

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

Umweltbundesamt
UFOPLAN-Nr. 203 45 160

**Feldüberwachung von Otto- und Diesel Pkw und leichten Nfz
der Grenzwertstufen EURO3, D4 und EURO4:
Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen zu den Schad-
stoffemissionen und der Kfz-Geräuschvorschriften
sowie zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren
(Feldüberwachung 6)**

- Abschlussbericht: Teil 1, Schadstoffemissionen -

von

Helge Schmidt



Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität
Antrieb/Emissionen
PKW/Krafttrad

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Inhaltsverzeichnis

1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
2	EINLEITUNG	4
3	PROJEKTABWICKLUNG	8
3.1	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	8
3.2	FAHRZEUGAUSWAHL	9
3.3	DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN	18
3.4	BEWERTUNG EINER STICHPROBE GEMÄß RICHTLINIE 98/69/EG	24
4	DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE	27
4.1	ABGASEMISSIONEN IM ZERTIFIZIERUNGSTEST	27
4.1.1	VERGLEICH DER EMISSIONEN MIT DEN GRENZWERTEN BEI DER TYPGENEHMIGUNG	27
4.1.2	VERGLEICH DER EMISSIONEN MIT DEN GRENZWERTEN DER STEUERGESETZGEBUNG	39
4.1.3	BEWERTUNG DER ABGASEMISSIONEN IM TYPPRÜFZYKLUS	41
4.2	EINORDNUNG DER KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND DES KRAFTSTOFFVERBRAUCHES	44
4.3	ABGASEMISSIONEN IN DEN ZUSÄTZLICHEN FAHRZYKLEN	47
4.4	VERDUNSTUNGSEMISSIONEN	53
4.5	VOLLASTANREICHERUNG	54
4.6	TIEFTEMPERATURTEST	59
4.7	NICHT LIMITIERTE SCHADSTOFFE	60
5	ZUSAMMENFASSUNG	66
5	LITERATURVERZEICHNIS	73
6	ANHANG	75

Typberichte:

Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor:

CITROEN Berlingo 1.6
OPEL Zafira 1.8
RENAULT Clio 1.2
TOYOTA Corolla 1.6
BMW Mini Cooper
DAIMLERCHRYSLER A160
FORD Fiesta 1.3
SEAT Arosa 1.0
VW Golf 1.4

Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungs-
motor:

AUDI A4 TDI
BMW 320d
FORD Galaxy
OPEL Astra 1.7 DTI Caravan
VW Sharan TDI
VW Transporter

In **Tabelle 3.1** sind die im Rahmen der Typprüfung angewendeten Abgasgrenzwerte für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor dargestellt. Zur Erreichung günstigerer Steuerklassen auf Grundlage des Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetzes vom 18.04.1997 ist die Einhaltung der EURO4 Abgasgrenzwerte im „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ bei der Typprüfung erforderlich (EURO3D4). Im Gegensatz zu der Einstufung EURO4 war bis zum 1.1.2002 bei der Typprüfung u.a. keine Prüfung Typ VI (Test bei -7°C) nötig. /15/

Stand der Abgaszulassung	Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN)	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)
EURO3	44	2,30	0,20	0,15
EURO3D4	53	1,00	0,10	0,08
EURO4	62	1,00	0,10	0,08

Tabelle 3.1: Emissionsgrenzwerte im NEFZ für Pkw mit Fremdzündungsmotor

Tabelle 3.2 zeigt die im Rahmen der Typprüfung angewendeten Abgasgrenzwerte für Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor. Zur Erreichung günstigerer Steuerklassen auf Grundlage des Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetzes vom 18.04.1997 ist die Einhaltung der EURO4-Grenzwerte im „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ bei der Typprüfung erforderlich (EURO3D4). Für Nutzfahrzeuge sowie für Pkw mit einer Höchstmasse von mehr als 2.500 kg kommen bei einem Leergewicht zwischen 1.280 kg und 1.735 kg die Gruppe II - und bei einer Leermasse von mehr als 1.735 kg die Gruppe III Grenzwerte zum Tragen.

Stand der Abgaszulassung	Aufbauergänzungsschlüsselnummer (ASN)	CO (g/km)	NO _x (g/km)	HC+NO _x (g/km)	Partikel (g/km)
EURO3	44	0,64	0,50	0,56	0,050
EURO3 Gruppe II	49	0,80	0,65	0,72	0,070
EURO3 Gruppe III	51	0,95	0,78	0,86	0,100
EURO3D4	53	0,50	0,25	0,30	0,025
EURO4	62	0,50	0,25	0,30	0,025

Tabelle 3.2: Emissionsgrenzwerte im NEFZ für Pkw mit Kompressionszündungsmotor

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. /16/, /17/

Bei der Ermittlung von Fahrzeughaltem wurden Regionalschlüssel angewendet, so dass sichergestellt werden konnte, dass die Fahrzeuge auf die Bereiche der Standorte der beteiligten Forschungsstellen des RWTÜV in Essen und des A-DAC in Landsberg am Lech beschränkt waren.

Nr.	Hersteller	Verkaufsbezeichnung	Stapel der Zulassung	Antriebsart	Fz-Anzahl	Fahrl.leistung [km]	Emissionsmittelwerte						
							CO ₂ [g/km]	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]	
1	CITROEN	Berlingo 1.6i	EURO3D4	Otto	3	36.933	183,7	0,225	0,025	0,040	0,065	-	
2	OPEL	Zafira A 1.8i	EURO3D4	Otto	3	41.333	190,6	0,445	0,011	0,023	0,034	-	
3	RENAULT	Clio 1.2i	EURO3D4	Otto	3	35.100	141,6	0,271	0,018	0,018	0,037	-	
4	TOYOTA EUROPE	Corolla 1.6i	EURO3D4	Otto	3	33.633	176,7	0,228	0,039	0,058	0,097	-	
5	BMW	Mini Cooper	EURO4	Otto	3	32.133	168,3	0,253	0,042	0,039	0,081	-	
6	DAIMLERCHRYSLER	A160	EURO4	Otto	3	39.567	167,3	0,208	0,036	0,028	0,062	-	
7	FORD	Fiesta 1.3i	EURO4	Otto	3	32.267	170,1	0,443	0,027	0,068	0,095	-	
8	SEAT	Arosa 1.0i	EURO4	Otto	3	38.880	135,3	0,219	0,035	0,032	0,067	-	
9	VW	Golf 1.4i	EURO4	Otto	3	44.067	163,5	0,177	0,052	0,042	0,094	-	
10	AUDI	A4 TDI	EURO3	Diesel	3	53.700	164,7	0,099	0,025	0,610	0,635	0,032	
11	BMW	320d Limousine	EURO3	Diesel	3	54.361	162,0	0,049	0,040	0,599	0,639	0,033	
12	FORD	Galaxy	EURO3	Diesel	3	51.103	154,0	0,186	0,059	0,670	0,729	0,022	
13	OPEL	Astra Caravan	EURO3	Diesel	3	58.388	127,0	0,065	0,061	0,648	0,709	0,023	
14	VOLKSWAGEN	Sharan TDI	EURO3	Diesel	3	61.615	167,0	0,101	0,035	0,563	0,598	0,025	
15	VOLKSWAGEN	Transporter	EURO3 Gr. III	Diesel	3	53.700	206,0	0,119	0,025	0,854	0,979	0,061	

Tabelle 4.7: Mittelwerte der Abgasemissionen im FTP75 Zyklus im Anlieferungszeitstand

Nr.	Hersteller	Verkaufsbezeichnung	Stand der Zulassung	Antriebsart	Fz. Anzahl	Ø Fahrleistung [km]	Emissionsmittelwerte						
							CO ₂ [g/km]	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]	
1	CITROEN	Berlingo 1.6l	EURO3D4	Otto	3	36.933	192,5	5,534	0,016	0,083	0,099	-	
3	RENAULT	Clio 1.2l	EURO3D4	Otto	3	35.100	160,7	5,259	0,018	0,016	0,033	-	
5	BMW	Mini Cooper	EURO4	Otto	3	32.133	155,9	0,843	0,007	0,035	0,041	-	
10	AUDI	A4 TDI	EURO3	Diesel	3	53.700	186,6	0,010	0,007	1,330	1,337	0,082	
11	BMW	320d Limousine	EURO3	Diesel	3	54.361	144,0	0,014	0,070	0,871	0,941	0,028	
13	OPEL	Astra Caravan	EURO3	Diesel	3	56.389	143,0	0,014	0,038	1,154	1,192	0,035	

Tabelle 4.8: Mittelwerte der Abgasemissionen im TÜV Autobahn Zyklus im Anlieferungszustand

Nr.	Hersteller	Verkaufsbezeichnung	Stand der Zulassung	Antriebsart	Fz. Anzahl	Ø Fahrleistung [km]	Emissionsmittelwerte						
							CO ₂ [g/km]	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]	
1	CITROEN	Berlingo 1.6l	EURO3D4	Otto	3	36.933	189,0	5,680	0,025	0,098	0,123	-	
3	RENAULT	Clio 1.2l	EURO3D4	Otto	3	35.100	147,6	3,401	0,007	0,013	0,020	-	
5	BMW	Mini Cooper	EURO4	Otto	3	32.133	150,7	1,714	0,009	0,025	0,034	-	
10	AUDI	A4 TDI	EURO3	Diesel	3	53.700	181,0	0,018	0,009	1,064	1,074	0,052	
11	BMW	320d Limousine	EURO3	Diesel	3	54.361	156,0	0,032	0,081	0,906	0,987	0,031	
13	OPEL	Astra Caravan	EURO3	Diesel	3	56.389	142,0	0,022	0,044	1,040	1,084	0,018	

Tabelle 4.9: Mittelwerte der Abgasemissionen im US06 Zyklus im Anlieferungszustand

Nr.	Hersteller	Verkaufsbezeichnung	Stand der Zulassung	Antriebsart	Fr. Anzahl	Z. Fahrleistung [km]	Emissionsmittelwerte						
							CO ₂ [g/km]	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partikel [g/km]	
2	OPEL	Zafira A 1.8i	EURO3D4	Otto	3	41.333	189,6	4,860	0,013	0,026	0,039	-	
4	TOYOTA EUROPE	Corolla 1.6i	EURO3D4	Otto	3	33.633	176,1	7,759	0,015	0,030	0,045	-	
6	DAIMLERCHRYSLER	A160	EURO4	Otto	3	39.567	180,9	0,635	0,005	0,013	0,018	-	
7	FORD	Fiesta 1.3i	EURO4	Otto	3	32.267	177,3	3,101	0,017	0,361	0,377	-	
8	SEAT	Arosa 1,0i	EURO4	Otto	3	38.980	145,1	3,918	0,014	0,046	0,060	-	
9	VW	Golf 1.4i	EURO4	Otto	3	44.067	168,5	4,550	0,052	0,028	0,060	-	
12	FORD	Galaxy	EURO3	Diesel	3	51.103	149,0	0,046	0,036	1,061	1,097	0,021	
14	VOLKSWAGEN	Sharan TDI	EURO3	Diesel	3	61.615	161,0	0,017	0,015	1,113	1,128	0,025	
15	VOLKSWAGEN	Transporter	EURO3 Gr. III	Diesel	3	53.700	238,0	0,115	0,032	2,196	2,228	0,189	

Tabelle 4.10: Emissionen im CADC im Anlieferungszustand

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 52 Fahrzeuge, verteilt auf neun 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.

Bei der Auswahl der Fahrzeugtypen fanden primär statistische Gesichtspunkte wie die Zulassungszahlen der einzelnen Hersteller für Neufahrzeuge und die Struktur des Fahrzeugbestandes Berücksichtigung. Es wurden Fahrzeuge von zehn unterschiedlichen Herstellern im Vorhaben untersucht. Vier der untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor erfüllten bei der Typprüfung über die EURO3 hinaus die verschärften Grenzwerte gemäß dem Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz (KraftStÄndG) und wurden als EURO3D4 eingestuft. Fünf Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor waren gemäß den Anforderungen der EURO4 zugelassen worden. Fünf Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor waren als EURO3 zugelassen worden. Ein Fahrzeugtyp mit Dieselmotor erfüllte bei der Typprüfung die EURO3 Gruppe III Grenzwerte.

Die Messungen erfolgten im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemäß Änderungsrichtlinie 98/69/EG als Zulassungszyklus. Neben dem NEFZ wurden zusätzliche Fahrzyklen gefahren. Durch die Messungen in den unterschiedlichen Fahrzyklen wird die Möglichkeit eröffnet, die Untersuchungsergebnisse zur Aktualisierung von Emissionsfaktoren zur Berechnung von Abgasemissionen mit Hilfe von Modellrechnungen zu nutzen.

Die Richtlinie 98/69/EG sieht bei der Prüfung der Konformität von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bei der Bewertung der im Fahrzyklus ermittelten Abgasemissionen keinen Verschlechterungsfaktor vor. Daher wurde bei der Beurteilung kein Verschlechterungsfaktor berücksichtigt.

Bei allen untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurden die jeweiligen Grenzwerte der EG-Typgenehmigung durch die Mittelwerte der Abgasemissionen eingehalten.

Bei dem SEAT Arosa traten jedoch im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen bei einzelnen Fahrzeugen im Zertifizierungszyklus auf. Im Anlieferungszustand wurde bei zwei von zunächst drei SEAT Arosa 1.0l sowohl der Grenzwert für die Stickoxide als auch der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe überschritten. Bei einem der beiden auffälligen Fahrzeuge wurden Markierungen an den Zündkabeln festgestellt, die als Ursache für die Grenzwertüberschreitungen anzusehen sind. Nach Austausch der defekten Zündkabel wurde die Messung der Abgasemissionen im NEFZ wiederholt und alle Grenzwerte wurden eingehalten. Bei dem zweiten auffälligen SEAT Arosa war der

Fehler „Zündaussetzer an Zylinder 4“ im herstellerspezifischen Eigendiagnosesystem abgespeichert. Daraufhin wurden an diesem Fahrzeug die Zündkerzen und die Zündkabel erneuert. Auch nach dieser Maßnahme wurde der Grenzwert für die Stickoxidemissionen im NEFZ überschritten und Zündaussetzer von dem Diagnosesystem erkannt. Bei einer umfangreichen Fehlersuche wurde die Kompression überprüft, die Sauerstoffsonde und die hydraulischen Ventilstößel erneuert. Die Einspritzventile wurden als Hauptursache für die Grenzwertüberschreitung verantwortlich gemacht. Nach dem Austausch der Einspritzdüsen wurden alle Grenzwerte im NEFZ eingehalten. Da bei der Messung von zwei weiteren Fahrzeugen dieses Typs keine Auffälligkeiten festgestellt werden konnten, wurde die Stichprobe mit einem auffälligen von insgesamt fünf untersuchten Fahrzeugen als positiv bewertet und die Untersuchung abgeschlossen.

Bei drei Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor wurde im Anlieferungszustand der Grenzwert für Stickoxide und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide durch den Mittelwert der Abgasemissionen überschritten. Bei vier der sechs untersuchten Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor traten bei einzelnen Fahrzeugen im Anlieferungszustand Grenzwertüberschreitungen im Neuen Europäischen Fahrzyklus auf: BMW 320d Limousine, FORD Galaxy, OPEL Astra Caravan und VW Transporter.

In diesem Forschungsprojekt wurden die Abgasemissionen von insgesamt sechs BMW 320d Limousinen untersucht. Bei vier Fahrzeugen dieses Typs wurde im Anlieferungszustand sowohl der EURO3 Grenzwert für die Stickoxidemissionen als auch der Summengrenzwert für Stickoxide und Kohlenwasserstoffe überschritten. Daraufhin wurden zwei Fahrzeuge mit Referenzkraftstoff betankt (Fahrzeug 2 und 3). Bei einer BMW 320d Limousine wurde im herstellerspezifischen Eigendiagnosesystem der Fehler „Luftmasse zu gering“ ausgelesen und gelöscht (Fahrzeug 5). Eines der auffälligen Fahrzeuge stand 1.500 km vor einer Inspektion. Daher wurde bei diesem Fahrzeug das Motoröl und der Ölfilter gewechselt. Außerdem wurde der Luftfilter ausgetauscht und die Fehler „Abgasrückführung“ und „Förderbeginnsensor“ im herstellerspezifischen Eigendiagnosesystem gelöscht (Fahrzeug 6). Nach diesen Maßnahmen wurden die Messungen im NEFZ wiederholt. Dabei wurde von zwei BMW 320d Limousine der Grenzwert für Stickoxide und der Summenwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide überschritten. Nach diesen Messungen wurde die Stichprobe von insgesamt sechs untersuchten Fahrzeugen bei zwei auffälligen Fahrzeugen als positiv bewertet, ohne dass ein typspezifischer Fehler erkannt werden konnte.

Die Abgasemissionen von insgesamt fünf FORD Galaxy 1.9TDI mit AUY Motor wurden im Verlauf dieses Forschungsvorhabens untersucht. Bei zwei Fahrzeugen dieses Typs wurden im Anlieferungszustand die EURO3 Grenzwerte für Kohlenmonoxidemissionen, für Stickoxide und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe nicht eingehalten. Bei einem FORD Galaxy TDI wurde ein verschmutzter Luftfilter ausgetauscht (Fahrzeug 4). Bei der anschließenden Messung wurden von diesem Fahrzeug die EURO3 Grenzwerte im NEFZ eingehalten. Bei dem zweiten auffälligen Fahrzeug wurde eine Undichtigkeit am Luftmassenmesser entdeckt und abgedichtet (Fahrzeug 2). Diese Maßnahme führte jedoch nicht zu dem erwünschten Erfolg. Bei der anschließend durchgeführten Messung wurden die EURO3 Grenzwerte für Kohlenmonoxidemissionen, für Stickoxide und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe nicht eingehalten. Durch einen anschließend durchgeführten Austausch des Luftmassenmessers konnten zwar die Kohlenmonoxid - und die Stickoxidemissionen bei diesem

Fahrzeug unter die EURO3 Grenzwerte abgesenkt werden, der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide wurde aber auch nach dieser Maßnahme knapp überschritten. Die Stichprobe von insgesamt fünf untersuchten Fahrzeugen wurde bei einem auffälligen Fahrzeug nach Richtlinie 98/89/EG als positiv bewertet, ohne dass ein typspezifischer Fehler erkannt werden konnte.

Im Anlieferungszustand wurde von einem OPEL Astra Caravan DTI der EURO3 Grenzwert für die Stickoxidemissionen und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide überschritten. Bei der Fehlersuche im Abgaslabor des ADAC konnte kein Fehler festgestellt werden. Daraufhin wurde das auffällige Fahrzeug in Absprache mit dem Umweltbundesamt für eine detaillierte Diagnose in die Werkstätten der OPEL Powertrain GmbH in Rüsselsheim überführt. Bei der Überprüfung wurde festgestellt, dass das Fahrzeug die vorgegebenen Fahrleistungen deutlich verfehlte. Als Ursache wurde ein defektes Einspritzventil mit verminderten Mengenwerten identifiziert. Nach Austausch der Einspritzdüse wurden von dem betroffenen Fahrzeug die EURO3 Grenzwerte im NEFZ eingehalten. Der Defekt des Einspritzventils wurde als Einzelfall eingestuft und die Untersuchung des OPEL Astra Caravan DTI mit positivem Ergebnis abgeschlossen.

Bei einem VW Sharan TDI wurden im Anlieferungszustand Überschreitungen des EURO3 Grenzwertes für Stickoxide und des Summengrenzwertes für Stickoxide und Kohlenwasserstoffe festgestellt. Das betroffene Fahrzeug befand sich in einem schlechten Zustand. Daher wurde ein Ölwechsel durchgeführt und der Ölfilter, Der Kraftstofffilter und der Luftfilter erneuert. Anschließend wurde die Messung im NEFZ mit Referenzkraftstoff wiederholt. Dabei wurden die EURO3 Grenzwerte eingehalten.

Bei zwei von drei VOLKSWAGEN Transportern wurde im Anlieferungszustand der EURO3 Gruppe III Grenzwert für die Stickoxidemissionen und der Summengrenzwert für Kohlenwasserstoffe und Stickoxide überschritten. Durch den bei der Messung anwesenden Herstellervorteiler konnten keine abgasrelevanten Fehler an den Fahrzeugen festgestellt werden. Aufgrund der geringen Resonanz bei den durch das KBA ausgewählten Fahrzeughaltern standen für weitere Messungen keine Fahrzeuge zur Verfügung.

Zusätzlich zu der Messung der Abgasemissionen wurde im Neuen Europäischen Fahrzyklus aus den Emissionen der kohlenstoffhaltigen Abgaskomponenten (CO₂, CO und HC) der Kraftstoffverbrauch gemäß Änderungsrichtlinie 1999/100/EG berechnet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Messungen in der Regel mit marktüblichem Kraftstoff und nicht mit dem in der Richtlinie vorgesehenen Referenzkraftstoff durchgeführt wurden.

Bei sieben Fahrzeugtypen lagen die gemessenen Kohlendioxidemissionen und der aus den Emissionen ermittelte Kraftstoffverbrauch unter den jeweiligen Herstellerangaben. Bei fünf Typen entsprachen die ermittelten Werte für die CO₂-Emissionen und den Verbrauch etwa den Herstellerangaben. Bei drei Fahrzeugtypen lagen die Kohlendioxidemissionen und der Kraftstoffverbrauch um 0,6 % bis 3,8 % über der Herstellerangabe. Die größten Abweichungen traten bei einem AUDI A4 TDI mit manuellem 6-Gang-Getriebe auf, bei dem die Herstellerangabe für den Verbrauch um 5 % und für die Kohlendioxidemissionen um 7 % überschritten wurden.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde bei jeweils einem Fahrzeug pro Typ mit Fremdzündungsmotor eine Messung der Verdunstungsemissionen durchgeführt. Bei acht der neun untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor wurde der Grenzwert für die Verdunstungsemissionen von 2,0 g Kohlenwasserstoffen eingehalten. Auffällig waren die hohen Kohlenwasserstoffemissionen bei dem RENAULT Clio, bei dem eine Grenzwertüberschreitung zu verzeichnen war. Aufgrund dieser Ergebnisse wird von RENAULT zur Zeit eine Untersuchung durchgeführt, um die Ursachen für die erhöhten Verdunstungsemissionen zu identifizieren und in Zukunft abzustellen.

Bei einem Fahrzeug jedes Typs mit Fremdzündungsmotor wurde untersucht, ob bei hoher Motorlast bzw. Vollast eine Gemischanreicherung vorlag. Zu diesem Zweck wurde für sechs stationäre Messpunkte das Luftverhältnis Lambda auf dem Fahrleistungsprüfstand ermittelt.

Bei Motorvollast wurde bei allen neun untersuchten Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor bei mindestens einem Drehzahlpunkt 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 Vollastanreicherung 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.

Mit der Änderungsrichtlinie 98/69/EG wurde für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor eine Messung der Abgasemissionen bei niedrigen Umgebungstemperaturen und Kaltstart eingeführt (Prüfung Typ VI). Ziel des so genannten Tieftemperaturtest ist es, die Anforderungen bei der Typprüfung an die realen Bedingungen im Straßenverkehr anzupassen. Der Tieftemperaturtest stellt besonders hohe Anforderungen an das Motormanagement und an das Ansprechverhalten des Katalysators. Bisher lagen keine Erfahrungen zu der Dauerhaltbarkeit derartiger Systeme unter Alltagsbedingungen vor. Im Rahmen dieser Forschungsvorhabens wurden erstmals die Abgasemissionen von fünf bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen in diesem Tieftemperaturtest exemplarisch untersucht. Bei allen untersuchten Fahrzeugen wurden die Grenzwerte im Tieftemperaturtest eingehalten.

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

Alarmierend ist das Ergebnis der Messungen bei den Dieselfahrzeugen. Bei zehn der insgesamt dreißig im NEFZ untersuchten Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor wurden im Anlieferungszustand die jeweiligen Typprüfgrenzwerte überschritten. 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.

Ab dem 01.01.2005 sind bei der Typprüfung die gegenüber EURO3 deutlich verschärften EURO4 Grenzwerte anzuwenden. Insbesondere die Einhaltung der gegenüber EURO3 um 50 % reduzierten Grenzwerte für Stickoxid- und Partikelemissionen wird erhebliche Anstrengungen erfordern. Es muss sich zeigen, ob die Dauerhaltbarkeit der für die Erreichung dieser Grenzwerte benötigten Motorkonzepte und Abgasreinigungssysteme im realen Straßenverkehr sichergestellt werden kann.