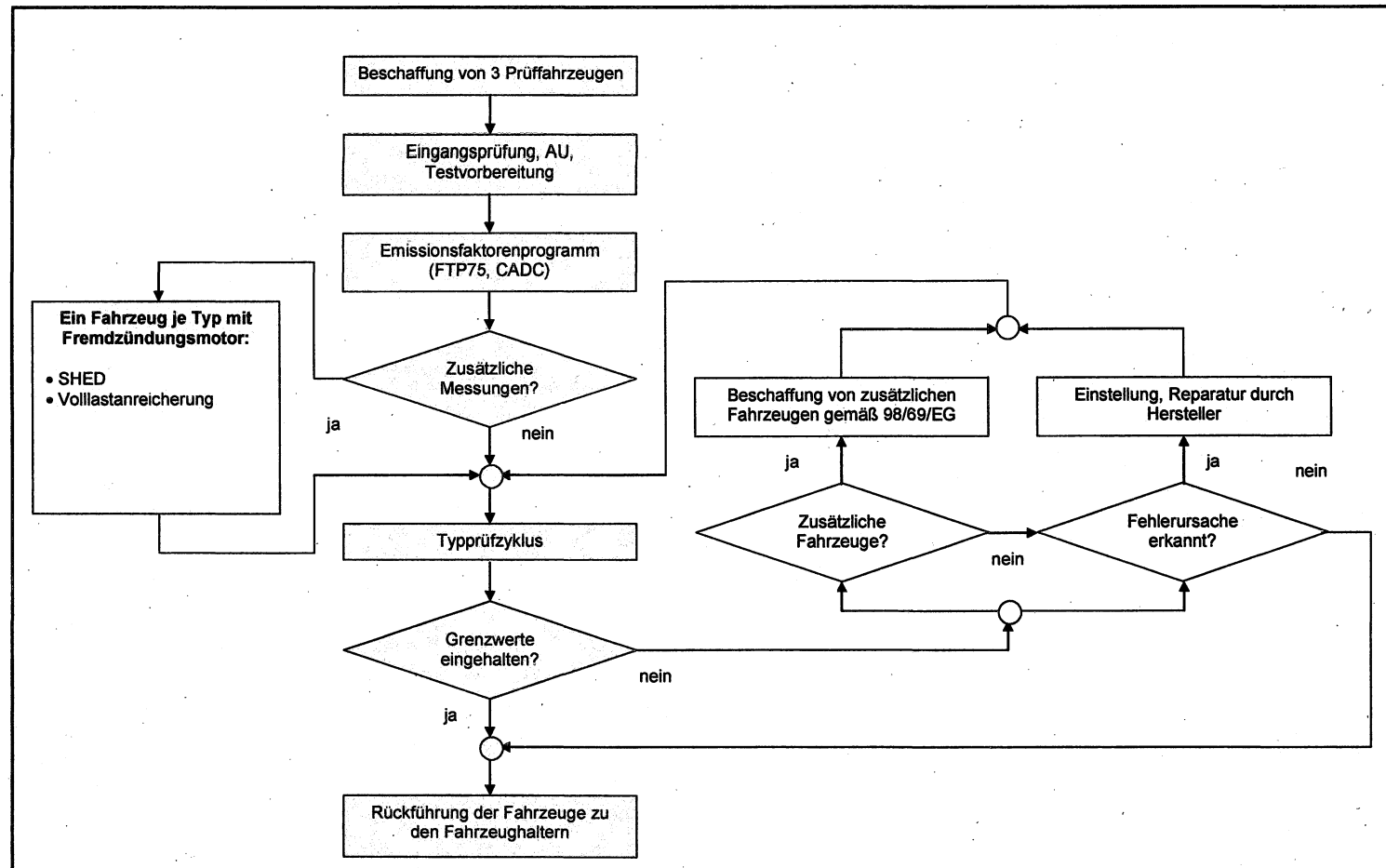


Abbildung 3.4: Durchführung der Messungen

Bei Grenzwertüberschreitungen wurden nach Absprache mit dem UBA und dem jeweiligen Hersteller zusätzliche Fahrzeuge des betroffenen Typs im Zertifizierungszyklus vermessen. Außerdem erhielt der Fahrzeughersteller die Möglichkeit eine Fehlersuche durchzuführen und die Messung im Typprüfzyklus nach der Fehlerbehebung zu wiederholen. Die Bewertung der Stichprobe erfolgte auf Grundlage der Richtlinie 98/69/EG.

Die Prüftermine wurden mit dem jeweiligen Automobilhersteller bzw. Importeur abgesprochen, so dass dieser an den Messungen teilnehmen konnte. Wurden Emissionsauffälligkeiten an einem Fahrzeug festgestellt, so wurden die Ursachen mit dem Hersteller diskutiert und Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen im Feld befindlicher Fahrzeuge des entsprechenden Typs erarbeitet.

Neuer Europäischer Fahrzyklus

Der bei der Abgastypprüfung in Europa anzuwendende "Neue Europäische Fahrzyklus" (NEFZ) setzt sich aus zwei Teilabschnitten zusammen (**Abbildung 3.5**). Zunächst wird das Fahrzeug mindestens sechs Stunden bei Temperaturen zwischen 20 und 30 °C konditioniert. Der eigentliche Fahrzyklus beginnt mit einem Kaltstart. Bei der Prüfung gemäß Richtlinie 98/69/EG beginnt die Probennahme direkt mit dem Motorstart. Hieran schließen sich der EG-Stadtfahrzyklus (780 Sekunden) sowie der Außerortszyklus (400 Sekunden) an. Die Emissionswerte beider Teile werden zu einem Endergebnis zusammengefasst. Die Fahrstrecke beträgt etwa 11 km, die Durchschnittsgeschwindigkeit 33,6 km/h und die Maximalgeschwindigkeit 120 km/h.

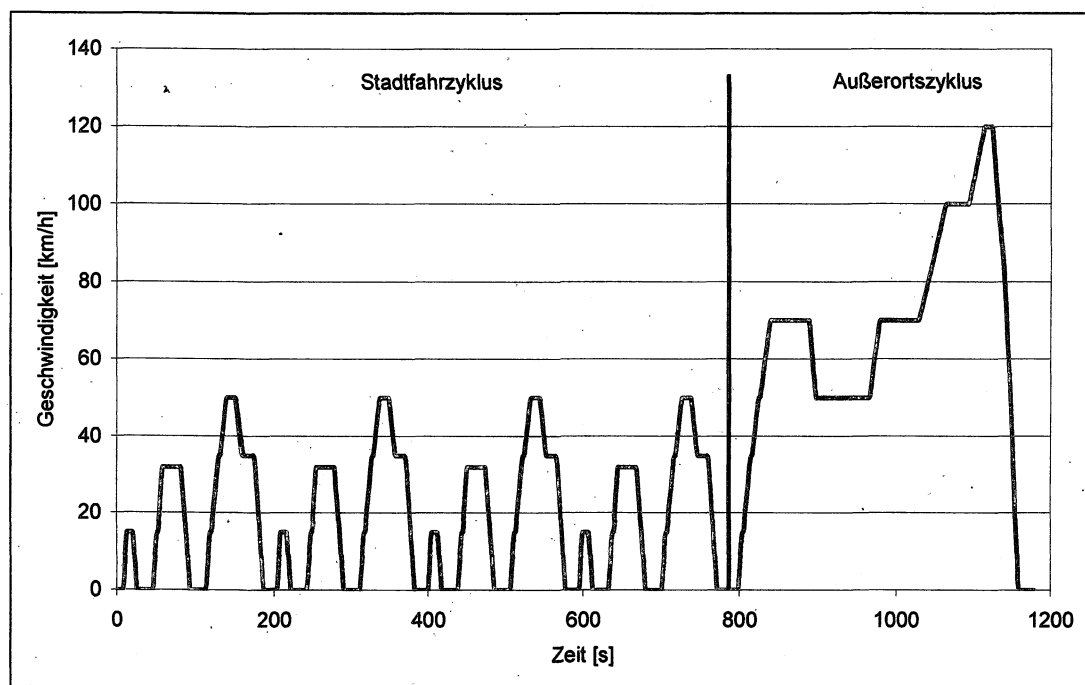


Abbildung 3.5: Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf des NEFZ

US FTP 75 Fahrzyklus

In dem aus den USA stammenden Zyklus (FTP 75 = Federal Test Procedure, festgelegt 1975) wird nach der Konditionierung des Fahrzeuges bei 20 bis 30°C der Motor direkt zu Beginn der Abgasprobennahme gestartet (Kaltstart). Der Fahrtstest untergliedert sich in drei Phasen. Die erste Phase wird als kalte Übergangsphase bezeichnet und dauert 505 Sekunden. An diese schließt sich mit einer Dauer von 867 Sekunden die stabilisierte Phase an. Nach einer Pause von 600 Sekunden mit abgestelltem Motor folgt die dritte Phase als Wiederholung der ersten 505 Sekunden. Aufgrund des warmen Motors wird diese als warme Übergangsphase bezeichnet. Die in den einzelnen Phasen ermittelten Emissionswerte fließen in das Gesamtergebnis des Tests ein. Die Fahrstrecke des FTP beträgt etwa 17,8 km, die Durchschnittsgeschwindigkeit 34,1 km/h und die Maximalgeschwindigkeit 91,2 km/h. In **Abbildung 3.6** sind Phasen 1, 2 und 3 des FTP 75 dargestellt.

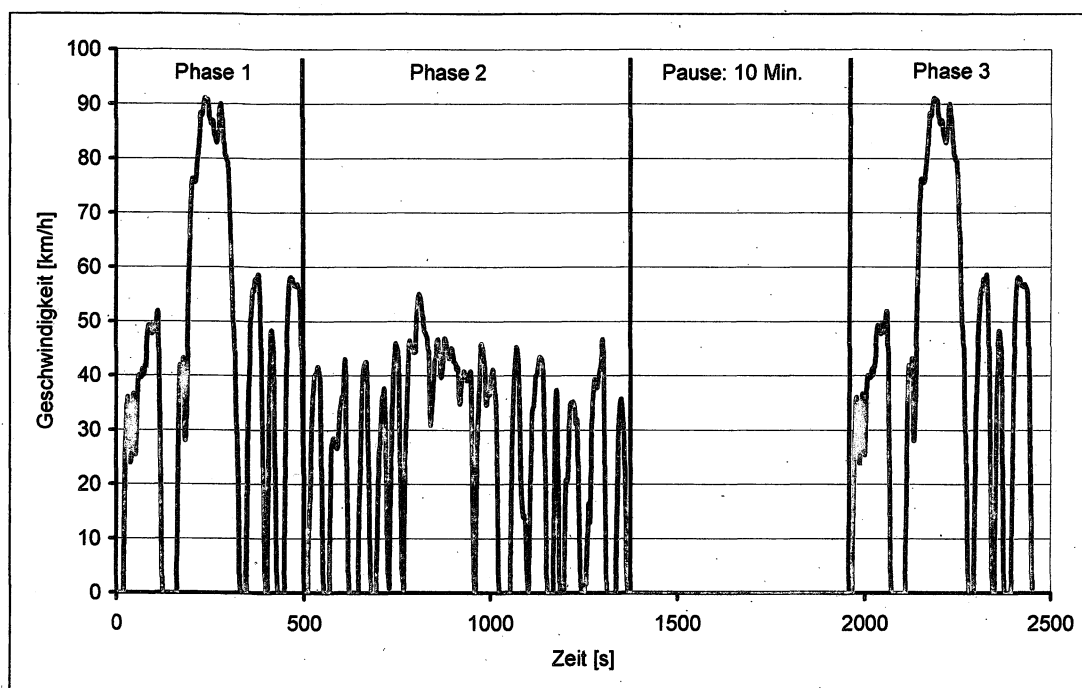


Abbildung 3.6: Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf des US FTP75 Zyklus

Common Artemis Driving Cycle (CADC)

Der CADC setzt sich aus einem Stadt- (Urban), einem Außerorts- (Road) und einem Autobahnzyklus (Motorway) zusammen. Der Common Artemis Driving Cycle wurde als Grundlage für eine einheitliche Emissionsfaktorenmodellierung in Europa entwickelt. Dabei werden möglichst realistische Fahrbedingungen berücksichtigt. Im CADC werden deutlich größere Beschleunigungswerte und damit Motorlasten als im NEFZ erreicht.

Der CADC Urban dauert 993 Sekunden. Die Fahrstrecke beträgt 4,5 km und die Durchschnittsgeschwindigkeit 17 km/h. Der CADC Urban ist in **Abbildung 3.9** dargestellt.

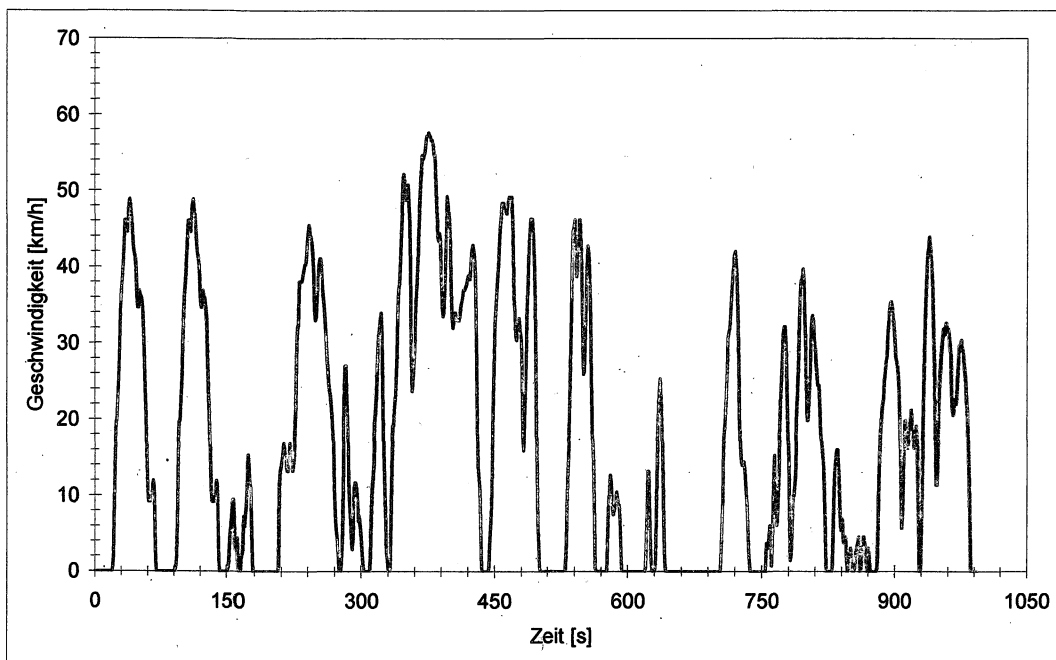
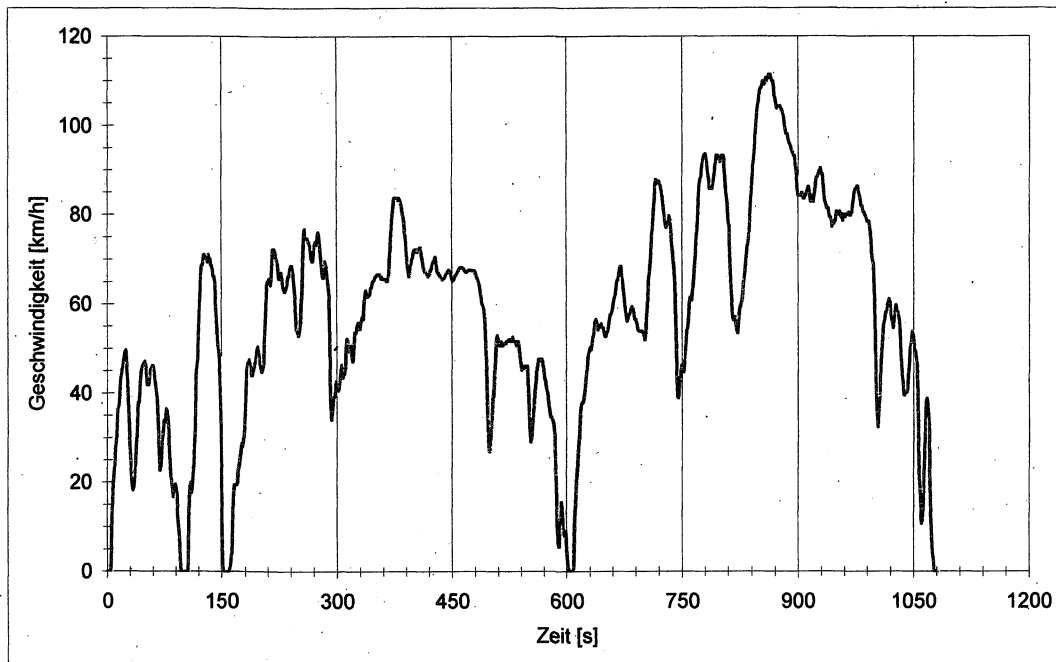


Abbildung 3.9: Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf des CADC Stadtzyklus

Der CADC Road beginnt mit einem Warmstart und dauert 1082 Sekunden. Die Fahrstrecke beträgt 14,7 km und die Durchschnittsgeschwindigkeit 62 km/h. Das Fahrprofil des CADC Road ist in **Abbildung 3.10** dargestellt.



Der Motorway-Zyklus beginnt mit einem Warmstart. Er wurde in der modifizierten Version mit einer maximalen Fahrgeschwindigkeit von 160 km/h und einer Dauer von 1330 Sekunden gefahren, um die Fahrbedingungen auf deutschen Autobahnen wiederzugeben. In **Abbildung 3.11** ist der CADC Motorway-Zyklus dargestellt.

000051

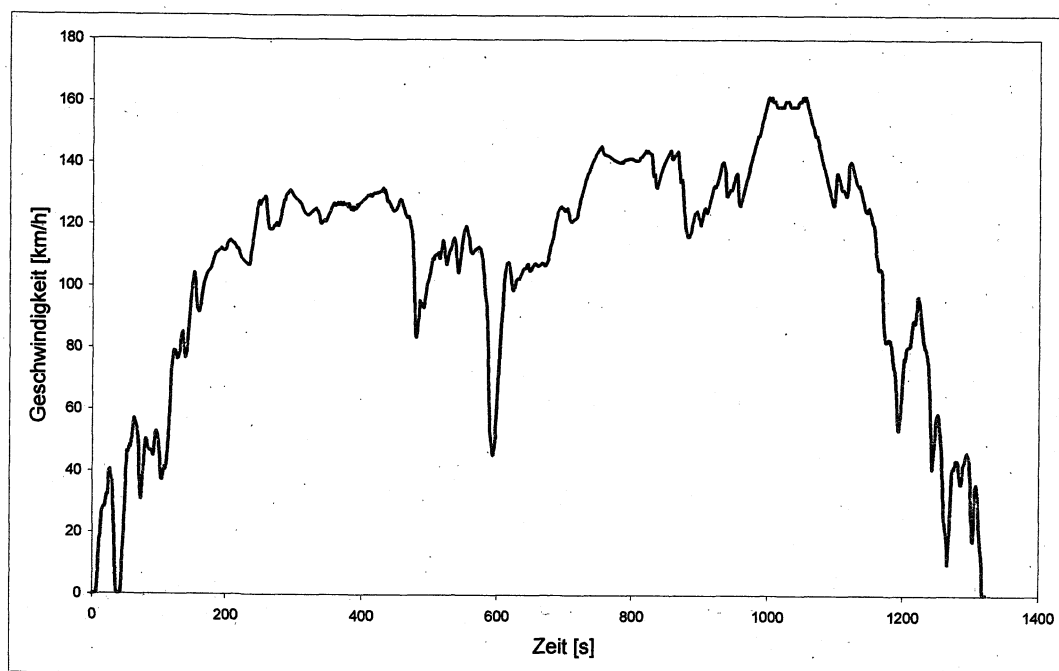


Abbildung 3.11: Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf des CADC Autobahnzyklus

3.4 Bewertung einer Stichprobe gemäß Richtlinie 98/69/EG

In **Abbildung 3.12** ist das Verfahren zur Bewertung einer Stichprobe bei der Feldüberwachung gemäß Richtlinie 98/69/EG schematisch dargestellt. In der Richtlinie sind bei Grenzwertüberschreitungen Messungen an bis zu 20 Fahrzeugen eines Typs vorgesehen. Bei der Bewertung der Messergebnisse wird zwischen dem statistischen Verfahren und dem Verfahren bei hoch emittierenden Fahrzeugen (Outlier) unterschieden. /4/

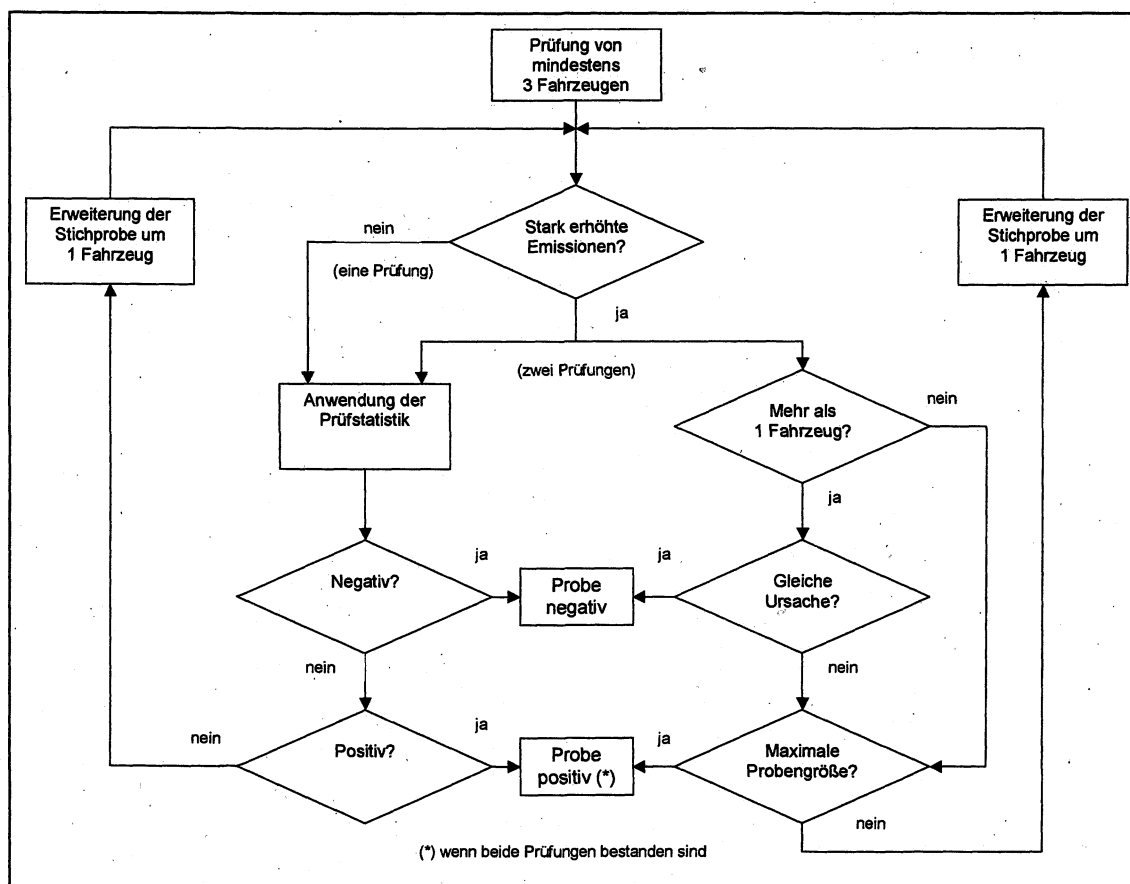


Abbildung 3.12: Durchführung der Feldüberwachung gemäß Richtlinie 98/69/EG

Änderungsrichtlinie 2002/80/EG sieht für die Bewertung hoch emittierender Fahrzeuge folgendes Vorgehen vor:

Wird ein bestimmter Abgaswert von zwei Fahrzeugen eines Typs aufgrund der gleichen technischen Ursache überschritten (für Euro 3-Fahrzeuge der 1,2-fache Euro 3-Typprüfgrenzwert und für Euro 4-Fahrzeuge der 1,5-fache Euro 4-Typprüfgrenzwert) soll eine Diskussion zwischen der zuständigen Genehmigungsbehörde und dem betref-

fenen Fahrzeughersteller über die Fehlerursache und eventuelle Abhilfemaßnahmen geführt werden.

Werden bei zwei Fahrzeugen eines Typs Abgasemissionen von dem 2,5-fachen des Euro 3-Typprüfgrenzwertes oder mehr (unabhängig vom Stand der Genehmigung des untersuchten Fahrzeugtyps) aufgrund der gleichen technischen Ursache festgestellt, so wird eine Rückrufaktion durch die zuständige Genehmigungsbehörde veranlasst. Sobald zwei Fahrzeuge aufgrund des gleichen typspezifischen Defektes stark erhöhte Emissionen aufweisen (Outlier), gilt für die Stichprobe ein negatives Ergebnis und die Untersuchung wird abgebrochen.

In **Tabelle 3.5** sind die Grenzwerte für die Bewertung einer Stichprobe nach dem statistischen Verfahren gemäß Richtlinie 98/69/EG dargestellt.

Stichprobengröße Anzahl der geprüften Fahrzeuge	Anzahl der auffälligen Fahrzeuge n		
	Ergebnis positiv	Zusätzliche Tests	Ergebnis negativ
3	0	$0 < n$	-
4	1	$1 < n$	-
5	1	$1 < n < 5$	5
6	2	$2 < n < 6$	6
7	2	$2 < n < 6$	6
8	3	$3 < n < 7$	7
9	4	$4 < n < 8$	8
10	4	$4 < n < 8$	8
11	5	$5 < n < 9$	9
12	5	$5 < n < 9$	9
13	6	$6 < n < 10$	10
14	6	$6 < n < 11$	11
15	7	$7 < n < 11$	11
16	8	$8 < n < 12$	12
17	8	$8 < n < 12$	12
18	9	$9 < n < 13$	13
19	9	$9 < n < 13$	13
20	11	-	12

Tabelle 3.5: Bewertung einer Stichprobe nach dem statistischen Verfahren

In **Abbildung 3.13** ist die Bewertung der Stichprobe nach dem statistischen Verfahren dargestellt. Beläuft sich die Stichprobengröße zum Beispiel auf 12 Fahrzeuge, so gelten die Anforderungen des statistischen Verfahrens als erfüllt, wenn höchstens 5 Fahrzeuge die Grenzwerte überschreiten. In diesem Fall ist die Untersuchung beendet.

Die Anforderungen des statistischen Verfahrens sind nicht erfüllt, wenn mindestens 9 von 12 Fahrzeugen die Grenzwerte nicht einhalten. In diesem Fall wird die Untersuchung mit negativem Ergebnis beendet.

Werden bei 12 untersuchten Fahrzeugen die Grenzwerte von 6 bis 8 Fahrzeugen überschritten, so muss ein weiteres Fahrzeug untersucht werden.

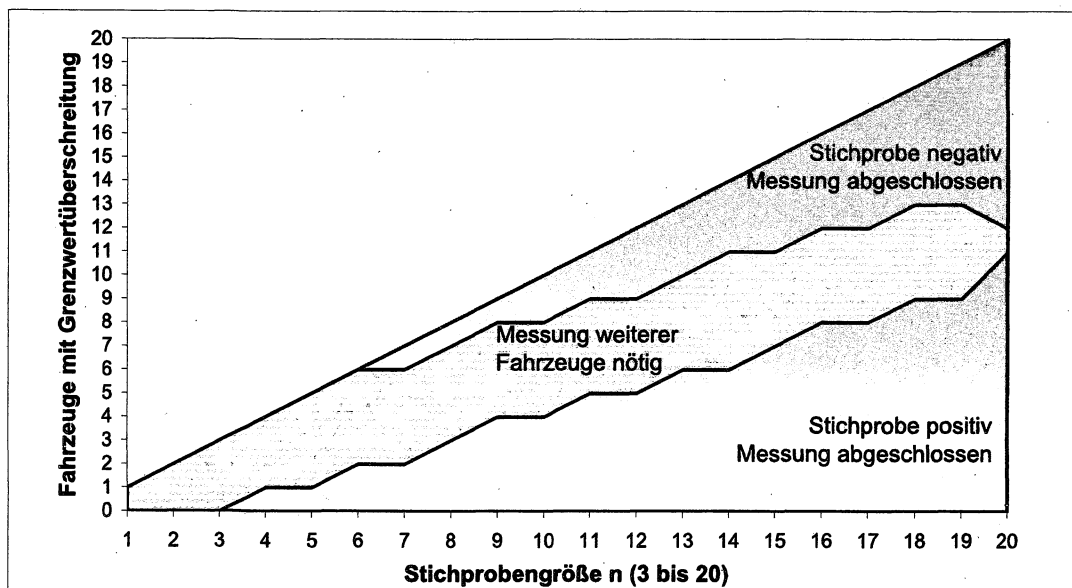


Abbildung 3.13: Bewertung der Stichprobe nach dem statistischen Verfahren

4 Darstellung der Ergebnisse

4.1 Abgasemissionen im Zertifizierungstest

In den folgenden Abschnitten werden die Mittelwerte der Abgasemissionen und des Kraftstoffverbrauchs für die verschiedenen Fahrzeugtypen im jeweiligen Zulassungszyklus betrachtet. Die Ergebnisse für die Einzelfahrzeuge sind in den Typberichten im Anhang dargestellt.

4.1.1 Vergleich der Emissionen mit den Grenzwerten bei der Typgenehmigung

In **Tabelle 4.1** sind die Mittelwerte der Abgasemissionen im Neuen Europäischen Fahrzyklus für die untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor und in **Tabelle 4.2** die Abgasemissionen im NEFZ für die Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor zusammengestellt. In den Tabellen sind die limitierten Schadstoffkomponenten Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und Partikel angegeben.

Die Messergebnisse werden den jeweils bei der bei Typprüfung zugrunde gelegten Grenzwerten gegenübergestellt. Die Richtlinie 98/69/EG sieht bei der Prüfung der Konformität von im Betrieb befindlichen Fahrzeugen bei der Bewertung der im Fahrzyklus ermittelten Abgasemissionen keinen Verschlechterungsfaktor vor. Daher wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens bei der Beurteilung der Abgasemissionen kein Verschlechterungsfaktor berücksichtigt.

Traten im Anlieferungszustand bei den ersten drei Fahrzeugen Grenzwertüberschreitungen auf, so wurden in Absprache mit dem Umweltbundesamt zusätzliche Fahrzeuge des gleichen Typs ausgewählt. Daher ist für jeden Typ die Anzahl der untersuchten Fahrzeuge in den Tabellen angegeben.

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Stand der Zulassung	Fz.- Anzahl	Ø Fahr- leistung [km]	Zustand	Emissionsmittelwerte			
							CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]
1	BMW	116i	Euro 4	3	28.268	Anlieferung	0,660	0,066	0,019	0,085
	BMW	116i	Euro 4	2	19.922	Anlieferung	0,371	0,066	0,020	0,086
2	HONDA	Jazz	Euro 4	3	45.757	Anlieferung	0,407	0,060	0,059	0,119
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	3	28.466	Anlieferung	0,791	0,037	0,011	0,048
4	SKODA	Fabia	Euro 4	5	42.514	Anlieferung	0,479	0,086	0,038	0,124
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	3	38.709	Anlieferung	0,179	0,038	0,043	0,081
Grenzwerte Euro 4							1,0	0,1	0,08	-

Tabelle 4.1: Mittelwerte der Abgasemissionen der Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor im Neuen Europäischen Fahrzyklus

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Stand der Zu- lassung	Fz.- Anzahl	Ø Fahr- leistung [km]	Zustand	Emissionsmittelwerte				
							CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]
6	MAZDA *)	6	Euro 4	3	33.788	Anlieferung	0,676	0,041	0,474	0,514	0,0708
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	3	42.656	Anlieferung	0,746	0,164	0,676	0,841	0,0168
Grenzwerte Euro 3							0,64		0,50	0,56	0,05
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	3	79.127	Anlieferung	0,386	0,055	0,234	0,289	0,0150
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	3	37.362	Anlieferung	0,053	0,012	0,187	0,199	0,0010
10	OPEL	Corsa	Euro 4	5	43.829	Anlieferung	0,606	0,075	0,258	0,331	0,0174
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	5	48.521	Anlieferung	0,269	0,049	0,236	0,285	0,0022
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	5	50.667	Anlieferung	0,169	0,054	0,279	0,333	0,0256
Grenzwerte Euro 4							0,50	-	0,25	0,30	0,025

*) gemessen bei der Feldüberwachung der Vehicle Certification Agency

Tabelle 4.2: Mittelwerte der Abgasemissionen der Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor im Neuen Europäischen Fahrzyklus

Aus **Tabelle 4.1** wird deutlich, dass bei allen untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor die jeweiligen Grenzwerte der EG-Typgenehmigung durch die Mittelwerte der Abgasemissionen eingehalten wurden. Bei dem SKODA Fabia traten jedoch im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen bei einzelnen Fahrzeugen im Zertifizierungszyklus auf.

BMW 116i

Alle fünf untersuchten BMW 116i hielten im Anlieferungszustand die Euro 4 Grenzwerte im Typ I Test ein. In **Abbildung 4.1** sind die Kohlenmonoxid- und die Kohlenwasserstoffemissionen im NEFZ für die BMW 116i dargestellt.

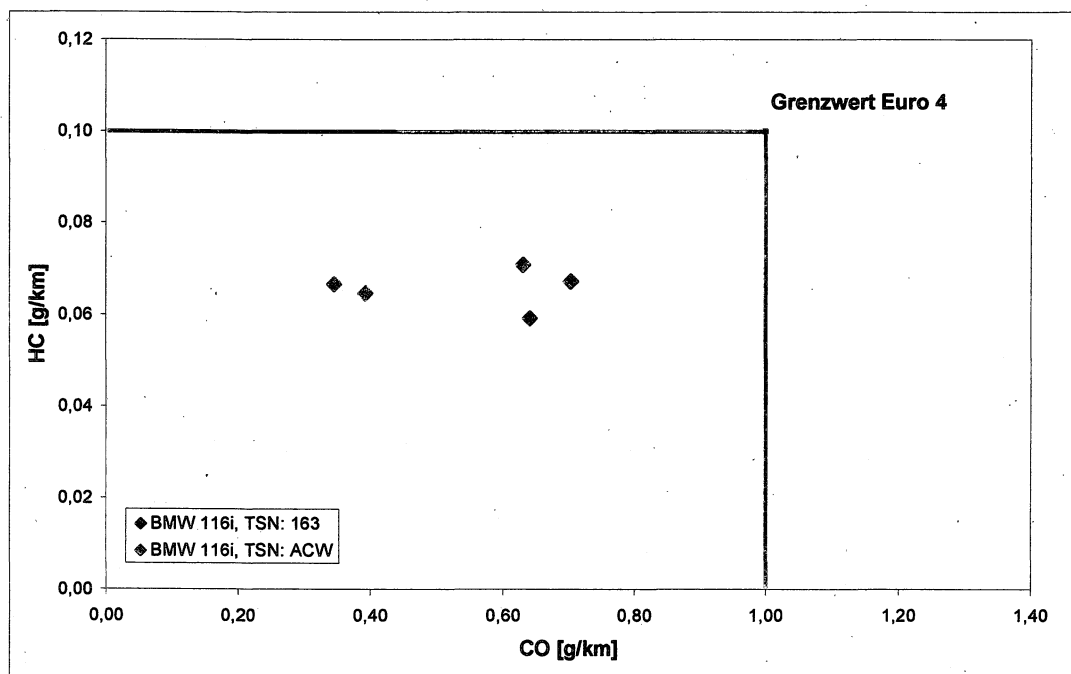


Abbildung 4.1: BMW 116i, Abgasemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

HONDA Jazz

In **Abbildung 4.2** sind die CO und HC Emissionen der HONDA Jazz im NEFZ den Euro 4 Grenzwerten gegenübergestellt. Bei den untersuchten Fahrzeugen sind keine Auffälligkeiten festgestellt worden.

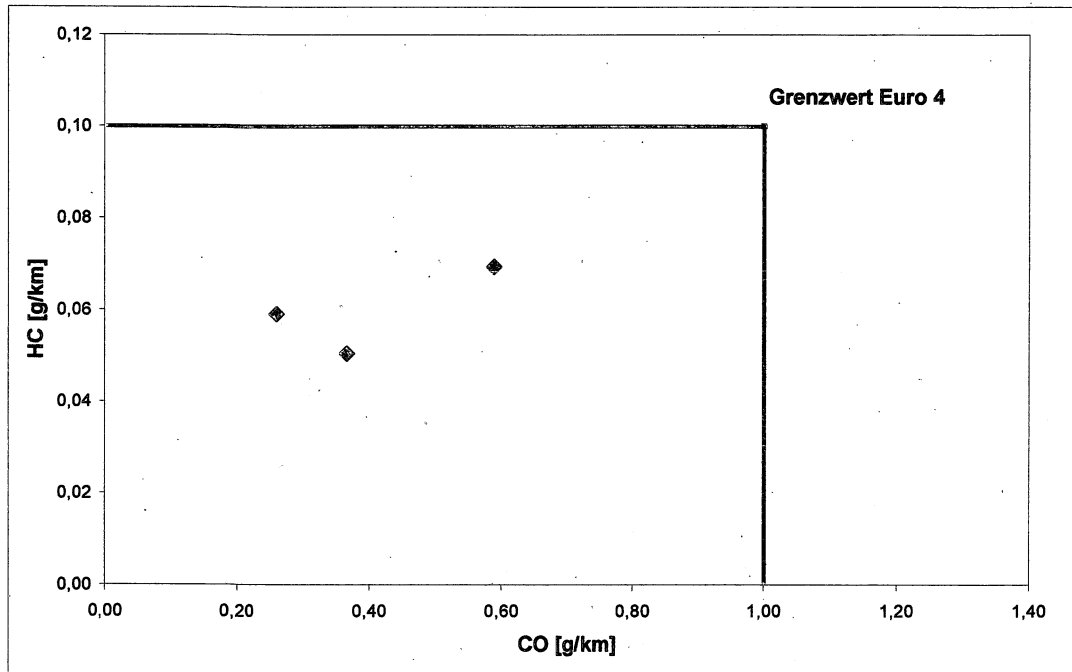


Abbildung 4.2: HONDA Jazz, Abgasemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

000060

OPEL Vectra

Abbildung 4.3 zeigt die Kohlenmonoxid- und die Kohlenwasserstoffemissionen der OPEL Vectra im Typ I Test. Die untersuchten OPEL Vectra erfüllten im NEFZ die Euro 4 Grenzwerte.

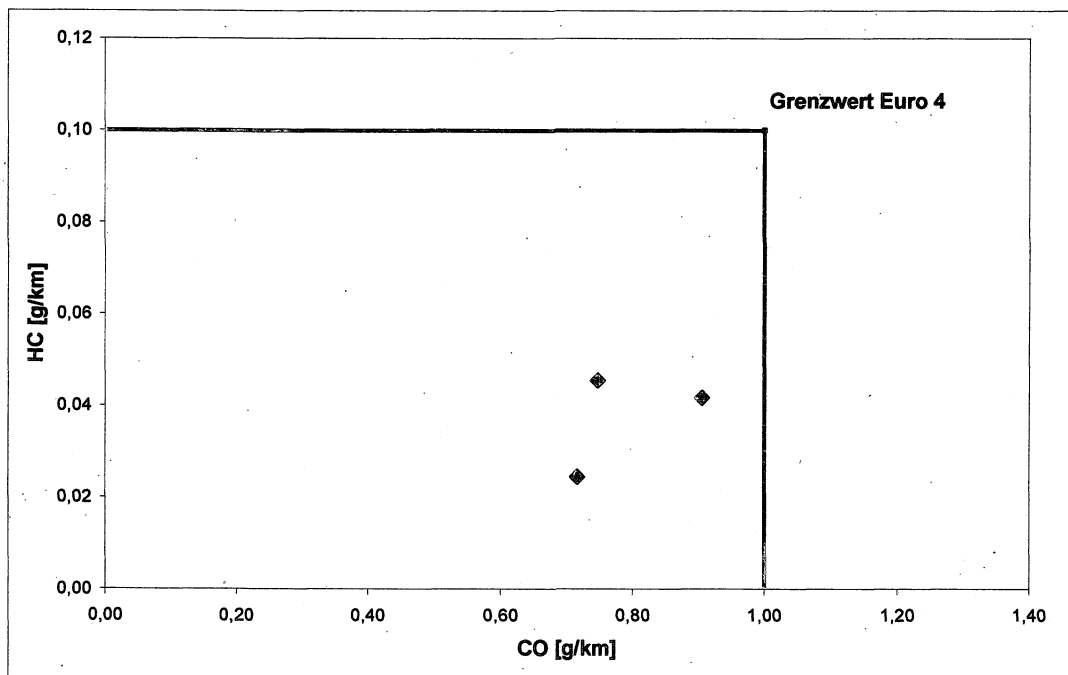


Abbildung 4.3: OPEL Vectra, Abgasemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

SKODA Fabia 1.4l:

Im Anlieferungszustand wurden bei zwei von zunächst drei SKODA Fabia 1.4l die Grenzwerte für die Kohlenmonoxid und für Kohlenwasserstoffe überschritten. Nach Rücksprache mit einem Fahrzeughalter wurde festgestellt, dass eines dieser Fahrzeuge entgegen der Herstellervorgabe mit Normal-Benzin betrieben worden war. Daher wurde die Messung im Typ I Test bei diesem Fahrzeug mit Referenzkraftstoff wiederholt. Dabei wurden die Grenzwerte eingehalten. Da die Grenzwertüberschreitung bei diesem Fahrzeug auf ein Fehlverhalten des Fahrzeughalters und nicht auf einen typspezifischen Fehler zurückzuführen sind, wurden die im Anlieferungszustand mit Normal-Benzin ermittelten Abgaswerte nicht berücksichtigt. Aufgrund der Grenzwertüberschreitung bei einem zweiten Fahrzeug wurden zwei zusätzlich Fahrzeuge des gleichen Typs untersucht. Da bei diesen Messungen keine Auffälligkeiten festgestellt werden konnten, wurde die Stichprobe mit einem auffälligen von insgesamt fünf untersuchten Fahrzeugen als positiv bewertet und die Untersuchung abgeschlossen. In **Abbildung 4.4** sind die Kohlenmonoxid - und die Kohlenwasserstoffemissionen im NEFZ für den SKODA Fabia dargestellt.

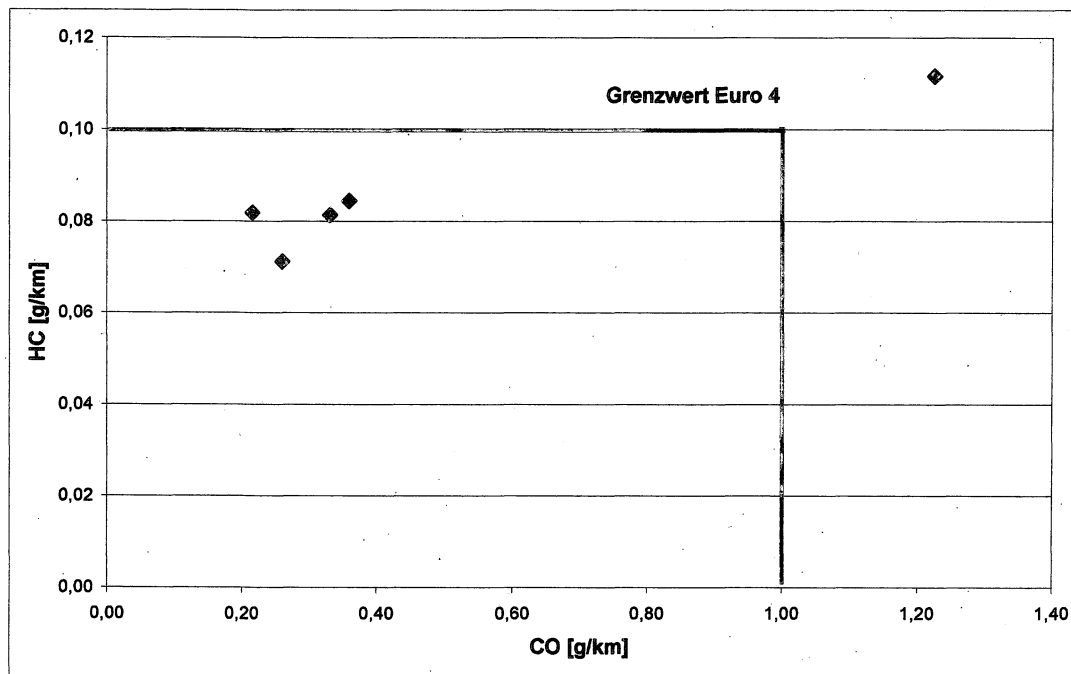


Abbildung 4.4: SKODA Fabia, Abgasemissionen im Anlieferungszustand und nach den Maßnahmen an Fahrzeugen 1 und 3 im NEFZ

VOLKSWAGEN Golf

In **Abbildung 4.5** sind die Kohlenmonoxid- und die Kohlenwasserstoff Emissionen der untersuchten VW Golf dargestellt. Alle Fahrzeuge dieses Typs erfüllten die Euro 4 Grenzwerte im Typ I Test.

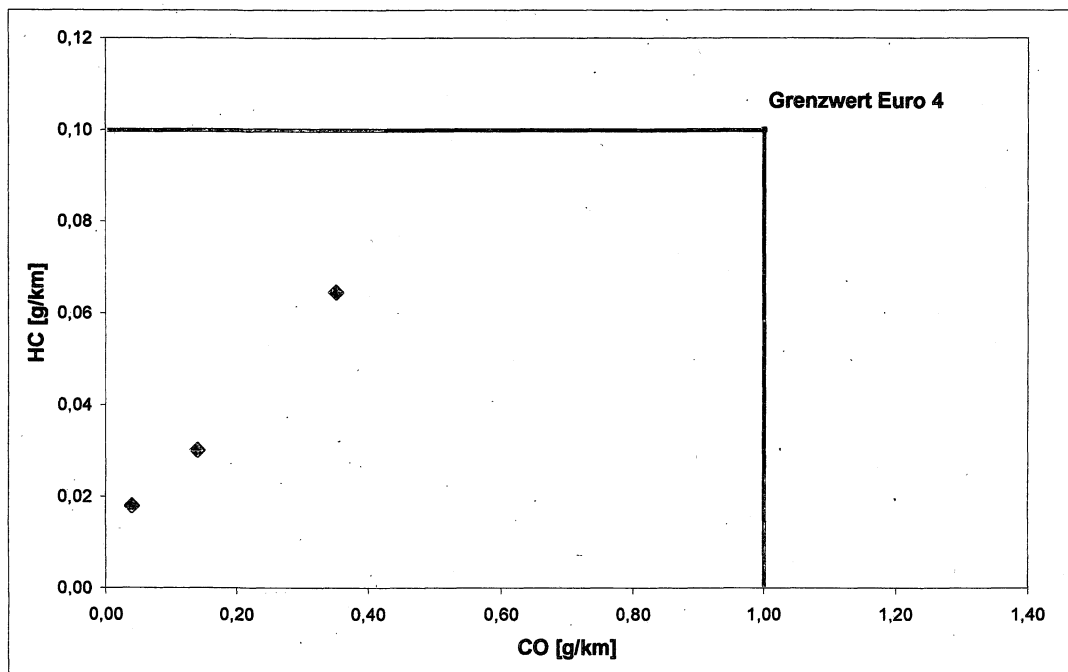


Abbildung 4.5: VW Golf, Abgasemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

Tabelle 4.2 zeigt, dass bei drei Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor im Anlieferungszustand Grenzwerte durch den Mittelwert der Abgasemissionen überschritten wurde. Bei fünf der sieben untersuchten Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor traten bei einzelnen Fahrzeugen im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen im Neuen Europäischen Fahrzyklus auf: MAZDA 6; MERCEDES Vaneo, OPEL Corsa, TOYOTA Avensis und VOLKSWAGEN Touran.

MAZDA 6

Vor Beginn der Messungen am MAZDA 6 im Rahmen der Feldüberwachung VII wurde dieser Fahrzeugtyp bereits in einem Feldüberwachungsprogramm der Vehicle Certification Agency (VCA) in Großbritannien untersucht. Dabei wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde von MAZDA zugesichert, dass die erforderlichen Maßnahmen zur Verringerung der Abgasemissionen auch an den in Deutschland im Verkehr befindlichen Fahrzeugen durchgeführt werden.

000063

MERCEDES Vaneo

Bei allen untersuchten MERCEDES Vaneo wurden im Neuen Europäischen Fahrzyklus Überschreitungen des Grenzwertes für die Stickoxidemissionen und des Summengrenzwertes für Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen festgestellt. Bei vier dieser Fahrzeuge trat zusätzlich eine Überschreitung des Grenzwertes für Kohlenmonoxidemissionen auf. Aufgrund dieser Messergebnisse wurde durch den Fahrzeughersteller eine Untersuchung der betroffenen Fahrzeuge durchgeführt. Als Ursache für die Grenzwertüberschreitung wurde dabei die Höhenkorrektur identifiziert. Daraufhin wurde vereinbart, dass dieser Fehler bei den im Verkehr befindlichen Fahrzeugen des betroffenen Typs durch eine Softwareanpassung im Steuergerät behoben wird.

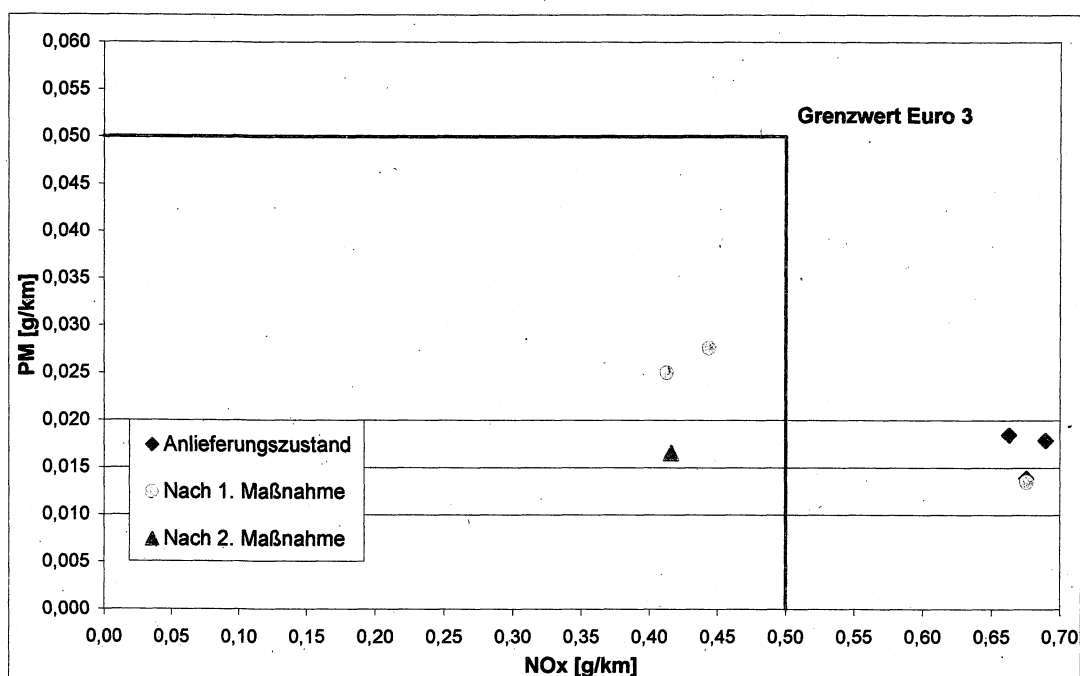


Abbildung 4.6: MERCEDES Vaneo, Abgasemissionen im NEFZ

000064

AUDI A4 TDI

Alle untersuchten AUDI A4 TDI hielten im Anlieferungszustand die Euro 4 Grenzwerte im Typ I Test ein. In **Abbildung 4.7** sind die Stickoxid- und die Partikelemissionen im NEFZ für die AUDI A4 TDI dargestellt.

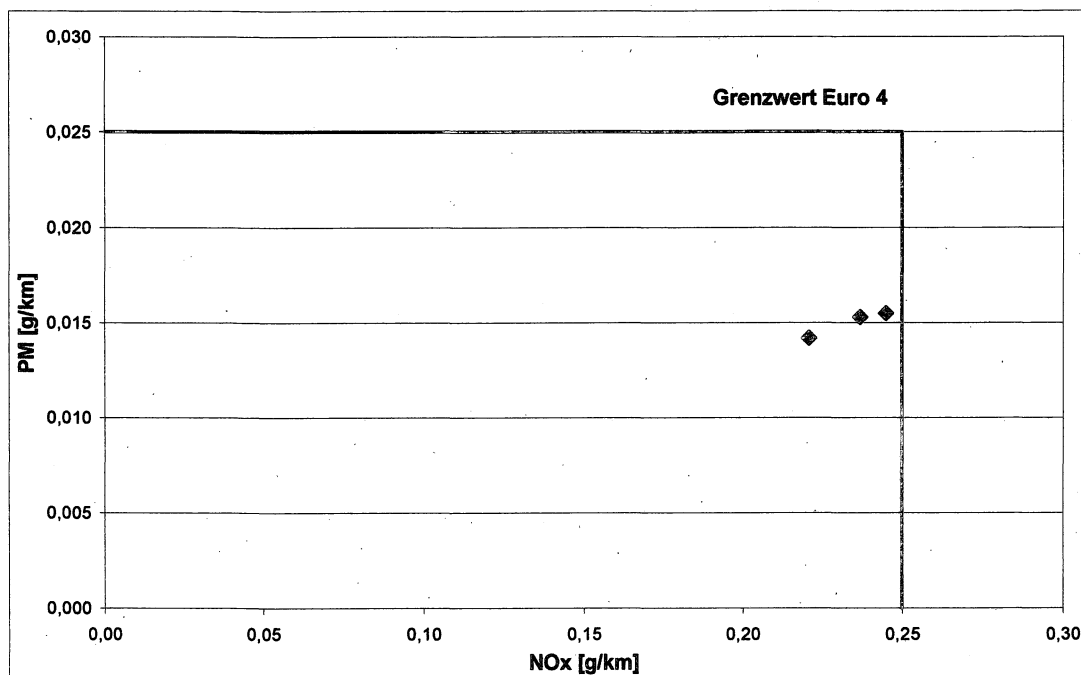


Abbildung 4.7: AUDI A4 TDI, Stickoxid- und Partikelemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ.

000065

MERCEDES C220 CDI

In **Abbildung 4.8** sind die Stickoxid- und die Partikelemissionen der untersuchten MERCEDES C220 CDI dargestellt. Alle Fahrzeuge dieses Typs erfüllten die Euro 4 Grenzwerte im Typ I Test.

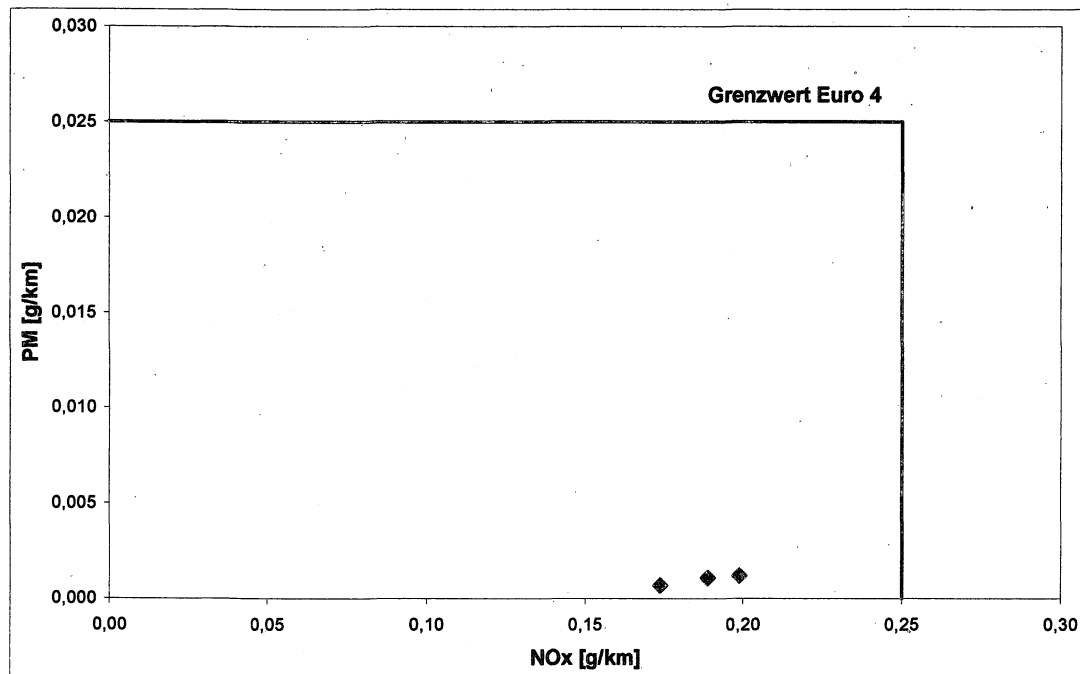


Abbildung 4.8: MERCEDES C220 CDI, Stickoxid- und Partikelemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

OPEL Corsa

In **Abbildung 4.9** sind die Stickoxid- und die Partikelemissionen für die untersuchten OPEL Corsa dargestellt. Es wird deutlich, dass bei allen fünf Fahrzeugen dieses Typs im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen festgestellt wurden. Bei vier OPEL Corsa wurde der Grenzwert für Stickoxidemissionen, von vier Fahrzeugen der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen, von zwei Fahrzeugen der Grenzwert für Kohlenmonoxidemissionen und von einem Fahrzeug der Grenzwert für Partikelemissionen überschritten.

Aufgrund dieser Messergebnisse wurden die Fahrzeuge in Zusammenarbeit mit dem Hersteller eingehend untersucht. OPEL führt die erhöhten Stickoxidemissionen auf eine mögliche Beeinträchtigung der Abgasrückführung durch eine Verschmutzung des AGR-Systems zurück. Dieses Problem war bei OPEL schon bekannt. Zur Abhilfe wurde eine neue Software entwickelt, die ab dem 19. Januar 2007 europaweit verwendet wird. Jedes betroffene Fahrzeug soll beim nächsten Werkstattaufenthalt mit dieser Software geflasht werden. Für die erhöhten Kohlenmonoxid-, Kohlenwasserstoff- und Partikelemissionen konnte OPEL keine Erklärung finden.

Die Messergebnisse und die Stellungnahme des Herstellers sind im Typbericht detailliert dargestellt.

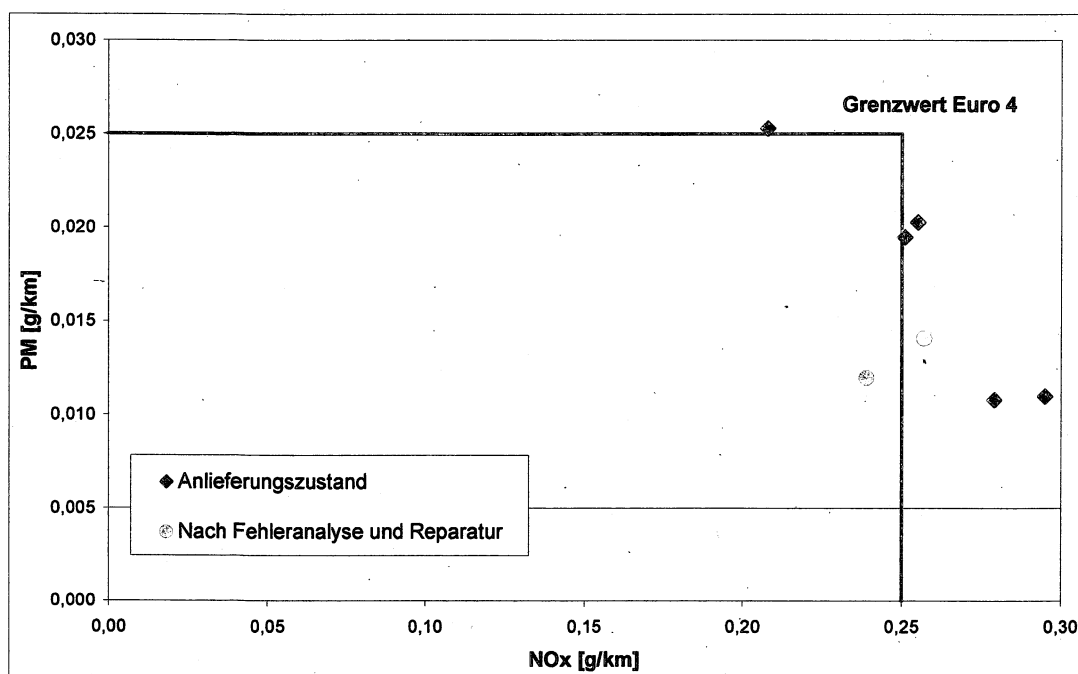


Abbildung 4.9: OPEL Corsa, Stickoxid- und Partikelemissionen im Anlieferungszustand im NEFZ

TOYOTA Avenis

Bei zwei der fünf untersuchten TOYOTA Avenis wurden erhöhte Stickoxidemissionen festgestellt, die zu einer Überschreitung des NOx-Grenzwertes und des Summengrenzwertes für Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen geführt haben. Die Stickoxidemissionen und die Partikelemmissionen der untersuchten TOYOTA Avenis sind in **Abbildung 4.10** dargestellt.

Der TOYOTA Avenis ist mit einem periodisch regenerierenden Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet. In Zusammenarbeit mit dem Herstellervertreter wurde eine Regeneration des Systems eingeleitet. Nach zweimaliger Regeneration wurden von einem der beiden auffälligen Fahrzeuge die Euro 4 Grenzwerte eingehalten. Bei einem auffälligen von 5 untersuchten Fahrzeugen ist die Stichprobe gemäß Richtlinie als positiv zu bewerten.

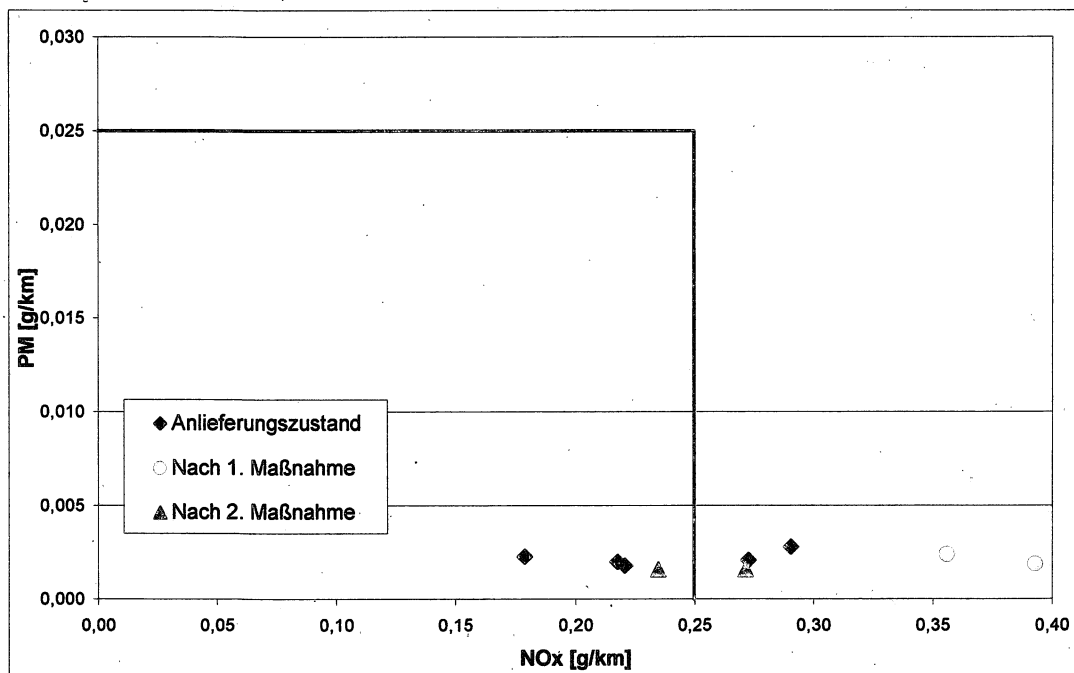


Abbildung 4.10: TOYOTA Avenis, Stickoxid- und Partikelemissionen im NEFZ

000068

VOLKSWAGEN Touran TDI

Abbildung 4.11 zeigt die Stickoxid- und die Partikelemissionen der untersuchten VW Touran TDI. Es wird deutlich, dass bei allen fünf Fahrzeugen Grenzwertüberschreitungen aufgetreten sind. Bei vier Fahrzeugen dieses Typs wurde sowohl der Grenzwert für die Stickoxidemissionen als auch der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen überschritten. Bei dem fünften Fahrzeug wurde eine Überschreitung des Partikelgrenzwertes festgestellt.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden die Fahrzeuge durch den Fahrzeughersteller untersucht. VOLKSWAGEN will die erhöhten Emissionen durch eine geänderte Software vermeiden und hat eine Softwareanpassung für die Serienproduktion vorgenommen. Außerdem werden im Rahmen einer freiwilligen Feldaktion Kundenfahrzeuge beim Werkstattbesuch damit ausgerüstet (sog. Flashen). Die Messergebnisse und die Stellungnahme des Herstellers sind im Typbericht im Anhang dargestellt.

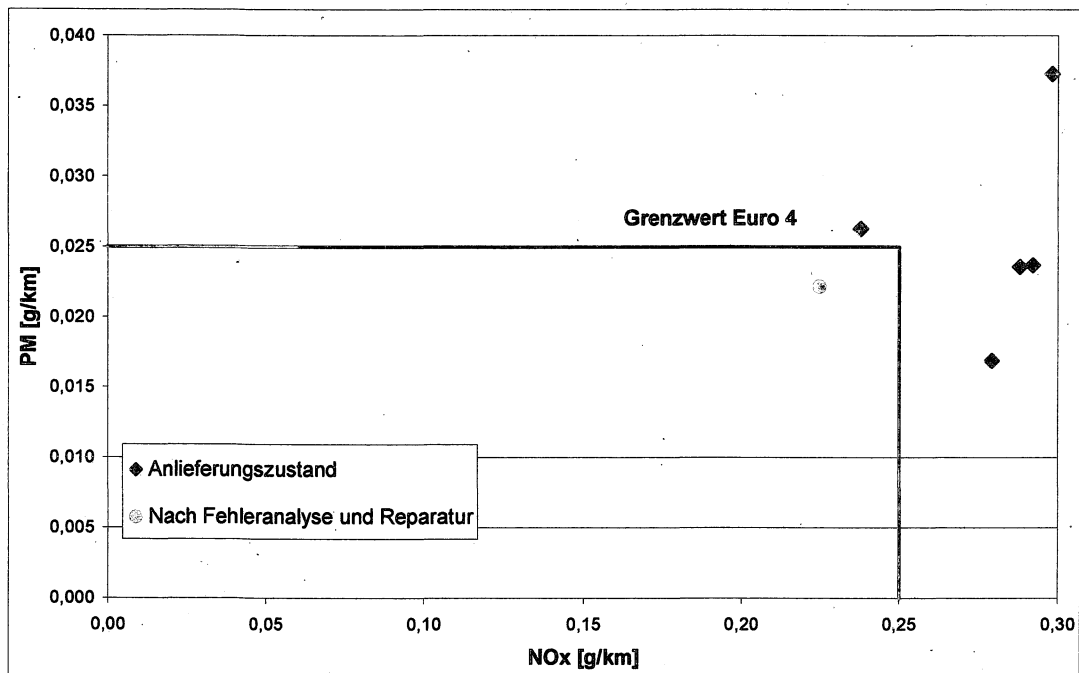


Abbildung 4.11: VW Touran TDI, Stickoxid- und Partikelemissionen im NEFZ

4.1.2 Bewertung der Abgasemissionen im Typprüfzyklus

In **Abbildung 4.12** sind die Kohlenmonoxid- und die Kohlenwasserstoffemissionen im NEFZ für die Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor dargestellt. **Abbildung 4.13** zeigt die Kohlenmonoxid - und die Stickoxidemissionen für die im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemäß Richtlinie 98/69/EG typgeprüften Einzelfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor im Anlieferungszustand. Die entsprechenden Grenzwerte sind als Linien dargestellt.

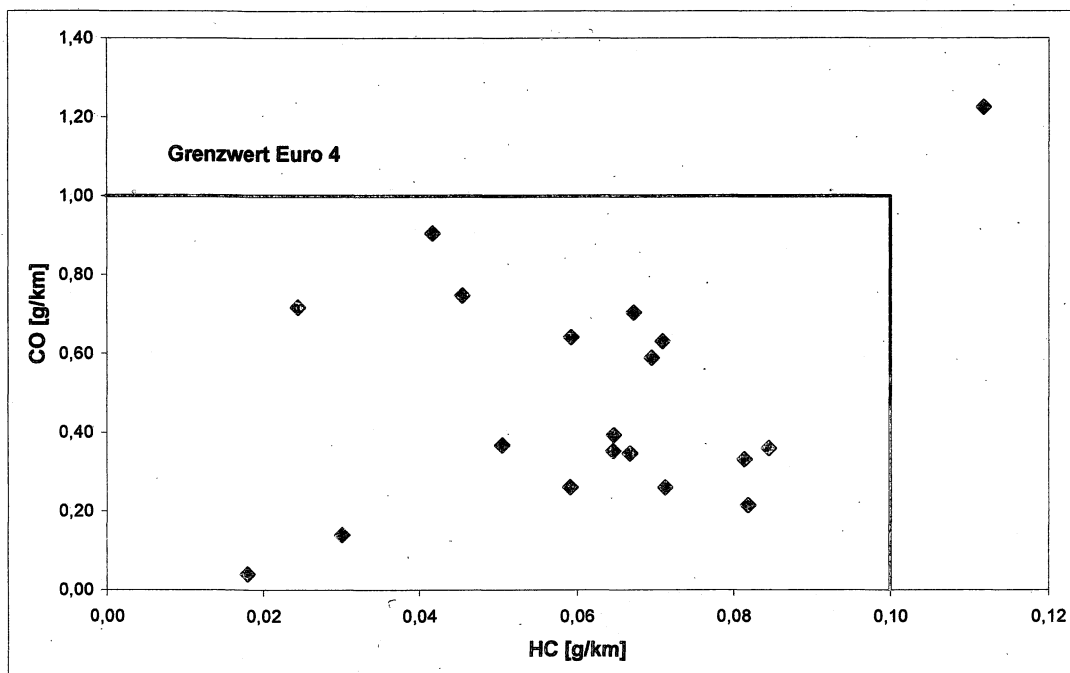


Abbildung 4.12: Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen der Einzelfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor im Anlieferungszustand

000070

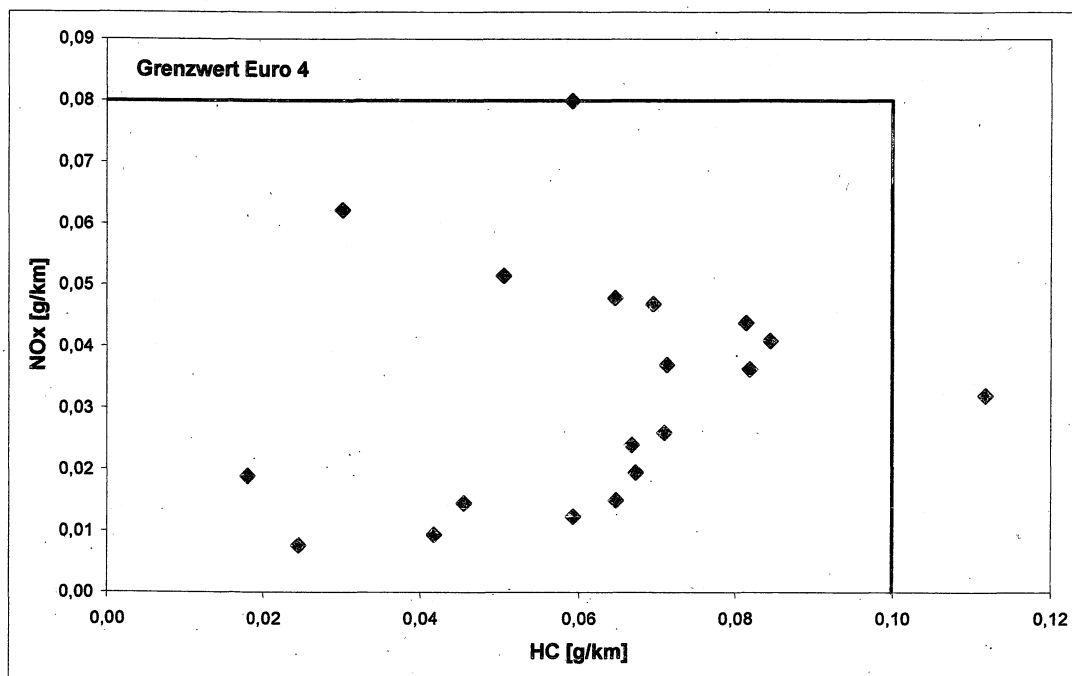


Abbildung 4.13: Stickoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen der Einzelfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor im Anlieferungszustand

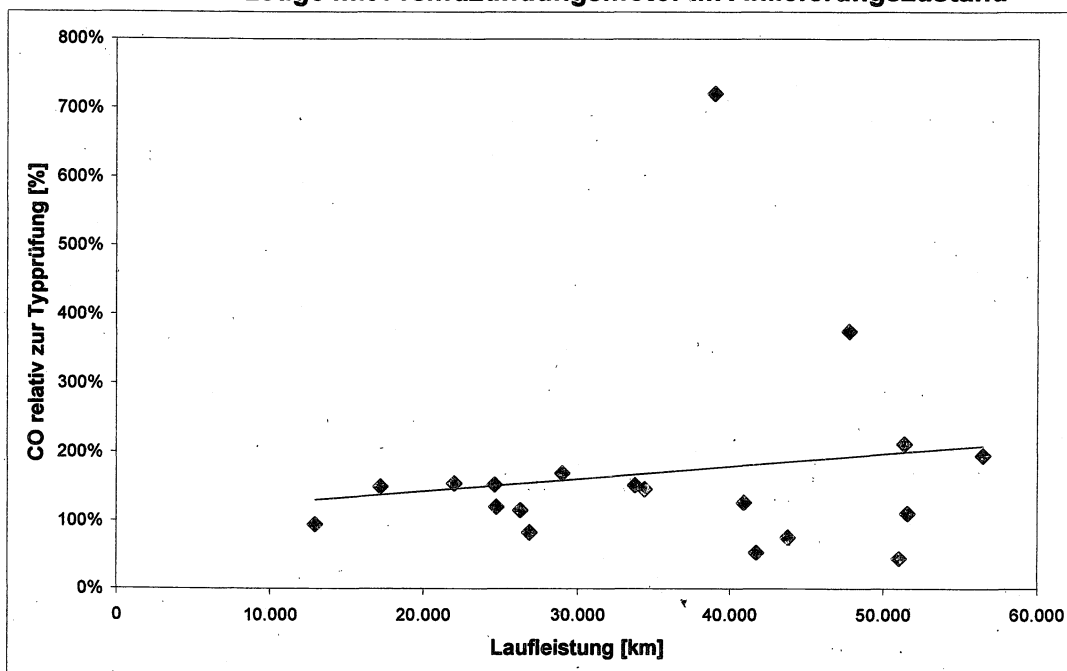


Abbildung 4.14: Kohlenmonoxidemissionen von Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor bei der Feldüberwachung relativ zum Typprüfwert abhängig von der Laufleistung

000071

Abbildungen 4.12 und 4.13 machen deutlich, dass bei einem von insgesamt neunzehn untersuchten Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen festgestellt wurden. Offensichtlich stellt die Einhaltung der Euro 4 Grenzwerte auch bei bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor im Allgemeinen kein Problem dar.

In **Abbildung 4.14** sind die Kohlenmonoxidemissionen der Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor relativ zum Typprüfwert über die Laufleistung aufgetragen. Dabei ist eine Abhängigkeit der Emissionen von der Laufleistung zu erkennen. Allerdings ist der Anstieg der CO Emissionen über die Laufleistung bei den untersuchten Fahrzeugen sehr gering.

Ein völlig anderes Bild als bei den Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor bietet sich bei den Dieselfahrzeugen. **Abbildung 4.15** zeigt die Partikel- und die Stickoxidemissionen und **Abbildung 4.16** die Kohlenmonoxid- und die Summe der Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen für die im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemäß Richtlinie 98/69/EG typgeprüften Einzelfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor im Anlieferungszustand. Die entsprechenden Grenzwerte für Euro 3 und Euro 4 sind als Linien dargestellt.

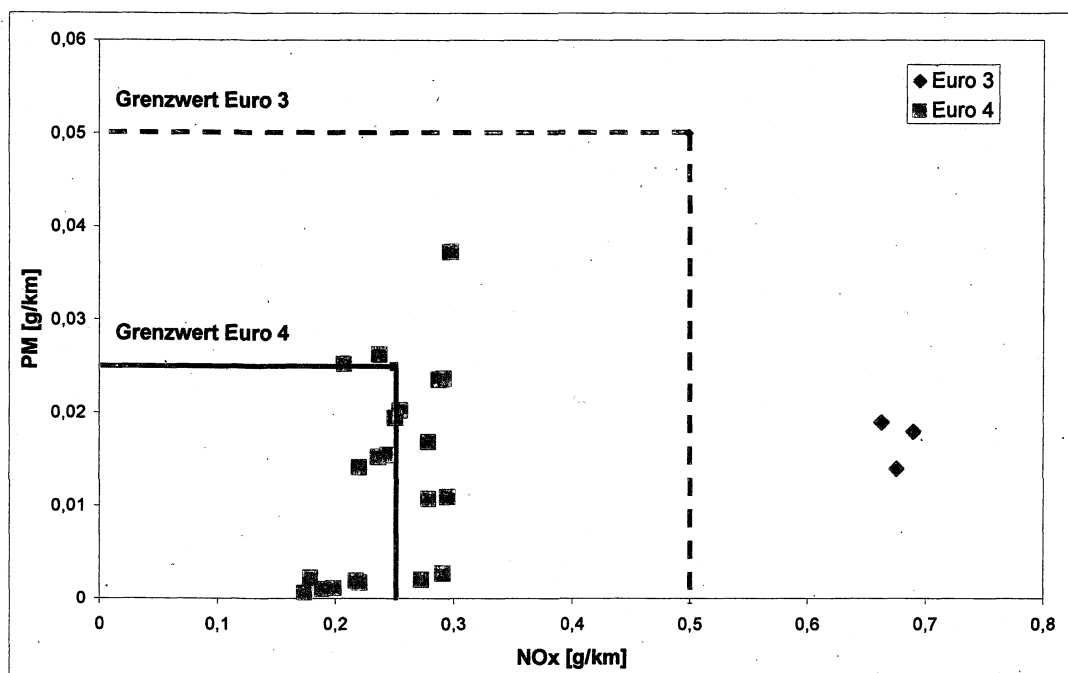


Abbildung 4.15: Partikel- und Stickoxidemissionen der Einzelfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor im Anlieferungszustand

000072

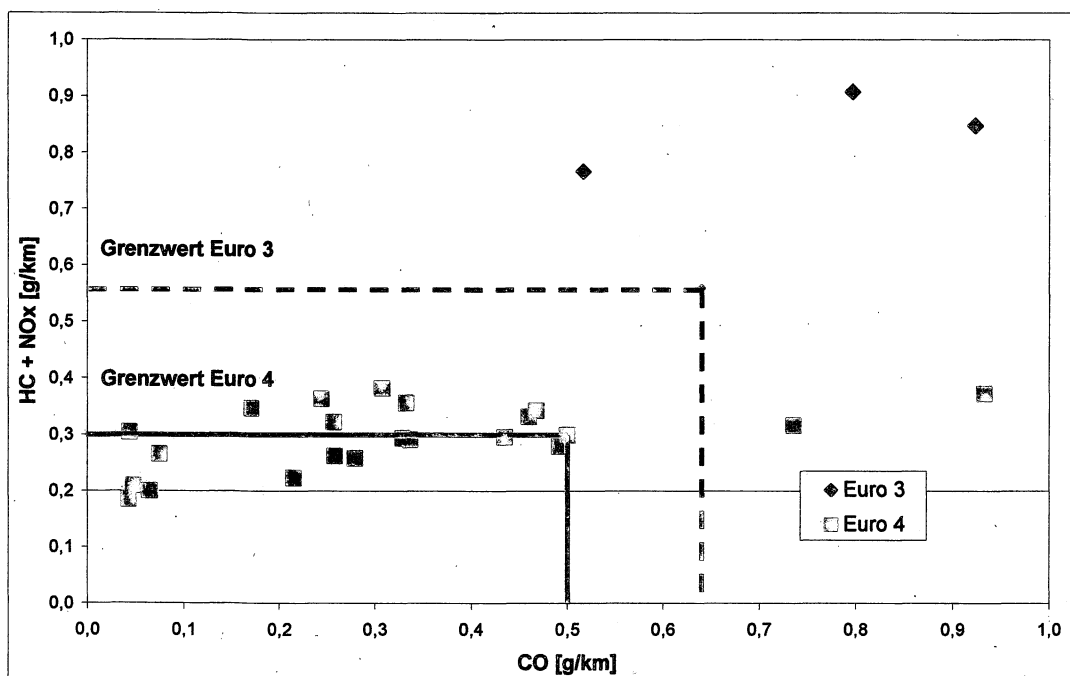


Abbildung 4.16: Kohlenmonoxid- und Summe aus Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen der Einzelfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor im Anlieferungszustand

Bei vier von sechs untersuchten Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor wurden Überschreitungen der Abgasgrenzwerte festgestellt. Bei fünfzehn der insgesamt vierundzwanzig im NEFZ untersuchten Dieselfahrzeuge wurden im Anlieferungszustand die jeweiligen Typprüfgrenzwerte überschritten. Bei einem weiteren Typ mit Kompressionszündungsmotor wurden in einem Feldüberwachungsprogramm der VCA in Groß Britannien Auffälligkeiten festgestellt. Dabei traten bei zwei von drei untersuchten Fahrzeugen dieses Typs Grenzwertüberschreitungen auf.

000073

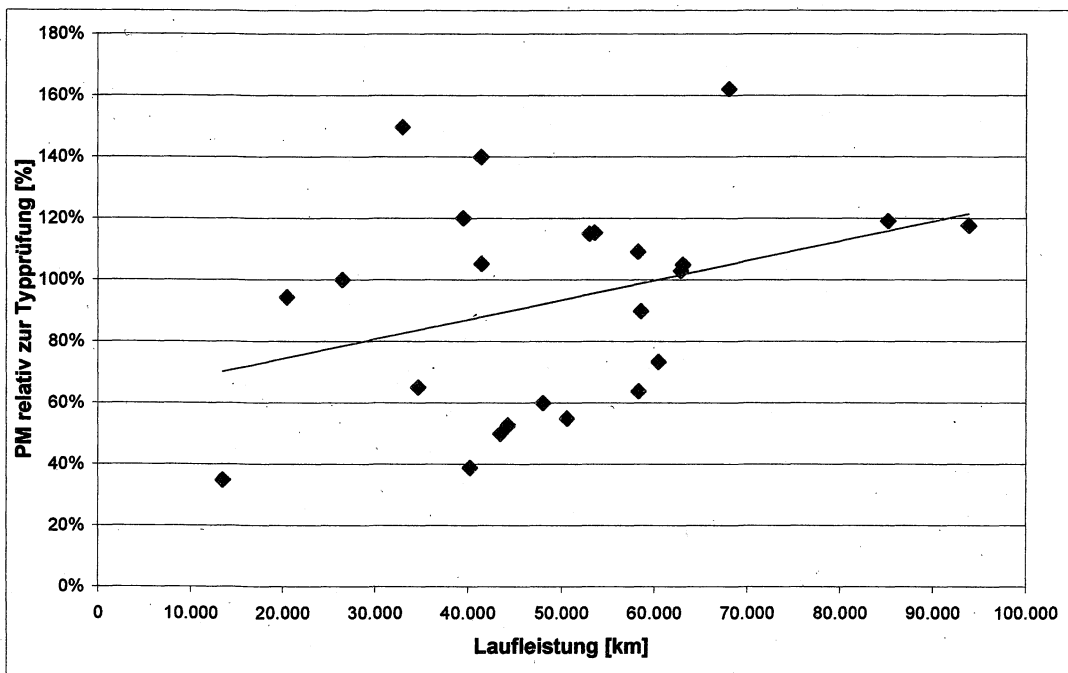


Abbildung 4.17: Partikelmissionen von Dieselfahrzeugen bei der Feldüberwachung relativ zum Typprüfwert abhängig von der Laufleistung

Abbildung 4.17 zeigt die Partikelemissionen der Dieselfahrzeuge relativ zum Typprüfwert über die Laufleistung. Eine Abhängigkeit der Emissionen von der Laufleistung ist nicht eindeutig zu erkennen. Das lässt sich dadurch erklären, dass ein großer Teil der untersuchten Dieselfahrzeuge Auffälligkeiten aufwiesen, die zu Verschlechterungen der Abgasemissionen geführt haben, die nicht direkt von der Laufleistung abhängig waren.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine dauerhafte Einhaltung der Abgasgrenzwerte bei im Verkehr befindlichen Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor eine Herausforderung darstellt. Insbesondere der mit der Richtlinie 98/69/EG eingeführte Einzelgrenzwert für die Stickoxidemissionen und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide bereitet bei den im Feld befindlichen Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotoren erhebliche Schwierigkeiten.

4.2 Kohlendioxidemissionen und Kraftstoffverbrauch

Gemäß Richtlinie 1999/100/EG dürfen die Mitgliedsstaaten aus Gründen, die sich auf die Emissionen von Kohlendioxid und auf den Kraftstoffverbrauch beziehen, für einen Fahrzeugtyp die Erteilung der EG-Typgenehmigung oder der Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung nicht verweigern, wenn die CO₂-Emission und der Kraftstoffverbrauch gemäß Anhang I der Richtlinie ermittelt wurden. Diese Werte sind damit Bestandteil der Typgenehmigung, Grenzwerte gibt es jedoch nicht. Die CO₂- und Verbrauchswerte dienen der Verbraucherinformation und ggf. der steuerlichen Einstufung der Fahrzeuge (in Deutschland z.B. steuerliche Förderung von Pkw, die eine CO₂-Emission von 90 bzw. 120 g/km unterschreiten). Sie müssen gemäß Richtlinie in einem Dokument enthalten sein, das dem Fahrzeughalter beim Kauf vom Hersteller übergeben wird. Erhebliche Überschreitungen der CO₂- und Verbrauchswerte könnten damit im rechtlichen Sinn zu Gewährleistungsansprüchen des Käufers führen.

Der Kraftstoffverbrauch wird aus den bei der Typprüfung im „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ gemessenen CO₂-Emissionen und den anderen kohlenstoffhaltigen Emissionen (CO und HC) berechnet. Zusätzlich zu den Kraftstoffverbrauchswerten geben die Fahrzeughersteller Werte für die Kohlendioxidemissionen an. Diese CO₂-Angaben entsprechen nicht unbedingt den tatsächlich gemessenen Werten sondern werden zum Teil mit Hilfe eines festen Faktors aus dem Kraftstoffverbrauch berechnet. Die Faktoren für diese Berechnung betragen ca. 24 für Benzin und 27 für Dieselmotorkraftstoff. Die Messung nach Richtlinie 1999/100/EG erfolgt mit Referenzkraftstoff wie bei den parallelen Abgasmessungen. Das Prüffahrzeug muss in einwandfreiem mechanischen Zustand vorgeführt werden und bei der Typprüfung mindestens 3.000 km, jedoch weniger als 15.000 km eingefahren worden sein.

In der folgenden **Tabelle 4.3** sind die Mittelwerte der Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauches für die verschiedenen Fahrzeugtypen den jeweiligen Herstellerangaben gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Messungen in der Regel mit marktüblichem Kraftstoff durchgeführt wurden. /21/, /22/

Die **Tabelle 4.3** zeigt, dass bei acht Fahrzeugtypen die gemessenen Kohlendioxidemissionen und der aus den Emissionen ermittelte Kraftstoffverbrauch unter den jeweiligen Herstellerangaben lagen. Bei drei Typen entsprachen die ermittelten Werte für die CO₂-Emissionen und den Verbrauch etwa den Herstellerangaben. Bei zwei Fahrzeugtypen lagen die Kohlendioxidemissionen und der Kraftstoffverbrauch um 3,4 % bis 4,8 % über der Herstellerangabe.

Nr.	Hersteller	Verkaufsbezeichnung	Getriebe	Ø Fahrleistung	Herstellerangaben		Messwerte		Abweichung zur Herstellerangabe	
					CO ₂ [g/km]	Verbrauch [l/100km]	CO ₂ [g/km]	Verbrauch [l/100km]	CO ₂ [%]	Verbrauch [%]
1	BMW	116i	M6	28.268	179	7,5	179,5	7,59	+ 0,3%	+1,2%
	BMW	116i	M6	19.922	179	7,5	187,6	7,91	+ 4,8%	+ 5,5%
2	HONDA	Jazz	M5 / stufenlos	45.757	135	5,7	132,4	5,58	- 1,9%	-2,7%
3	OPEL	Vectra-C	M5	28.466	182	7,6	170,3	7,21	- 6,4%	- 5,1%
4	SKODA	Fabia	M5	42.514	156	6,5	149,9	6,32	- 3,9%	- 2,8%
5	VOLKSWAGEN	Golf	M6 / A6	38.709	169,3	7,1	169,7	7,12	+ 0,2%	+ 0,7%
6	MAZDA	6								
7	MERCEDES	Vaneo	M5	42.656	157	5,9	142,0	5,44	- 9,5%	- 7,9%
8	AUDI	A4 TDI	M6	79.127	186	6,9	184,8	7,02	- 0,6%	+ 1,7%
9	MERCEDES	C220 CDI	M6	37.362	169	6,4	166,7	6,31	- 1,4%	- 1,4%
10	OPEL	Corsa	M5	43.829	122	4,5	110,2	4,21	- 9,5%	- 6,2%
11	TOYOTA	Avensis	M6	48.521	163	6,2	170,0	6,45	+ 3,4%	+ 3,6%
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	M6 / A6	50.667	167,6	6,2	165,7	6,28	- 1,1%	+1,4%

Tabelle 4.3: Mittelwerte der im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemessenen CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs

In **Abbildung 4.18** sind die Mittelwerte der im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemessenen Kohlendioxidemissionen für die untersuchten Fahrzeugtypen dargestellt. Die Werte sind nach der Höhe der Herstellerangabe für die CO₂-Emissionen geordnet.

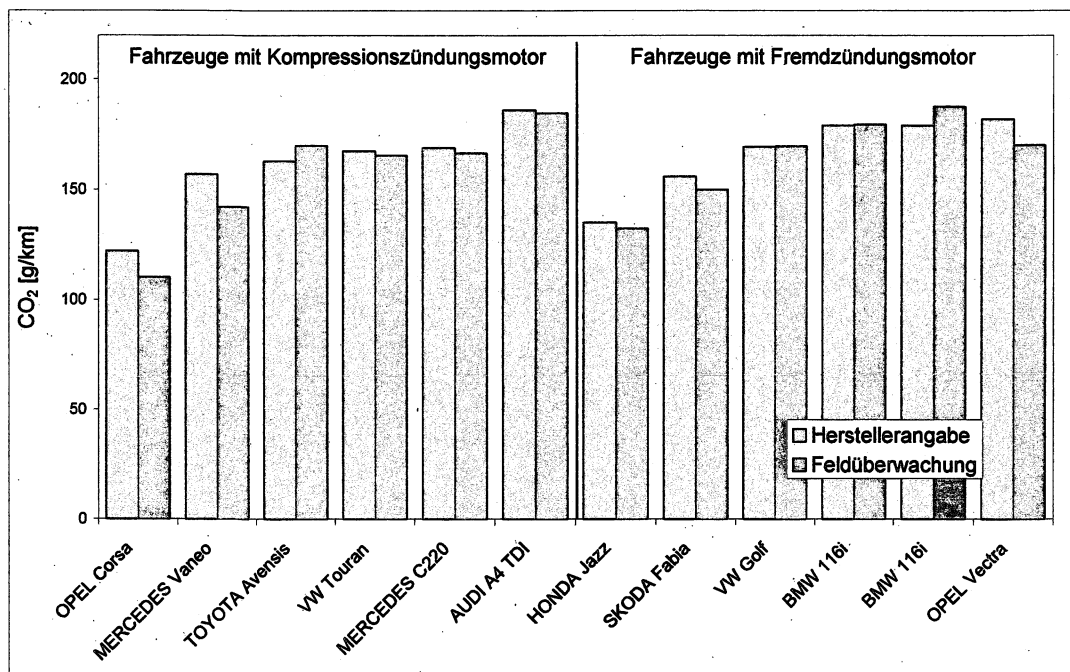


Abbildung 4.18: Kohlendioxidemissionen im NEFZ

Abbildung 4.19 zeigt die Mittelwerte der im NEFZ für die verschiedenen Fahrzeugtypen ermittelten Kraftstoffverbräuche. Die Werte sind nach der Höhe der Herstellerangabe für den Kraftstoffverbrauch geordnet.

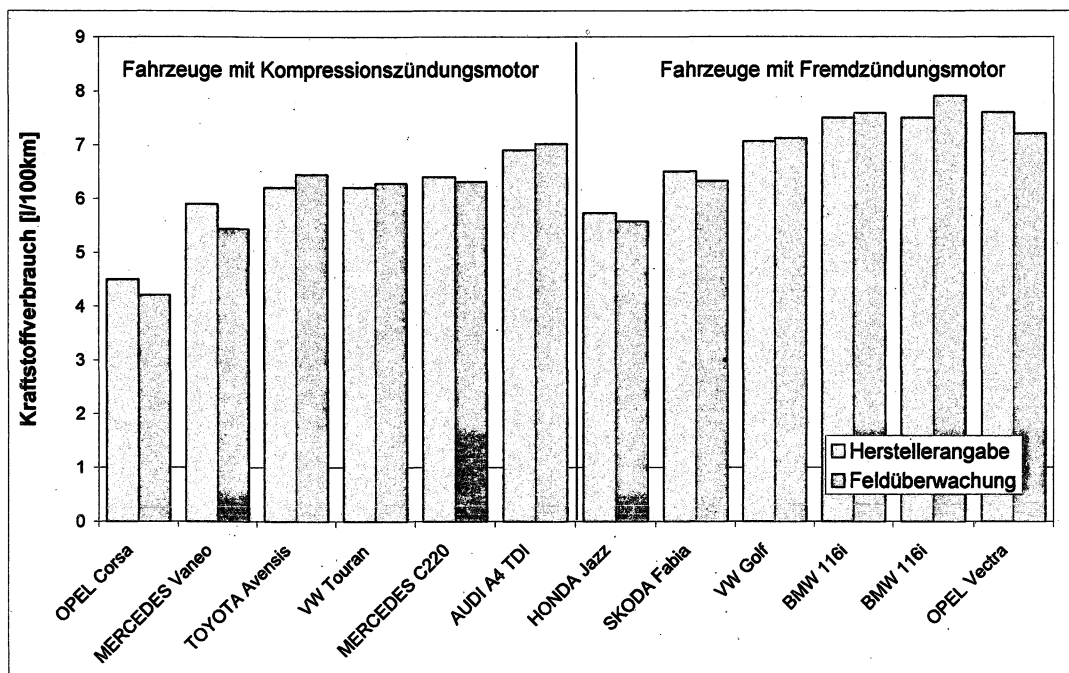


Abbildung 4.19: Kraftstoffverbrauch im NEFZ

4.3 Abgasemissionen in den zusätzlichen Fahrzyklen

Im Neuen Europäischen Fahrzyklus werden relativ niedrige Motorlasten und Fahrgeschwindigkeiten von maximal 120 km/h erreicht. Um auch abgasrelevante Betriebs-situationen beurteilen zu können, die nicht durch den NEFZ abgedeckt werden, wurden zusätzlich der FTP 75- und der Common Artemis Driving Cycle (CADC) gefahren. Sowohl im Neuen Europäischen Fahrzyklus als auch im FTP-Zyklus werden die Abgasemissionen nur im Teillastbereich erfasst werden. Aufgrund der höheren Dynamik und der damit verbundenen größeren Beschleunigungen im FTP-Zyklus werden hier höhere Motorlasten bei niedrigen Drehzahlen erreicht als im NEFZ. Im CADC werden deutlich höhere Lasten und Drehzahlen erreicht.

In den folgenden Abbildungen 4.20 bis 4.23 sind die Mittelwerte der limitierten Abgas- und Partikelemissionen für die Euro 4 Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor und mit Kompressionszündungsmotor in den verschiedenen Fahrzyklen dargestellt.

Grundsätzlich ist zu erkennen, dass die Kohlenmonoxidemissionen bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor deutlich höher sind als die der Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor. Außerdem ist der starke Anstieg der CO Emissionen der Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor im CADC Motorway Fahrzyklus auffällig. Das ist auf die hohen Drehzahlen und Motorlasten zurückzuführen, die in diesem Fahrzyklus erreicht werden.

Demgegenüber sind bei Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor die Stickoxid- und Partikelemissionen das Hauptproblem. Im CADC Motorway sind bei hohen Motor-

lasten und Drehzahlen erhöhte Stickoxid- und Partikelemissionen bei den Dieselfahrzeugen zu erkennen.

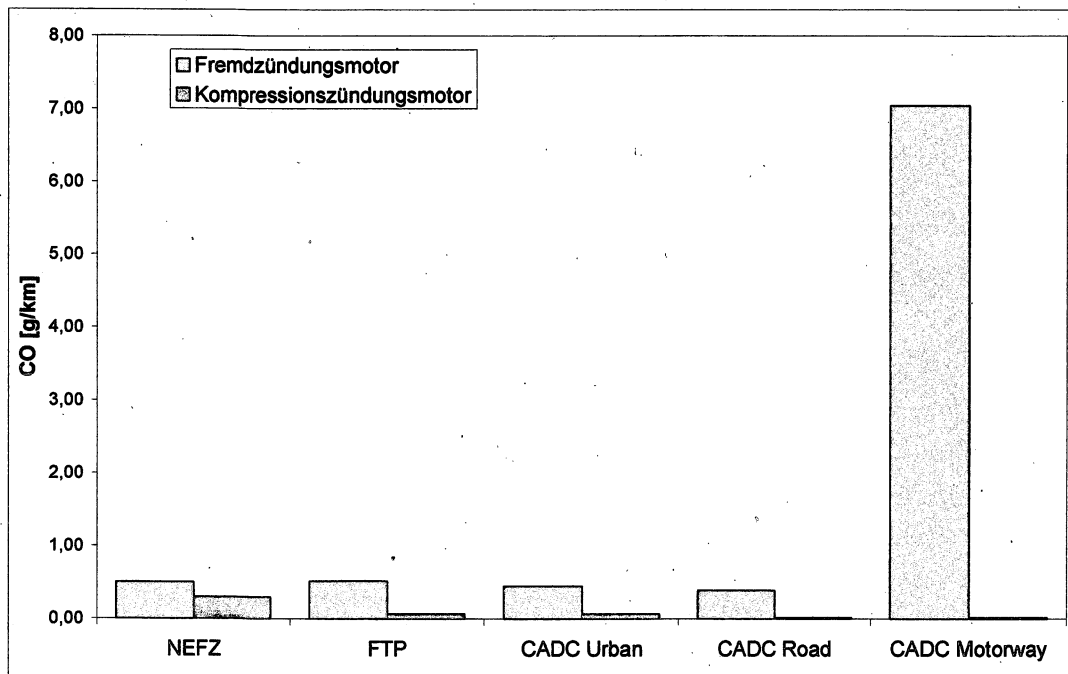


Abbildung 4.20: Kohlenmonoxidemissionen von Euro 4 Fahrzeugen in verschiedenen Fahrzyklen

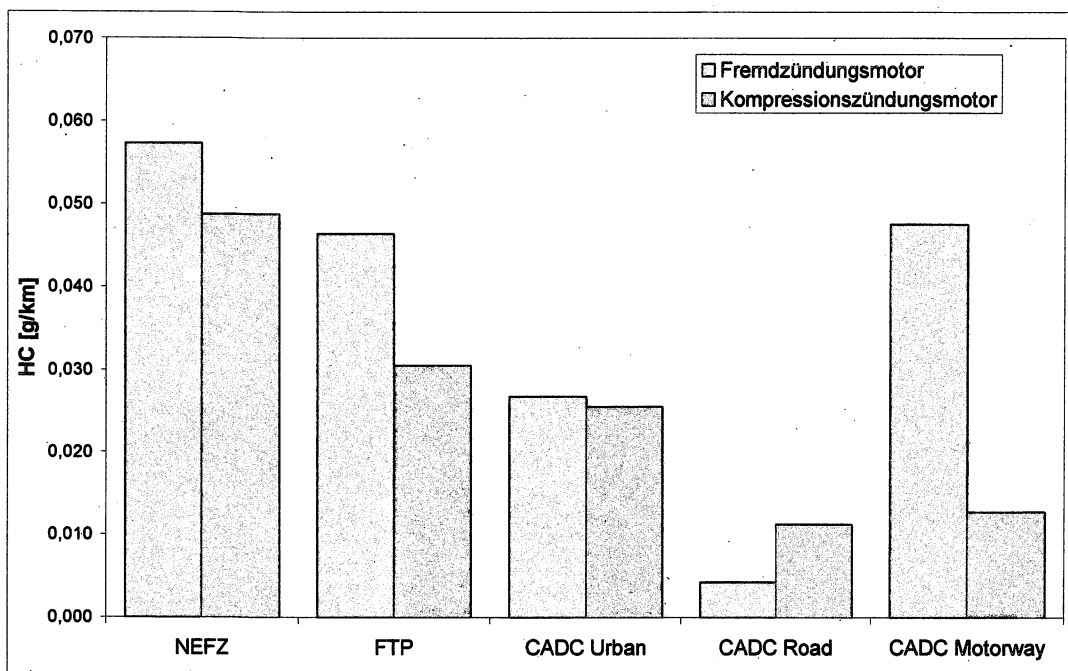


Abbildung 4.21: Kohlenwasserstoffemissionen von Euro 4 Fahrzeugen in verschiedenen Fahrzyklen

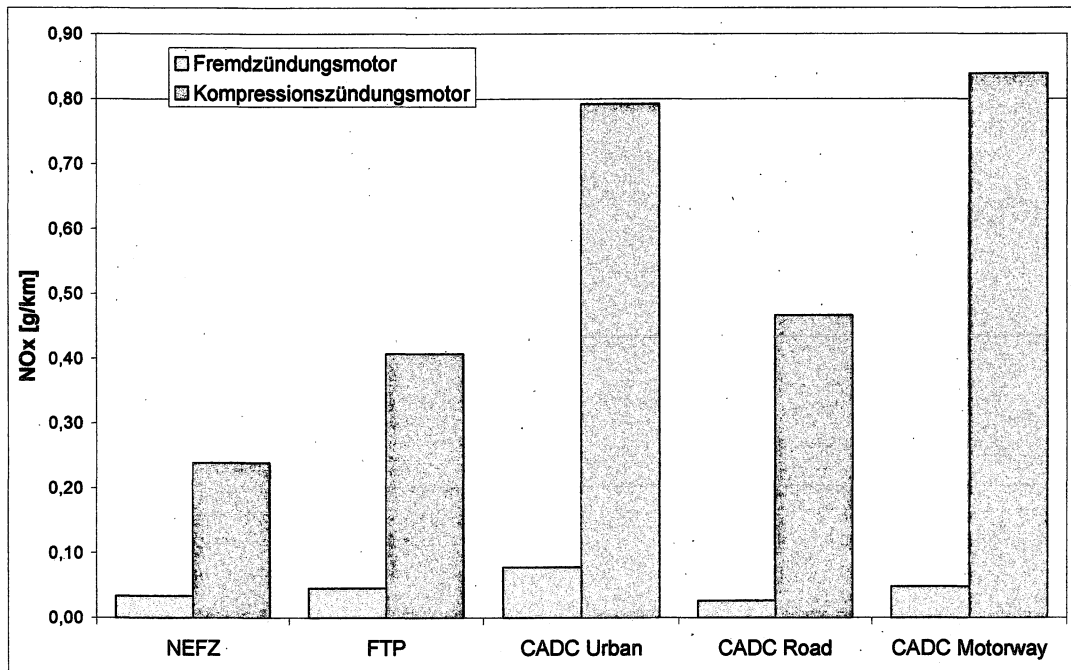


Abbildung 4.22: Stickoxidemissionen von Euro 4 Fahrzeugen in verschiedenen Fahrzyklen

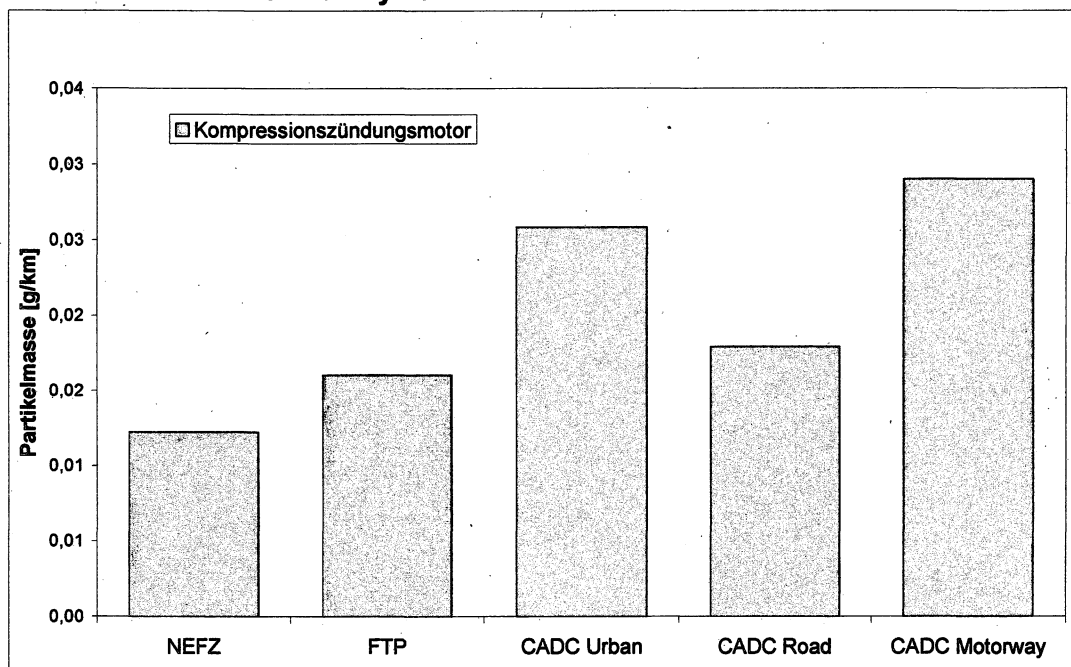


Abbildung 4.23: Partikelemissionen von Euro 4 Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor in verschiedenen Fahrzyklen

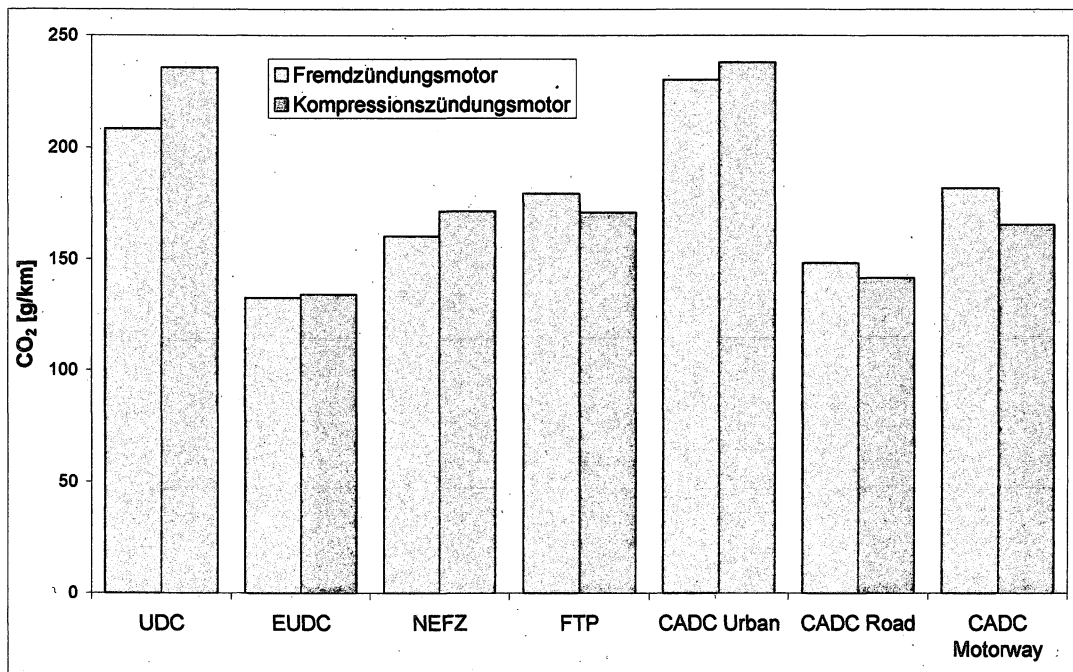


Abbildung 4.24: Kohlendioxidemissionen von Euro 4 Fahrzeugen in verschiedenen Fahrzyklen

In **Abbildung 4.24** sind die Kohlendioxidemissionen in verschiedenen Fahrzyklen dargestellt. Es wird deutlich, dass bei städtischen Fahrbedingungen, repräsentiert durch den Stadtfahrzyklus des NEFZ und den CADC Urban, die höchsten CO₂-Emissionen und damit verbunden der höchste Kraftstoffverbrauch auftritt.

In den folgenden **Tabellen 4.4, bis 4.8** auf den folgenden Seiten sind die Mittelwerte der Schadstoffemissionen für die untersuchten Fahrzeugtypen in verschiedenen Fahrzyklen zusammengefasst. Besonders auffällig sind die hohen Kohlenmonoxidemissionen bei den HONDA Jazz, die im CADC Motorway um den Faktor 45 über den im NEFZ ermittelten Werten liegen. Das lässt auf eine starke Anfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches bei hoher Motorlast schließen (vgl. Abschnitt 4.5). Auch bei den SKODA Fabia, den OPEL Vectra und den VW Golf sind erhöhte Kohlenmonoxidemissionen im TÜV Autobahntest bzw. im CADC zu erkennen. Nur bei dem BMW 116i bewegten sich die CO-Emissionen auf dem gleichen Niveau wie im Typprüfzyklus.

Bei den Fahrzeugen mit Dieselmotor sind die stark erhöhten Stickoxidemissionen im CADC Motorway bei dem MERCEDES Vaneo und dem OPEL Corsa auffällig. Die erhöhten Stickoxidemissionen sind auf hohe Temperaturen bei gleichzeitigem Luftüberschuss im Brennraum bei hohen Motorlasten zurück zu führen.

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Zulassung	Antriebsart	Ø Fahr- leistung	CO Emissionsmittelwerte [g/km]				
						NEDC	FTP	CADC Urban	CADC Road	CADC Motorway
1	BMW	116i	Euro 4	PI	28.268	0,660	0,739	0,488	0,509	0,429
2	HONDA	Jazz	Euro 4	PI	45.757	0,407	0,253	0,045	0,113	18,336
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	PI	28.466	0,791	0,845	0,896	0,575	5,836
4	SKODA	Fabia	Euro 4	PI	42.514	0,479	0,477	0,711	0,539	8,811
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	PI	38.709	0,179	0,280	0,111	0,229	1,827
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	CI	42.656	0,746	0,225	0,707	0,012	0,014
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	CI	79.127	0,386	0,049	0,152	0,003	0,007
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	CI	37.362	0,053	0,021	0,013	0,005	0,003
10	OPEL	Corsa	Euro 4	CI	43.829	0,606	0,101	0,124	0,022	0,021
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	CI	48.521	0,269	0,130	0,017	0,042	0,044
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	CI	50.667	0,169	0,021	0,025	0,009	0,016

Tabelle 4.4: Kohlenmonoxidemissionen in verschiedenen Fahrzyklen

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Zulassung	Antriebsart	Ø Fahr- leistung	HC Emissionsmittelwerte [g/km]				
						NEDC	FTP	CADC Urban	CADC Road	CADC Motorway
1	BMW	116i	Euro 4	PI	28.268	0,066	0,053	0,014	0,004	0,006
2	HONDA	Jazz	Euro 4	PI	45.757	0,060	0,034	0,005	0,001	0,035
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	PI	28.466	0,037	0,038	0,019	0,003	0,010
4	SKODA	Fabia	Euro 4	PI	42.514	0,086	0,078	0,071	0,010	0,169
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	PI	38.709	0,038	0,029	0,025	0,004	0,018
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	CI	42.656	0,164	0,126	0,607	0,045	0,015
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	CI	79.127	0,055	0,017	0,062	0,014	0,005
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	CI	37.362	0,012	0,009	0,003	0,002	0,001
10	OPEL	Corsa	Euro 4	CI	43.829	0,075	0,022	0,016	0,008	0,015
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	CI	48.521	0,049	0,090	0,039	0,027	0,029
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	CI	50.667	0,054	0,015	0,006	0,006	0,014

Tabelle 4.5: Kohlenwasserstoffemissionen in verschiedenen Fahrzyklen

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Zulassung	Antriebsart	Ø Fahr- leistung	NOx Emissionsmittelwerte [g/km]				
						NEDC	FTP	CADC Urban	CADC Road	CADC Motorway
					[km]					
1	BMW	116i	Euro 4	PI	28.268	0,019	0,024	0,073	0,008	0,113
2	HONDA	Jazz	Euro 4	PI	45.757	0,059	0,094	0,181	0,053	0,017
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	PI	28.466	0,011	0,017	0,026	0,013	0,021
4	SKODA	Fabia	Euro 4	PI	42.514	0,038	0,045	0,020	0,016	0,074
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	PI	38.709	0,043	0,048	0,088	0,042	0,017
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	CI	42.656	0,676	0,688	1,082	0,661	1,277
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	CI	79.127	0,234	0,490	0,819	0,427	0,664
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	CI	37.362	0,187	0,369	0,832	0,522	0,858
10	OPEL	Corsa	Euro 4	CI	43.829	0,258	0,363	0,729	0,376	1,213
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	CI	48.521	0,236	0,422	0,682	0,428	0,682
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	CI	50.667	0,279	0,393	0,901	0,583	0,779

Tabelle 4.6: Stickoxidemissionen in verschiedenen Fahrzyklen

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Zulassung	Antriebsart	Ø Fahr- leistung	Partikel-Emissionsmittelwerte [g/km]				
						NEDC	FTP	CADC Urban	CADC Road	CADC Motorway
					[km]					
1	BMW	116i	Euro 4	PI	28.268	-	-	-	-	-
2	HONDA	Jazz	Euro 4	PI	45.757	-	-	-	-	-
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	PI	28.466	-	-	-	-	-
4	SKODA	Fabia	Euro 4	PI	42.514	-	-	-	-	-
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	PI	38.709	-	-	-	-	-
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	CI	42.656	0,0168	0,015	0,0359	0,0181	0,0729
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	CI	79.127	0,0150	0,037	0,0586	0,0323	0,0250
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	CI	37.362	0,0010	0,001	0,0024	0,0010	0,0014
10	OPEL	Corsa	Euro 4	CI	43.829	0,0174	0,017	0,0356	0,0134	0,0702
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	CI	48.521	0,0022	0,002	0,0025	0,0226	0,0070
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	CI	50.667	0,0256	0,022	0,0301	0,0203	0,0416

Tabelle 4.7: Partikelemissionen in verschiedenen Fahrzyklen

Nr.	Hersteller	Verkaufs- bezeichnung	Zulassung	Antriebsart	Ø Fahr- leistung	CO ₂ Emissionsmittelwerte [g/km]				
						NEDC	FTP	CADC Urban	CADC Road	CADC Motorway
					[km]					
1	BMW	116i	Euro 4	PI	28.268	179,5	186,686	262,9	159,5	176,6
2	HONDA	Jazz	Euro 4	PI	45.757	132,4	130,793	171,5	121,4	170,7
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	PI	28.466	170,3	174,619	265,1	143,8	148,3
4	SKODA	Fabia	Euro 4	PI	42.514	149,9	154,939	197,7	124,1	156,9
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	PI	38.709	169,7	167,078	226,5	138,9	179,7
7	MERCEDES	Vaneo	Euro 3	CI	42.656	142,1	150,845	192,8	128,1	192,7
8	AUDI	A4 TDI	Euro 4	CI	79.127	184,8	207,624	262,8	162,7	173,0
9	MERCEDES	C220 CDI	Euro 4	CI	37.362	166,7	185,078	241,1	157,5	172,3
10	OPEL	Corsa	Euro 4	CI	43.829	110,2	115,879	159,7	95,8	147,0
11	TOYOTA	Avensis	Euro 4	CI	48.521	170,0	226,665	276,3	183,4	200,3
12	VOLKSWAGEN	Touran TDI	Euro 4	CI	50.667	165,7	174,394	237,2	136,3	181,3

Tabelle 4.8: Kohlendioxidemissionen in verschiedenen Fahrzyklen

4.4 Verdunstungsemissionen

Wird das im Kraftstoffsystem befindliche Benzin z.B. durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt, kommt es zu einer Verdunstung von Kohlenwasserstoffen. Wenn diese Kraftstoffdämpfe in die Umgebung gelangen, führt das zu einer erheblichen Umweltbelastung. Daher sind moderne Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor mit einem System zur Rückhaltung derartiger Kraftstoffdämpfe ausgerüstet.

Bei der Typprüfung wird daher neben den Abgasemissionen im Fahrzyklus u.a. auch die Höhe der Kohlenwasserstoffemissionen bestimmt, die hauptsächlich aus dem Kraftstoffsystem des Prüffahrzeuges durch Verdunstung entweichen. Dabei werden in einer gasdichten Kammer die Tankatmungsemissionen und die Kohlenwasserstoffemissionen, die durch ein Heißabstellen des Fahrzeuges nach Durchfahren eines Fahrzyklus freigesetzt werden, gemessen. Der gesetzliche Grenzwert für die gesamten Verdunstungsemissionen ist dabei auf 2 g Kohlenwasserstoffe pro Test festgelegt.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde zusätzlich zu den Messungen auf dem Fahrleistungsprüfstand bei jeweils einem Fahrzeug pro Typ mit Fremdzündungsmotor eine Messung der Verdunstungsemissionen durchgeführt. In **Tabelle 4.9** sind die Ergebnisse dieser Messungen zusammengefasst.

Nr.	Hersteller	Typ	Verdunstungsemissionen [g HC]		
			Heiß- abstellen	Tankatmung	Gesamter- gebnis
1	BMW	116i	0,03	0,44	0,47
2	HONDA	Jazz	0,11	0,67	0,78
3	OPEL	Vectra-C	0,12	0,66	0,78
4	SKODA	Fabia	0,13	1,4	1,53
5	VOLKSWAGEN	Golf	0,41	>3,6	>4
Grenzwert					2,0

Tabelle 4.9: Verdunstungsemissionen

In **Abbildung 4.25** sind die Verdunstungsemissionen der untersuchten Fahrzeuge dargestellt. Bei vier der fünf untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurde der Grenzwert für die Verdunstungsemissionen von 2,0 g Kohlenwasserstoffen eingehalten.

000087

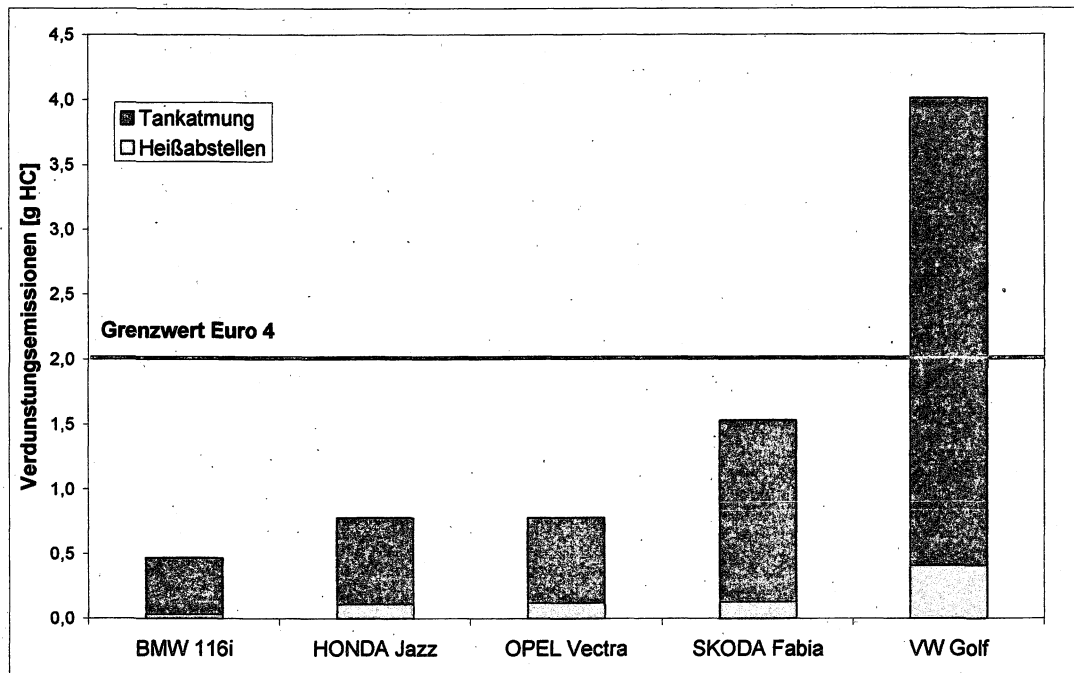


Abbildung 4.25: Verdunstungsemissionen

Auffällig sind die hohen Kohlenwasserstoffemissionen bei dem VOLKSWAGEN Golf. Die Messung der Tankatmungsverluste wurde abgebrochen als deutlich wurde, dass die Verdunstungsemissionen über 4g erreicht hatten. Bei der anschließenden Untersuchung, die mit Vertretern des Fahrzeugherstellers durchgeführt wurde, wurde eine falsch montierte Dichtung am Flansch der Kraftstoffförderpumpe als Ursache für die erhöhten Emissionen erkannt. Daraufhin wurden die beiden anderen Fahrzeuge dieses Typs eingehend untersucht. Bei diesen Fahrzeugen ist dieser Fehler nicht gefunden worden, insofern kann man davon ausgehen, dass es sich bei der falsch montierten Dichtung nicht um ein typspezifisches Problem, sondern um einen Einzelfall handelt.

4.5 Vollastanreicherung

Eine Anfeuchtung des Kraftstoff-Luftgemisches führt zu erhöhten Rohemissionen und zu einer Reduzierung des Katalysatorwirkungsgrades. In **Abbildung 4.26** sind die Abgaskonzentrationen nach Katalysator in Abhängigkeit vom Luftverhältnis Lambda für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor und regeltem 3-Wege Katalysator schematisch dargestellt. Es wird deutlich, dass für eine optimale Umsetzung der Rohemissionen im Katalysator ein Lambdawert im Bereich von 0,97 bis zu 1,03 erforderlich ist.

000088

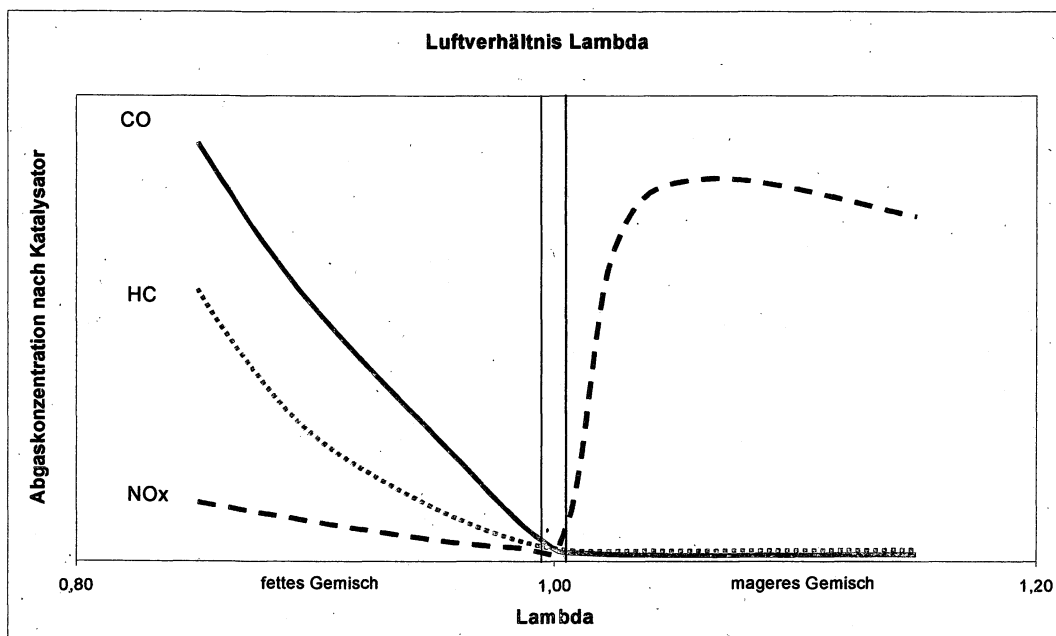


Abbildung 4.26: Schematische Darstellung der Abgaskonzentration nach Katalysator in Abhängigkeit vom Luftverhältnis Lambda

Bei einem Fahrzeug je Typ mit Fremdzündungsmotor wurde untersucht, ob bei hoher Motorlast bzw. Volllast eine Gemischanreicherung vorlag. Zu diesem Zweck wurde für sechs stationäre Messpunkte das Luftverhältnis λ auf dem Fahrleistungsprüfstand ermittelt. Im einzelnen waren dies zwei Lastpunkte mit jeweils drei verschiedenen Drehzahlen: Motorvolllast und 85 % der Motorvolllast, bei 80 %, 65 % und 50 % der Motornenndrehzahl. Die Messpunkte sind in **Abbildung 4.27** schematisch dargestellt.

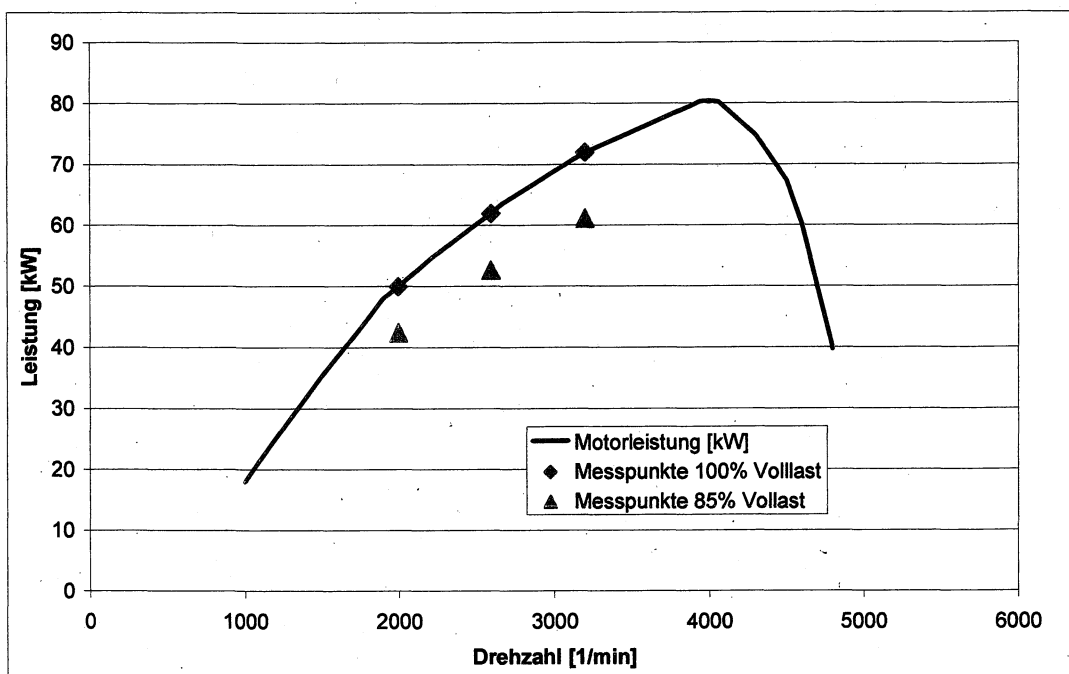


Abbildung 4.27: Messpunkte zur Bestimmung der Volllastanreicherung

Die Ergebnisse der Messungen zur Volllastanreicherung sind in **Tabelle 4.10** zusammengefasst. Bis auf eine Ausnahme wurden im Bereich von 85 % Vollast bei den 50% und 65% der Nenndrehzahl Lambda-Werte von über 0,97 ermittelt. Im Teillastbereich wird somit für den überwiegenden Teil der untersuchten Fahrzeugtypen ein Luftverhältnis eingeregelt, welches für die optimale Konvertierung von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden im Katalysator erforderlich ist.

Bis auf den OPEL Vectra wurde bei allen untersuchten Fahrzeugen bei 85% Last und 80% der Nenndrehzahl ein Lambdawert deutlich unter 0,97 ermittelt. Bei Motorvollast wurde bei allen untersuchten Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor eine Anreicherung des Kraftstoff-Luft-Gemisches festgestellt. Eine derartige Gemischanreicherung führt zu einer Erhöhung der limitierten Schadstoffkomponenten Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe, da in diesem Motorbetriebszustand zum einen die Rohemissionen von CO und HC ansteigen und zum anderen keine optimale Umsetzung dieser Komponenten im Katalysator möglich ist. Diese Volllastanreicherung führt nicht nur zu einem Anstieg des Kraftstoffverbrauchs, sondern ist vor allem auch vor dem Hintergrund der hierdurch verursachten erheblichen Erhöhung nicht limitierter Schadstoffe wie N_2O , Ammoniak und Benzol als kritisch zu erachten. /23/

Das Luftverhältnis Lambda bei 100 % Vollast ist in **Abbildung 4.28** für die untersuchten Fahrzeuge dargestellt.

Nr.	Hersteller	Typ	Zulassung	Lambda-Messwerte						
				100 % Volllast			85 % Volllast			Leerlauf
				80 % der Nenndreh- zahl	65 % der Nenndreh- zahl	50 % der Nenndreh- zahl	80 % der Nenndreh- zahl	65 % der Nenndreh- zahl	50 % der Nenndreh- zahl	
1	BMW	116i	Euro 4	0,927	0,939	0,968	0,951	0,974	1,000	1,000
2	HONDA	Jazz	Euro 4	0,900	0,921	0,924	0,900	0,996	1,000	1,021
3	OPEL	Vectra-C	Euro 4	0,916	0,909	0,928	0,999	0,991	1,000	1,015
4	SKODA	Fabia	Euro 4	0,919	0,911	0,906	0,944	0,999	0,998	1,009
5	VOLKSWAGEN	Golf	Euro 4	0,789	0,807	0,901	0,786	0,810	0,973	0,995

Tabelle 4.10: Lambda-Werte bei unterschiedlicher Motorlast

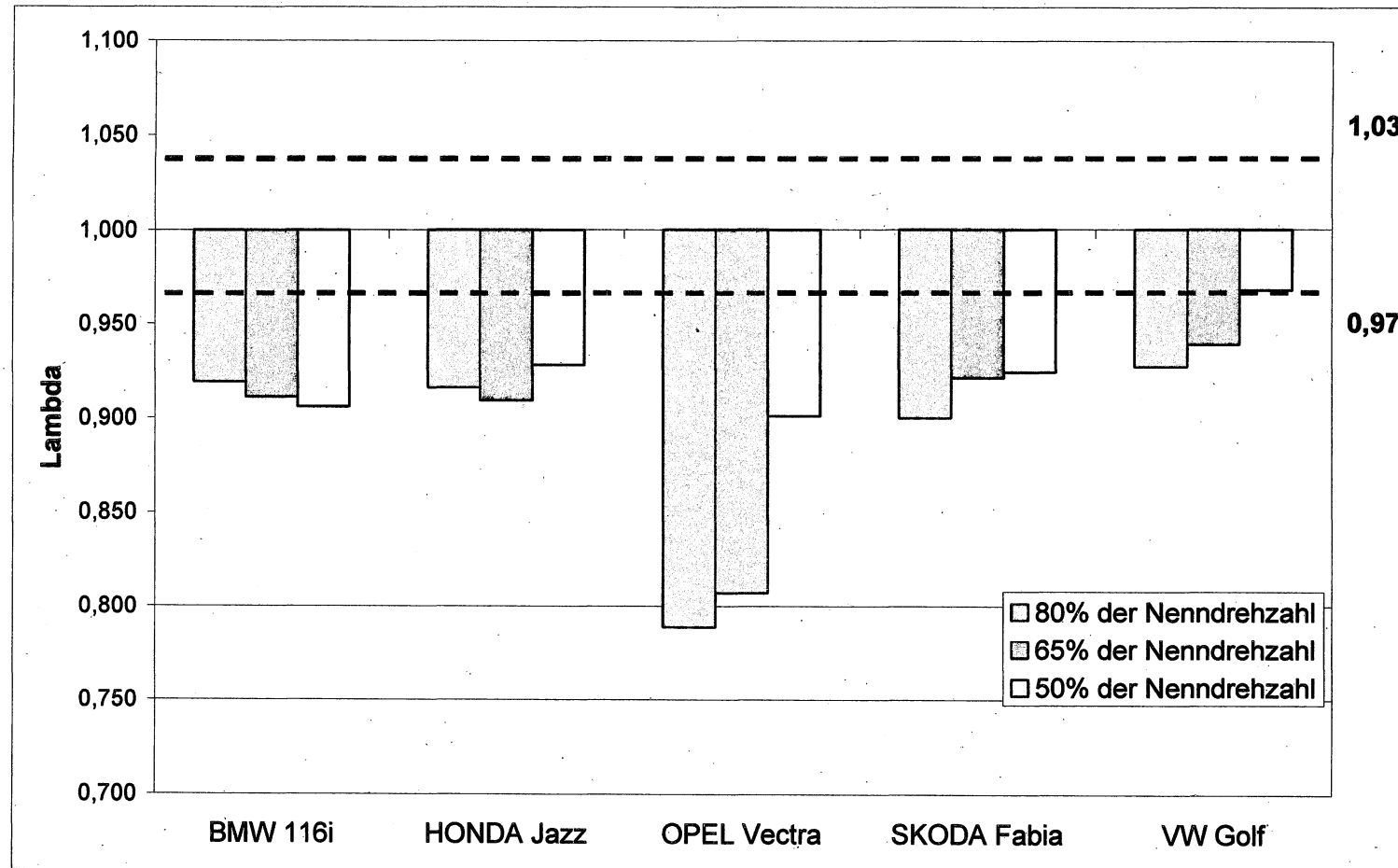


Abbildung 4.28: Lambda bei verschiedenen Drehzahlen unter Volllast

4.6 Zusätzliche Messungen zum Thema Kraftstoffverbrauch

Die Klimaerwärmung hat die Kohlendioxidemissionen in den Mittelpunkt der Diskussion um die Umweltverträglichkeit des Straßenverkehrs gerückt. Mit 12% Anteil an den anthropogenen CO₂-Emissionen in Europa ist der Straßenverkehr eine der Hauptursachen für die globale Erwärmung. Ölknappheit und die damit verbundenen steigenden Preise machen den Kraftstoffverbrauch zu einem wichtigen Kriterium beim Kauf eines Neufahrzeuges.

Bei der Feldüberwachung werden die Kohlendioxidemissionen im Fahrzyklus gemessen und der Kraftstoffverbrauch bestimmt. Dadurch bietet die Feldüberwachung die Möglichkeit, die Herstellerangaben für die CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch an im Verkehr befindlichen Fahrzeugen zu überprüfen.

Im Rahmen der Feldüberwachung 7 wurden die Abgasemissionen und der Kraftstoffverbrauch des BMW 1er untersucht. Im Verlauf des Forschungsprogramms wurden mit einem Modellgenerationenwechsel deutlich reduzierte Typprüfwerte für den Kraftstoffverbrauch und die Kohlendioxidemissionen veröffentlicht.

Zur Verifizierung dieser Werte wurden mit einem BMW 118d verschiedene Messungen durchgeführt. In **Tabelle 4.11** sind die Daten des für diese Messungen ausgewählten Fahrzeugs dargestellt:

Fahrzeughersteller:	BMW
Herstellerschlüssel:	0005
Fahrzeugtyp:	187
Typschlüssel:	AHW
Verkaufsbezeichnung:	118d
Motortyp:	N47D20A
Hubraum:	1.995 cm ³
Motorleistung:	105 kW bei 4000 U/min
Getriebe:	M6
Abgaszulassung:	Euro 4
Kilometerstand bei Beginn der Messungen:	10.900 km

Tabelle 4.11: Fahrzeugdaten

000093

Fahrwiderstand

Zunächst wurde der Fahrwiderstand des zu untersuchenden Fahrzeugs gemäß der Richtlinie ermittelt. Zu diesem Zweck wurde die Energieänderung des Fahrzeugs beim Auslaufversuch auf einer Teststrecke bestimmt. Bei diesem Verfahren wird das Fahrzeug zunächst beschleunigt. Anschließend wird das Getriebe in Leerlaufstellung gebracht und die Verzögerungszeiten über mehrere Geschwindigkeitsintervalle bestimmt. Aus den Ausrollzeiten lässt sich der Fahrwiderstand des Fahrzeugs bei verschiedenen Geschwindigkeiten ermitteln. Dabei werden die Fahrzeugmasse, rotierende Massen, Widerstände im Antriebsstrang, der Rollwiderstand und der Luftwiderstand des Fahrzeugs unter realen Fahrbedingungen erfasst. Bei späteren Messungen auf dem Prüfstand wird der Fahrleistungsprüfstand so eingestellt, dass die gleichen Verzögerungszeiten wie beim Ausrollen auf der Straße erreicht werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass auf dem Prüfstand der gleiche Fahrwiderstand simuliert wird, der unter realen Fahrbedingungen auftritt.

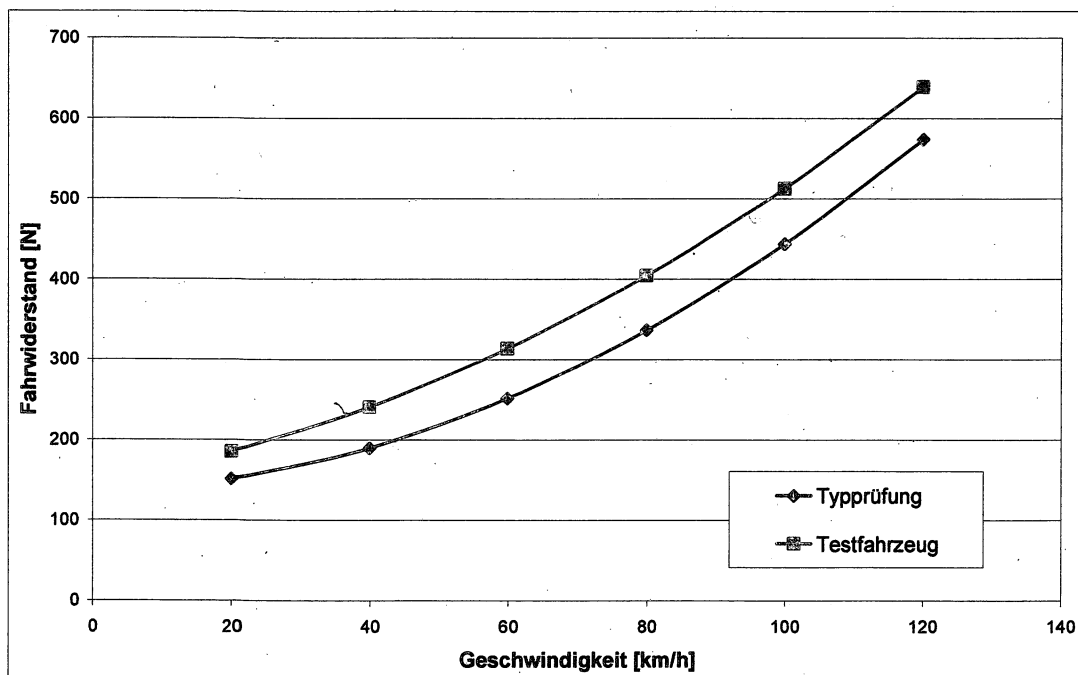


Abbildung 4.29: Fahrwiderstand

In **Abbildung 4.29** ist der bei dem Testfahrzeug ermittelte Fahrwiderstand der Einstellung gegenübergestellt, die bei der Typprüfung verwendet worden ist. Es wird deutlich, dass bei dem Testfahrzeug ein höherer Fahrwiderstand ermittelt wurde als bei der Typprüfung. Das lässt sich darauf zurückführen, dass das Testfahrzeug gegenüber dem Typprüffahrzeug anders ausgestattet war. Insbesondere die Bereifung hat einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis. In der Richtlinie 98/69/EG ist vorgesehen, dass bei Fahrzeugtypen für die mehr als drei Reifengrößen zugelassen sind, die Messung mit dem zweitbreitesten Reifen durchgeführt werden soll. (In der neuen Verordnung

(EG) Nr. 715/2007 ist mit dem Reifen zu messen, der den zweitgrößten Rollwiderstand aufweist).

Abgasemissionen

Der BMW 118d wurde als Euro 4 Fahrzeug typgeprüft. Die an dem Testfahrzeug im Neuen Europäischen Fahrzyklus ermittelten Abgasemissionen sind in **Tabelle 4.12** den bei der Typprüfung ermittelten Werten gegenübergestellt.

Messung	Abgasemissionen [g/km]			
	CO	NOx	HC + NOx	Partikel
Typprüfung (Quelle: KBA) Schwungmasse 1360 kg	0,385	0,181	0,220	0,000
Schwungmasse 1360 kg, Last entsprechend Typprüfung	0,291	0,196	0,229	0,001
Grenzwert Euro 4	0,50	0,25	0,30	0,025

Tabelle 4.12: Abgasemissionen im Neuen Europäischen Fahrzyklus bei verschiedenen Schwungmassen und Lasteinstellungen

Es wird deutlich, dass die Euro 4 Abgasgrenzwerte eingehalten wurden und die Ergebnisse an dem Testfahrzeug gut mit den bei der Typprüfung ermittelten Werten korrelieren.

Kraftstoffverbrauch und Kohlendioxidemissionen

Zur Überprüfung der Verbrauchsangaben wurden zahlreiche Messungen unter verschiedenen Randbedingungen durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Fahrzeugmassen und Fahrwiderstände zur Darstellung unterschiedlicher Ausstattungsvarianten berücksichtigt. Zusätzlich wurde der Einfluss der Start-Stop-Funktion und anderer Parameter wie Kalt- und Warmstart betrachtet. Sämtliche Messungen wurden mit handelsüblichem Tankstellenkraftstoff durchgeführt.

Zur Berücksichtigung verschiedener Ausstattungsvarianten und den damit verbundenen unterschiedlichen Leermassen wurde mit einer Schwungmasse von 1360 kg und von 1470 kg gemessen. Aufgrund der unterschiedlichen Fahrzeugmassen und Fahrwiderstände wurden folgende Tests durchgeführt:

- Schwungmasse 1360 kg, Lasteinstellung entsprechend der Typprüfung
- Schwungmasse 1360 kg, Lasteinstellung entsprechend dem am Testfahrzeug ermittelten Fahrwiderstand
- Schwungmasse 1470 kg, Lasteinstellung entsprechend dem am Testfahrzeug ermittelten Fahrwiderstand

In **Tabelle 4.13** und **Abbildung 4.30** sind die mit verschiedenen Schwungmassen und Lasteinstellungen gemessenen Kraftstoffverbräuche und Kohlendioxidemissionen der

jeweiligen Herstellerangabe gegenübergestellt. Dabei werden die Werte für den innerstädtischen Anteil (Urban Driving Cycle, UDC), den außerstädtischen Anteil (Extra Urban Driving Cycle, EUDC) und der kombinierte Wert für den gesamten Fahrzyklus (New European Driving Cycle, NEDC) angegeben.

Messung	Kraftstoffverbrauch [l/100 km]			CO ₂ [g/km]
	UDC	EUDC	NEDC	NEDC
Herstellerangabe (Typprüfung)	5,4	4,0	4,5	119
Schwungmasse 1360 kg, Last entsprechend Typprüfung	5,90	3,99	4,70	123,8
Schwungmasse 1360 kg, Last entsprechend Ausrollung	6,31	4,57	5,21	137,7
Schwungmasse 1470 kg, Last entsprechend Ausrollung	6,45	4,58	5,26	139,0

Tabelle 4.13: Kraftstoffverbrauch und Kohlendioxidemissionen im Neuen Europäischen Fahrzyklus bei verschiedenen Schwungmassen und Lasteinstellungen

In **Tabelle 4.13** und **Abbildung 4.30** wird deutlich, dass an dem Testfahrzeug im Neuen Europäischen Fahrzyklus je nach Schwungmasse und Lasteinstellung ein Mehrverbrauch gegenüber der Herstellerangabe von 4,3% bis zu 17% ermittelt wurde.

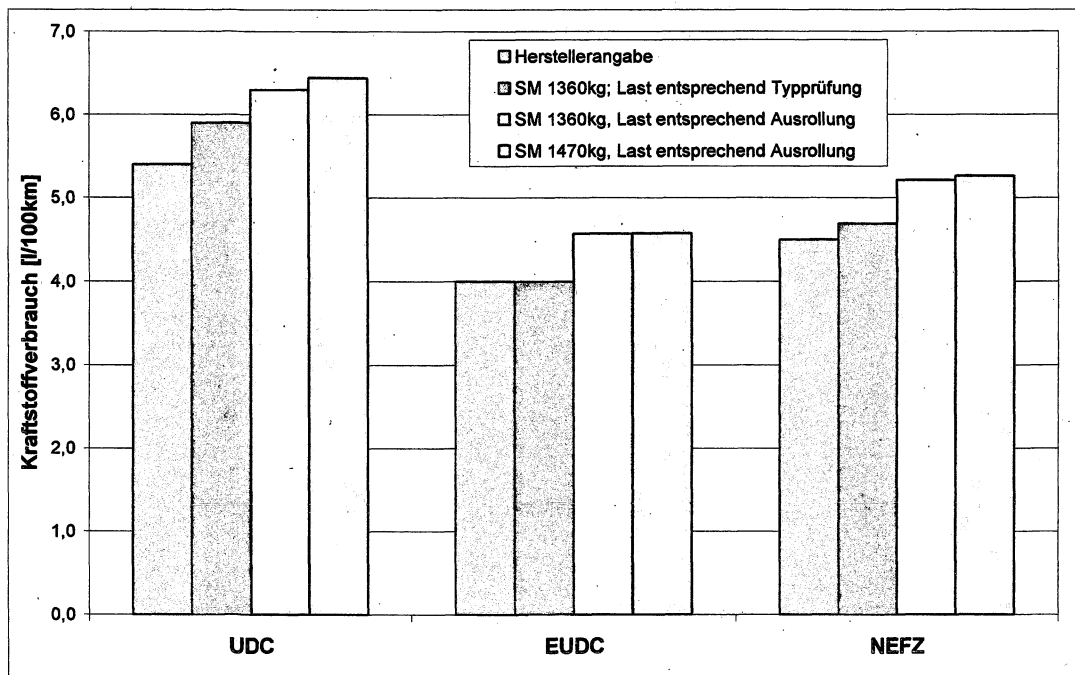


Abbildung 4.30: Kraftstoffverbrauch und Kohlendioxidemissionen im NEFZ bei verschiedenen Schwungmassen und Lasteinstellungen

Der BMW 118d ist mit einer Auto Start-Stop-Funktion ausgestattet. Dabei wird im Stand beim Auskuppeln der Motor automatisch abgeschaltet und beim Anfahren bei Betätigung der Kupplung wieder gestartet. Durch diese Maßnahme sollen der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen abgesenkt werden. Um den Einfluss der Start-Stop-Automatik zu quantifizieren wurden Messungen mit aktivierter und mit deaktivierter Auto Start-Stop-Funktion durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in **Tabelle 4.14** und **Abbildung 4.31** dargestellt.

Messung	Kraftstoffverbrauch [l/100 km]			CO ₂ [g/km]
	UDC	EUDC	NEDC	NEDC
Herstellerangabe (Typprüfung)	5,4	4,0	4,5	119
Auto Start-Stop-Funktion aktiv, Schwungmasse 1360 kg, Last entsprechend Typprüfung	5,90	3,99	4,70	123,8
Auto Start-Stop-Funktion nicht aktiv, Schwungmasse 1360 kg, Last entsprechend Typprüfung	6,12	4,06	4,82	127,3

Tabelle 4.14 Einfluss der Auto Start-Stop-Funktion im NEFZ

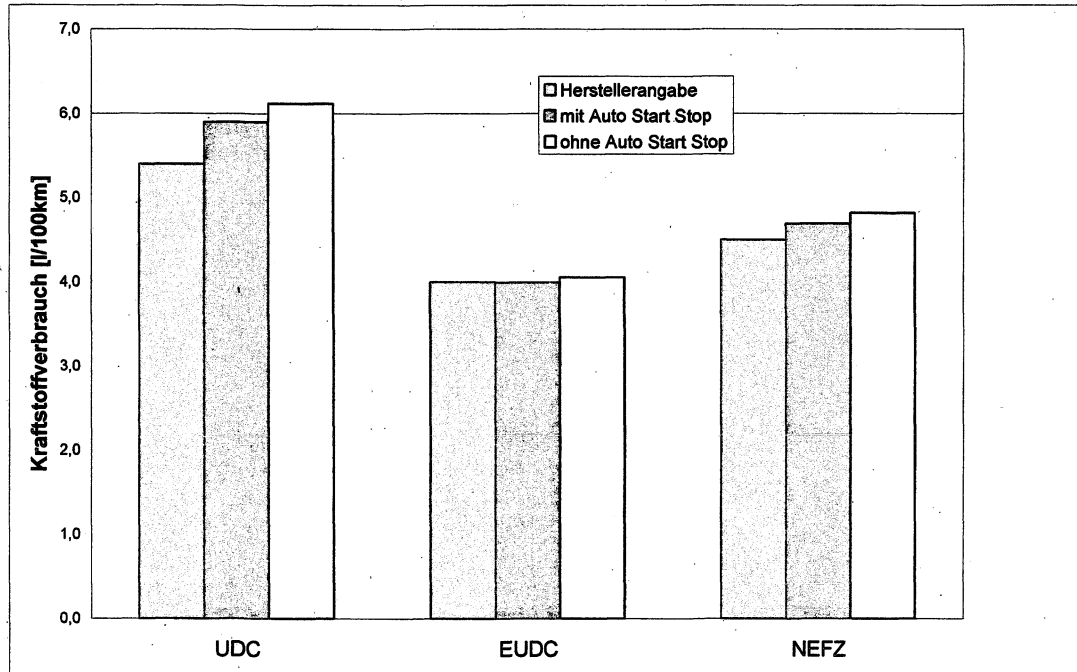


Abbildung 4.31 Einfluss der Auto-Start-Stop Funktion im NEFZ

Bedingt durch den hohen Leerlaufanteil im innerstädtischen Anteil des Fahrzyklus kann durch die Auto-Start-Stop-Funktion eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Kohlendioxidemissionen im UDC erreicht werden. Demgegenüber ist wie zu erwarten im Außerorts Anteil des Fahrzyklus nahezu keine Verbrauchsreduzierung zu verzeichnen.

Auch bei aktivierter Auto-Start-Stop-Funktion wird der Motor nur unter bestimmten Randbedingungen abgeschaltet. So verhindert eine zu niedrige Kühlwasser- und Katalysatortemperatur ein Abschalten des Motors. Der NEDC wird mit einem Kaltstart begonnen, was zur Folge hat, dass der Motor erst in der zweiten Hälfte des Innerortszyklus die erforderliche Betriebstemperatur erreicht. Dadurch kommt die Auto Start Stop Funktion erst gegen Ende des innerstädtischen Anteils des Fahrzyklus zum Tragen. Der Verbrauchsvorteil gegenüber der deaktivierten Auto Start Stop Funktion liegt bei 3,7% im UDC.

Bei einer zusätzlichen Messung im NEDC mit Warmstart wurde im Innerortszyklus eine Verbrauchsreduzierung um nahezu 1 l/100km gegenüber dem bei der gleichen Last-einstellung mit Kaltstart ermittelten Verbrauch festgestellt. Dieser Verbrauchsvorteil ist zum einen auf die beim Kaltstart erhöhten Emissionen zum Teil aber auch auf die erhöhte Wirksamkeit der Auto-Start-Stop-Funktion zurückzuführen.

Bei deaktivierter Auto-Start-Stop-Funktion bei einer Schwungmasse von 1360 kg und der gleichen Lasteeinstellung wie bei der Typprüfung wurde ein Mehrverbrauch über den gesamten Fahrzyklus gegenüber der Herstellerangabe von 7,2% ermittelt.

Randbedingungen bei der Messung

Bei der Durchführung der Messungen sind zahlreiche Randbedingungen zu beachten. Die Motorhaube und sämtliche Türen sollen geschlossen und alle Fahrzeuginsassen müssen angeschnallt sein. Sobald eine dieser Bedingungen nicht erfüllt ist, wird die Auto-Start-Stop-Funktion nicht aktiviert. Allerdings sind diese Randbedingungen nicht als außergewöhnlich anzusehen, da sie auch im realen Verkehr eingehalten werden sollten.

Nach Auskunft des Fahrzeugherstellers sollen zur Erreichung möglichst niedriger Abgasemissionen und eines niedrigen Kraftstoffverbrauchs alle Nebenverbraucher während des Tests ausgeschaltet sein. Insbesondere die Klimaanlage, das Tagfahrlicht und die Sitzheizung, aber auch das Radio sollen ausgeschaltet sein. Auf die Betätigung der elektrischen Fensterheber oder der elektrischen Sitzverstellung soll während des Tests verzichtet werden. Außerdem soll während der Standphasen das Bremspedal nicht getreten werden, um so den Energieverbrauch durch die Bremslichter zu minimieren. Der Einfluss einiger der genannten Faktoren auf die Kohlendioxidemissionen und den Kraftstoffverbrauch wurden bereits in einem vorangegangenen Vorhaben untersucht. /24/

Wie andere moderne Fahrzeugtypen ist der 1er BMW mit einer elektrischen Lenkhilfe ausgestattet. Diese Technik bietet gegenüber hydraulischen Systemen den Vorteil, dass sie nur während Lenkvorgängen Energie verbraucht. Der durch die elektrische Lenkhilfe verursachte Energiebedarf und der damit verbundene Kraftstoffmeherverbrauch kann bei Messungen auf dem Fahrleistungsprüfstand nicht quantifiziert werden, da sie mit gerade gestelltem Lenkrad durchgeführt werden.

Das untersuchte Fahrzeug ist mit einem System ausgestattet, bei dem die Fahrzeugbatterie nur in bestimmten Fahrzuständen geladen wird. Außerdem werden beim Beschleunigen alle nicht benötigten Nebenverbraucher vom Antriebsstrang entkoppelt. Durch diese Maßnahmen soll die gesamte Motorleistung für die Beschleunigung abgerufen werden können und gleichzeitig der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden.

Nach Vorgabe des Herstellers wurde die Fahrzeugbatterie vor Durchführung eines Tests voll aufgeladen. Da die Batterie nur in bestimmten Fahrzuständen geladen wird, trat während des Fahrzyklus eine teilweise Entladung der Batterie auf. Dieser Energieverbrauch stellt prinzipiell einen Kraftstoffmeherverbrauch dar, der im Rahmen dieses Projektes jedoch nicht quantifiziert werden konnte.

Angeichts der zunehmenden Bedeutung des Kraftstoffverbrauches bei der Kaufentscheidung der Verbraucher und damit für den Wettbewerb sollten die Randbedingungen bei den Messungen möglichst einheitlich sein. Insbesondere die Masse und der Fahrwiderstand des untersuchten Fahrzeuges spielen eine entscheidende Rolle. Andere Einflussfaktoren wie die Prüfraumtemperatur und die Quantifizierung des Mehrverbrauchs durch zusätzliche Verbraucher wie elektrische Lenkhilfen, Tagfahrlicht oder auch Klimaanlage sind in diesem Zusammenhang zu betrachten. Einen wesentlichen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch hat auch die Motordrehzahl und damit verbunden die Getriebschaltpunkte. Der in der Richtlinie festgelegte Fahrzyklus gibt bestimmte Schaltpunkte für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und Handschaltgetriebe vor. Demgegenüber kann der Fahrzeughersteller für Hybridfahrzeuge eigene Schaltpunkte vorgeben, wenn eine entsprechende Anzeige für den Fahrer vorhanden ist. Dadurch

000099

lassen sich niedrige Motordrehzahlen und damit Verbrauchsvorteile für Hybridfahrzeuge im Fahrzyklus erzielen. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um den Einfluss dieser Faktoren zu quantifizieren und daraus Vorgaben für die Durchführung der Typprüfung abzuleiten.

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes zeigen, dass die Feldüberwachung ein geeignetes Mittel ist, um die Umweltbelastung durch den Straßenverkehr zu reduzieren. Typspezifische, abgasrelevante Fehler lassen sich mit Hilfe der Feldüberwachung identifizieren und in Zusammenarbeit mit den betroffenen Fahrzeugherstellern beseitigen.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden insgesamt 43 Fahrzeuge, verteilt auf fünf Typen mit Fremdzündungsmotor und sechs Typen mit Kompressionszündungsmotor, hinsichtlich der vom Gesetzgeber limitierten Abgasemissionen überprüft. Alle untersuchten Typen waren gemäß Änderungsrichtlinie 98/69/EG typgeprüft worden. Die Typen mit Fremdzündungsmotor waren nach Euro 4 Grenzwerten zugelassen worden. Ein Fahrzeugtyp mit Kompressionszündungsmotor erfüllte bei der Typprüfung die Euro 3 Grenzwerte, alle anderen die Euro 4 Grenzwerte. Bei der Auswahl der Fahrzeugtypen fanden primär statistische Gesichtspunkte wie die Zulassungszahlen der einzelnen Hersteller für Neufahrzeuge und die Struktur des Fahrzeugbestandes Berücksichtigung.

Bei allen untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurden die jeweiligen Grenzwerte der EG-Typgenehmigung durch die Mittelwerte der Abgasemissionen eingehalten. Bei einem SKODA Fabia traten im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen auf. Eine Stichprobe von 5 Fahrzeugen eines Typs mit einem auffälligen Fahrzeug erfüllt die Anforderungen der Richtlinie.

Bei vier von sechs untersuchten Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor wurden im Anlieferungszustand Abgasgrenzwerte überschritten: MERCEDES Vaneo, OPEL Corsa, TOYOTA Avensis und VOLKSWAGEN Touran.

Bei den untersuchten MERCEDES Vaneo wurde als Ursache für die Grenzwertüberschreitung die Höhenkorrektur identifiziert. Dieser Fehler soll, bei im Verkehr befindlichen Fahrzeugen des betroffenen Typs, durch eine Softwareanpassung im Steuergerät behoben werden.

OPEL führt die erhöhten Stickoxidemissionen bei den untersuchten OPEL Corsa auf eine mögliche Beeinträchtigung der Abgasrückführung durch eine Verschmutzung des AGR-Systems zurück. Zur Abhilfe wurde eine neue Software entwickelt, die ab dem 19. Januar 2007 europaweit verwendet wird. Für erhöhte Kohlenmonoxid-, Kohlenwasserstoff- und Partikelemissionen die bei zwei OPEL Corsa gemessen wurden konnte OPEL keine Erklärung geben.

Bei zwei der fünf untersuchten TOYOTA Avensis wurden erhöhte Stickoxidemissionen festgestellt, die zu einer Überschreitung des NOx-Grenzwertes und des Summengrenzwertes für Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen geführt haben. Der TOYOTA Avensis ist mit einem periodisch regenerierenden Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet. In Zusammenarbeit mit dem Herstellervertreter wurde eine Regeneration des Systems eingeleitet. Nach zweimaliger Regeneration wurden von einem der beiden auffälligen Fahrzeuge die Euro 4 Grenzwerte eingehalten. Bei einem auffäl-

ligen von 5 untersuchten Fahrzeugen ist die Stichprobe gemäß Richtlinie als positiv zu bewerten.

Bei allen fünf VW Touran TDI traten Grenzwertüberschreitungen auf. VOLKSWAGEN will die erhöhten Emissionen durch eine geänderte Software vermeiden und hat eine Softwareanpassung für die Serienproduktion vorgenommen. Außerdem werden im Rahmen einer freiwilligen Feldaktion Kundenfahrzeuge beim Werkstattbesuch damit ausgerüstet.

Darüber hinaus wurden bei dem MAZDA 6, der im Rahmen dieses Projektes untersucht werden sollte, bereits bei einer Feldüberwachung des VCA in Großbritannien Auffälligkeiten festgestellt. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde von MAZDA zugesichert, dass die erforderlichen Maßnahmen zur Verringerung der Abgasemissionen auch an den in Deutschland im Verkehr befindlichen Fahrzeugen durchgeführt werden, ohne dass Messungen erforderlich wurden.

Zusätzlich zu der Messung der Abgasemissionen wurde im Neuen Europäischen Fahrzyklus aus den Emissionen der kohlenstoffhaltigen Abgaskomponenten der Kraftstoffverbrauch gemäß Änderungsrichtlinie 1999/100/EG berechnet. Bei acht Fahrzeugtypen lagen die gemessenen Kohlendioxidemissionen und der aus den Emissionen ermittelte Kraftstoffverbrauch unter den jeweiligen Herstellerangaben. Bei drei Typen entsprachen die ermittelten Werte für die CO₂-Emissionen und den Verbrauch etwa den Herstellerangaben. Bei zwei Fahrzeugtypen lagen die Kohlendioxidemissionen und der Kraftstoffverbrauch um 3,4 % bis 4,8 % über der Herstellerangabe.

Im bei der Typprüfung relevanten Neuen Europäischen Fahrzyklus werden relativ niedrige Motorlasten und Fahrgeschwindigkeiten von maximal 120 km/h erreicht. Um auch abgasrelevante Betriebssituationen beurteilen zu können, die nicht durch den NEFZ abgedeckt werden, wurden zusätzlich der FTP 75- und der Common Artemis Driving Cycle (CADC) gefahren. Dabei war zu erkennen, dass die Kohlenmonoxidemissionen bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor deutlich höher sind als die der Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor. Außerdem ist der starke Anstieg der CO-Emissionen der Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor im CADC Motorway Fahrzyklus auffällig. Das ist auf die hohen Drehzahlen und Motorlasten zurückzuführen, die in diesem Fahrzyklus erreicht werden. Demgegenüber sind bei Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor die Stickoxid- und Partikelemissionen das Hauptproblem. Im CADC Motorway bei hohen Motorlasten und Drehzahlen sind erhöhte Stickoxid- und Partikelemissionen bei den Dieselfahrzeugen zu erkennen.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde bei jeweils einem Fahrzeug pro Typ mit Fremdzündungsmotor eine Messung der Verdunstungsemissionen durchgeführt. Bei vier der fünf untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurde der Grenzwert für die Verdunstungsemissionen von 2,0 g Kohlenwasserstoff eingehalten. Auffällig waren die hohen Kohlenwasserstoffemissionen bei dem VOLKSWAGEN Golf. Als Ursache für die erhöhten Emissionen wurde eine falsch montierte Dichtung am Flansch der Kraftstoffförderpumpe identifiziert. Bei den anderen Fahrzeugen dieses Typs ist dieser Fehler nicht aufgetreten, so dass man davon ausgehen kann, dass es sich nicht um ein typspezifisches Problem handelt.

Bei einem Fahrzeug jedes Typs mit Fremdzündungsmotor wurde untersucht, ob bei hoher Motorlast bzw. Volllast eine Gemischanreicherung vorlag. Zu diesem Zweck wurde für sechs stationäre Messpunkte das Luftverhältnis λ auf dem Fahrleistungsprüfstand ermittelt. Bei Motorvollast wurde bei allen untersuchten Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor eine Anreicherung des Kraftstoff-Luft-Gemisches festgestellt. Eine derartige Gemischanreicherung führt zu einer Erhöhung der limitierten Schadstoffkomponenten Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe, da in diesem Motorbetriebszustand zum einen die Rohemissionen von CO und HC ansteigen und zum anderen keine optimale Umsetzung dieser Komponenten im Katalysator möglich ist.

Klimaerwärmung und Ölknappheit machen den Kraftstoffverbrauch zu einem wichtigen Kriterium beim Kauf eines Neufahrzeuges. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden verschiedenen Aspekte der Kraftstoffverbrauchsmessung exemplarisch an einem Fahrzeug untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass die Randbedingungen bei den Messungen möglichst einheitlich sein sollten, um vergleichbare Messergebnisse sicherzustellen. Insbesondere die Masse und der Fahrwiderstand der untersuchten Fahrzeuge spielen eine entscheidende Rolle. Einflussfaktoren wie die Prüfraumtemperatur und die Quantifizierung des Mehrverbrauchs durch zusätzliche Verbraucher wie elektrische Lenkhilfen, Tagfahrlicht oder auch Klimaanlage spielen eine wesentliche Rolle. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um den Einfluss dieser Faktoren zu quantifizieren und daraus Vorgaben für die Durchführung der Typprüfung abzuleiten.

In **Tabelle 5.1** sind die auffälligen Fahrzeugtypen und die jeweils festgestellten Mängel zusammengefasst.

Alarmierend ist das Ergebnis der Messungen bei den Dieselfahrzeugen. Insbesondere die Einhaltung des mit der Richtlinie 98/69/EG eingeführten Einzelgrenzwertes für die Stickoxidemissionen und des Summenwertes für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide bereitet bei den im Feld befindlichen Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotoren erhebliche Schwierigkeiten.

Nr.	Fahrzeugtyp	Motorart	Art der Auffälligkeit	Auffälligkeit	Ergebnis
4	SKODA Fabia	Fremdzündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, keine stark abweichenden Emissionen	Bei 1 von 5 Fahrzeugen wurden im Anlieferungszustand die Euro 4 Grenzwerte für CO und HC überschritten.	Eine Stichprobe von 5 Fahrzeugen eines Typs mit einem auffälligen Fahrzeug erfüllt die Anforderungen der Richtlinie 98/69/EG.
6	MAZDA 6 *)	Kompressionszündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, stark abweichende Emissionen	Bei 3 Fahrzeugen wurden im Anlieferungszustand die Euro 3 Grenzwerte überschritten. Bei 2 Fahrzeugen traten stark erhöhte Partikelemissionen auf.	Aufgrund der Ergebnisse aus Großbritannien werden die erforderlichen Maßnahmen zur Verringerung der Abgasemissionen auch an den in Deutschland im Verkehr befindlichen Fahrzeugen durchgeführt, ohne dass Messungen in diesem Programm erforderlich wurden.
7	MERCEDES Vaneo	Kompressionszündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, stark abweichenden Emissionen	Bei 3 Fahrzeugen wurden im Anlieferungszustand die Euro 3 Grenzwerte überschritten. Bei 3 Fahrzeugen traten stark erhöhte Stickoxidemissionen auf.	Ursache für die erhöhten Emissionen ist die Höhenkorrektur. Dieser Fehler soll bei im Verkehr befindlichen Fahrzeugen des betroffenen Typs durch eine Softwareanpassung im Steuergerät behoben werden.
10	OPEL Corsa	Kompressionszündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, stark abweichenden Emissionen	Bei allen 5 untersuchten Fahrzeugen wurden im Anlieferungszustand die Euro 4 Grenzwerte im Typprüfzyklus überschritten, bei einem Fahrzeug traten stark erhöhte CO-Emissionen auf	Die erhöhten Stickoxidemissionen sollen durch eine Softwareänderung verbessert werden. Für die erhöhten CO-, HC- und Partikelemissionen konnte OPEL keine Erklärung geben.

*) Messung durch VCA in Großbritannien

Tabelle 5.1: Auffällige Fahrzeugtypen

Nr.	Fahrzeugtyp	Motorart	Art der Auffälligkeit	Auffälligkeit	Ergebnis
11	TOYOTA Avensis	Kompressionszündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, keine stark abweichenden Emissionen	Bei 2 von 5 Fahrzeugen traten erhöhte NOx- und HC+NOx Emissionen auf.	Nach zweimaliger Regeneration des periodisch regenerierenden Abgasminde- rungssystems wurde von einem der bei- den auffälligen Fahrzeuge die Grenzwerte eingehalten. Bei 1 auffälligen von 5 untersuchten Fahrzeugen erfüllt die Stichprobe die Anforderungen der Richt- linie 98/69/EG.
15	VOLKSWAGEN Touran	Kompressionszündung	Grenzwertüberschreitung im Typ I Test, keine stark abweichenden Emissionen	Bei allen 5 untersuchten Fahrzeugen wurden im Anlieferungszustand die Euro 4 Grenzwerte überschritten.	Die erhöhten Emissionen sollen durch eine Softwareänderung verbessert werden, die in der Serienproduktion und bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen eingesetzt werden soll.
5	VOLKSWAGEN Golf	Fremdzündung	Grenzwertüberschreitung im Typ IV Test	Bei der Messung der Verdunstungs- emissionen wurde der Grenzwert von 2,0 g HC von einem Fahrzeug überschritten.	Ursache für die erhöhten Verdunstungs- emissionen war eine falsch montierte Dichtung. Dieses Problem wurde nur bei einem von 3 Fahrzeugen gefunden, daher ist nicht von einem typspezifischen Fehler auszugehen.

Tabelle 5.1 (Fortsetzung 1): Auffällige Fahrzeugtypen

Nr.	Fahrzeugtyp	Motorart	Art der Auffälligkeit	Auffälligkeit	Ergebnis
1	BMW 116i	Fremdzündung	Vollastanreicherung	Gemischanreicherung bei Volllast	Keine Maßnahme
2	HONDA Jazz	Fremdzündung	Vollastanreicherung	Gemischanreicherung bei Volllast, stark erhöhte CO Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme
3	OPEL Vectra	Fremdzündung	Vollastanreicherung	Gemischanreicherung bei Volllast, stark erhöhte CO Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme
4	SKODA Fabia	Fremdzündung	Vollastanreicherung	Gemischanreicherung bei Volllast, stark erhöhte CO Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme
5	VOLKSWAGEN Golf	Fremdzündung	Vollastanreicherung	Gemischanreicherung bei Volllast, stark erhöhte CO Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme
7	MERCEDES Vaneo	Kompressionszündung	Emissionen im CADC	stark erhöhte NOx Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme
10	OPEL Corsa	Kompressionszündung	Emissionen im CADC	stark erhöhte NOx Emissionen im CADC Motorway	Keine Maßnahme

Tabelle 5.1 (Fortsetzung 2): Auffällige Fahrzeugtypen

6 Literaturverzeichnis

- /1/ Weissbuch: Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellung für die Zukunft; Europäische Kommission 2001
- /2/ Nachhaltige Mobilität; Leitlinien des Bundesumweltministeriums; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2003
- /3/ Auto Jahresbericht 2005; Verband der Automobilindustrie (VDA)
- /4/ Richtlinie 70/220/EWG einschließlich aller Änderungen bis 2006/96/EG; Amtsblatt der Europäischen Union
- /5/ Verordnung (EG) Nr. 715/2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, Amtsblatt der Europäischen Union
- /6/ Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960 – 2030; IFEU Heidelberg im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 104 05 347
- /7/ VERKEHR UND UMWELT – Herausforderungen; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
- /8/ Richter, A.
Michelmann, G. Feldüberwachung der Abgasemissionen in der Bundesrepublik Deutschland, Abschlußbericht 1993; RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 104 05 347
- /9/ Dresen-Rausch, J. Ermittlung gesetzlich limitierter und nicht limitierter Schadstoffe von Fahrzeugen im Verkehr, Bundesrepublik Deutschland, Abschlußbericht 1997, RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 1050 06 061
- /10/ Dresen-Rausch, J. Feldüberwachung von Diesel-Pkw, Bundesrepublik Deutschland, Abschlußbericht 1998, RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 296 45 088
- /11/ Schmidt, H. Ermittlung gesetzlich limitierter Schadstoffe von Fahrzeugen im Verkehr während der Lebensdauer (Feldüberwachung III), RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 298 45118
- /12/ Schmidt, H. Feldüberwachung von Diesel Pkw II, Abschlußbericht 2002, RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 200 42 101
- /13/ Schmidt, H. Ermittlung gesetzlich limitierter Schadstoffe von Fahrzeugen im Verkehr während der Lebensdauer auf Grundlage der gesetzlichen Vorgaben und Ermittlung von Emissionsfaktoren, RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 200 45 144

- /14/ Schmidt, H. Feldüberwachung von Otto- und Diesel Pkw der Grenzwertstufen EURO3, EURO3D4 und EURO 4 unter Einbeziehung der im Betrieb befindlichen On Board Diagnose Systeme, der Volllastanreicherung und der Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Kfz-Emissionsberechnungen (Feldüberwachung 5), RWTÜV im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 202 42 157
- /15/ Schmidt, H. Feldüberwachung von Otto- und Diesel Pkw und leichten Nfz der Grenzwertstufen EURO3, D4 und EURO4: Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen zu den Schadstoffemissionen und der Kfz-Geräuschvorschriften sowie zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren (Feldüberwachung 6); TÜV NORD im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN Nr. 203 45 160
- /16/ Richtlinie 80/1268/EWG einschließlich aller Änderungen bis 1999/100/EG vom 15.12.1999, Amtsblatt der Europäischen Union
- /17/ Kraftfahrt-Bundesamt Statistische Mitteilungen, Reihe 1 Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen - Besitzumschreibungen - Löschungen, Januar 2005
- /18/ Kraftfahrt-Bundesamt Statistische Mitteilungen, Reihe 2 Fahrzeugbestand: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern am 1. Januar 2005
- /19/ Kraftfahrt-Bundesamt Statistische Mitteilungen, Reihe 2 Fahrzeugbestand: Bestand an Personenkraftwagen und Nutzkraftwagen (ohne Traktoren) am 1. Januar 2005 nach Herstellern und Typen, Fahrzeugarten, Haltergruppen und Ländern
- /20/ KraftStÄndG Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz 1997 vom 18.04.1997 (BGBl. I S.805)
- /21/ Kraftfahrt-Bundesamt Kraftstoffverbrauchs- und Emissions-Typprüfwerte von Kraftfahrzeugen, 14. Ausgabe, April 2004
- /22/ Kraftfahrt-Bundesamt Kraftstoffverbrauchs- und Emissions-Typprüfwerte von Kraftfahrzeugen, 15. Ausgabe, April 2005
- /23/ N.N. Auswertung der Messdaten der „Ergänzungsmessungen“ zum Projekt „Luftschadstoffmessungen des Straßenverkehrs in der Schweiz 190-2010“ der EMPA, Umweltbundesamt, Bericht I2.4-69832/0, 07.04.1995

- 81 -

000108

7 **Anhang**