

Früher war alles besser, früher war alles gut,

beginnt die erste Strophe des Songs "Wort zum Sonntag" einer meiner Lieblingsbands - "Die Toten Hosen", erschienen im Oktober 1986.

Gleiche Gedanken kamen mir auf, als ich just vor einigen Tagen auf einen **Artikel in der Auto Motor Sport** stieß mit der Sensationen-verheißenden Schlagzeile:

"Wie schmutzig ist ein Diesel von 1982?"

Eine durchaus interessante Fragestellung, die mir nicht nur von Studierenden in den einschlägigen Vorlesungen schon öfter gestellt wurde.

Zur Beantwortung dieser Frage nach heutigen Maßstäben führte der Engineering-Dienstleister AKKA (zu dem mittlerweile die frühere Daimler-Tochter MBtech gehört) auf **Initiative des Oldtimer-Clubs "Mercedes-Benz W123 e.V."** konforme RDE-Messungen und WLTC-Rollentests durch mit dem in Bild 1 abgebildeten **240D (Bj. 1982, 343000 km)**, der nach Zeitungsangaben einem langjährigen Clubmitglied und Daimler-Mitarbeiter gehört.

Bei mir selbst wurden bei der Lektüre des Auto Motor Sport Artikels [1] sowie des ausführlicheren und aussagekräftigeren Eigenberichts des Vereins [2] wehmütige Erinnerungen an meine Studienzeit wach.

Die thermodynamische Untersuchung eines baugleichen Motors OM 616 war im Jahr 1984 Inhalt einer meiner beiden Studienarbeiten im Hauptstudium an der Technischen Universität. Ziel der damaligen Auftragsuntersuchung war die emissionsseitige Verbesserung dieser Vorkammer-Maschine durch optimierte Kraftstoffqualitäten und eine - in Deutschland allerdings nicht serienmäßige - ungekühlte Hochdruck-Abgasrückführung.



ABGASMESSUNG NACH RDE MIT PEMS



Wie schmutzig ist ein Diesel von 1982?

Bild1: ams -Bericht, [1] über Emissionsmessungen an einem 240D (OM616 im W123, Baujahr 1982, 342000 km)

Die Medien haben es geschafft, dem Pkw-Dieselmotor in Deutschland das Image der **"dreckschleudernden Giftspritze"** zu verpassen. Die Saat ist in weiten Teilen der Bevölkerung aufgegangen und auch 5 Jahre nach dem VW-Skandal bewegen sich die **Diskussionen um den dieselmotorischen Antrieb in der Öffentlichkeit und insbesondere in den Medien mitunter auf einem Niveau, dass jegliche Rationalität und technische Sachkenntnis vermissen lässt.**

Es dürfte insofern insbesondere für Oldtimer-Freunde kein Vergnügen sein, ihrem Hobby nachzugehen in der verständlichen Befürchtung, dass Dieselgegner fern der Realität "Umweltkatastrophen" beim Anblick der "Ölbrenner und Schmutzfinken" heraufbeschwören.

Insofern ist die Initiative des Oldtimer-Clubs auf jeden Fall begrüßenswert, sachdienliche Informationen über das Emissionsverhalten solcher Fahrzeuge nach neuesten Methoden zu beschaffen. **Der ausgewogene Bericht auf der Website des Vereins - [2] - über das besagte Vorhaben und die gewonnen Erkenntnisse ist auf alle Fälle lesenswert.**

"Gründlich daneben" - bewusst oder ungewollt - ging meines Erachtens hingegen die Berichterstattung von Auto Motor Sport, die nachfolgend im Bild 2 auszugsweise dargestellt ist.

Uralt-Diesel nicht schmutziger als (viele) EU6-Diesel

Das Ergebnis zweier kalibrierter Fahrten: Der W 123 emittierte im Schnitt 808 mg NOX pro Kilometer. Damit liegt er nur wenig über einem 34 Jahre jüngeren, ähnlich großen, aber rund doppelt so starken Mercedes CLA 200 d sowie im soliden Mittelfeld der Messergebnisse, die auto motor und sport seit dem Diesel-Skandal

Bild 2: Auszug der Zeitschrift *Auto Motor Sport* [1] über den RDE Test eines Oldtimers 240D von 1982

Leider beschränkt sich augenscheinlich auch in einer sogenannten "Fachzeitschrift" das "Fachwissen" gewisser Journalisten über motorische Emissionen auf eine einzige Komponente im Abgas: Stickoxide NOx! Bedauerlicherweise blieben die "Erklärungsversuche" der *Auto Motor Sport* auf einem "schwachen Niveau", vielfach würde ich auch eher von "einem gesunden Halbwissen" reden. Es war daher kaum verwunderlich, dass sich viele Reaktionen in der Öffentlichkeit, gemessen am Wortlaut der zahlreichen Leserbriefe und Kommentare im Internet zu dieser *ams*-Publikation, wie folgt zusammenfassen lassen:

- Dieselmotor = viel Schmutz
- Schmutz = Stickoxide
- Schmutz bleibt Schmutz
- Seit 40 Jahren kein Fortschritt in der Motorenentwicklung erkennbar
- Die ganze Abgasgesetzgebung war völlig umsonst
- u.a.m.
-

Die Resultate im Detail

Stickoxid-Emission

Für einen Motorentechniker eigentlich wenig erstaunlich, bewegt sich der betagte W123 Oldie im Straßenverkehr mit realen 800 mg/km NOx-Emissionen in einem guten Mittelfeld zwischen modernen Dieselmotoren. Und das ganz ohne Abgasrückführung oder gar eine Abgasnachbehandlung für Stickoxide!

Der Motor OM 616 gehört zur Gattung der sogenannten **Kammermotoren**, die - zunächst nur im Bereich Nfz/Arbeitsmaschinen, später nach und nach auch in Pkw-Anwendungen bis auf wenige Nischenprodukte **von den direkteinspritzenden Dieselmotoren verdrängt wurden**.

Prosper l'Orange (1876-1939), gilt in diesem Zusammenhang als einer der Pioniere des modernen Fahrzeug-Dieselmotors. Der geniale Ingenieur war von 1908 bis 1922 Leiter des Motorenversuchs bei Benz & Cie in Mannheim, siehe auch [4]. Im Jahre 1909 meldete er die "**Vorkammer**" zum Patent an und legte damit den Grundstein für ein Brennverfahren, das bis in die neunziger Jahre die Pkw-Dieselmotoren des Hauses auszeichnete.

Charakteristisch für Kammermotoren ist die im Vergleich zu damaligen Direkteinspritzern **sehr günstige Stickoxid-Emission**. Als Ursache hierfür gilt die **zweistufige Verbrennung**, die zunächst bei sehr fettem Gemisch (Luftverhältnis $\ll 1$) in besagter Vorkammer startet.

Das Volumen dieser kugelförmigen Kammer beträgt etwa 15 - 35% des Kompressionsvolumens der Maschine, siehe hierzu auch exemplarisch [3]. Nach dem Überströmen der gezündeten Ladung aus der Vorkammer in den Hauptbrennraum, in dem sich zunächst ja nur reine Luft befindet, setzt sich der Verbrennungsvorgang dort bei relativ magerem Gemisch (Luftverhältnis $\gg 1$) fort. Das ausgeprägte Maximum der Stickoxid-Bildung in Verbrennungsmotoren bei einem Luftverhältnis von etwa 1,1 wird auf diese Weise quasi "elegant umgangen". **Im Vergleich zu damaligen Direkteinspritzern** betrug die **Stickoxid-Emission eines Kammermotors nur etwa die Hälfte**, siehe bspw. auch Bild 3 nach [6]. Diese Aussagen beziehen sich auf die Zeit der 70er/80er Jahre des letzten Jahrhunderts, in der auch das nachfolgende Diagramm 3 entstand.

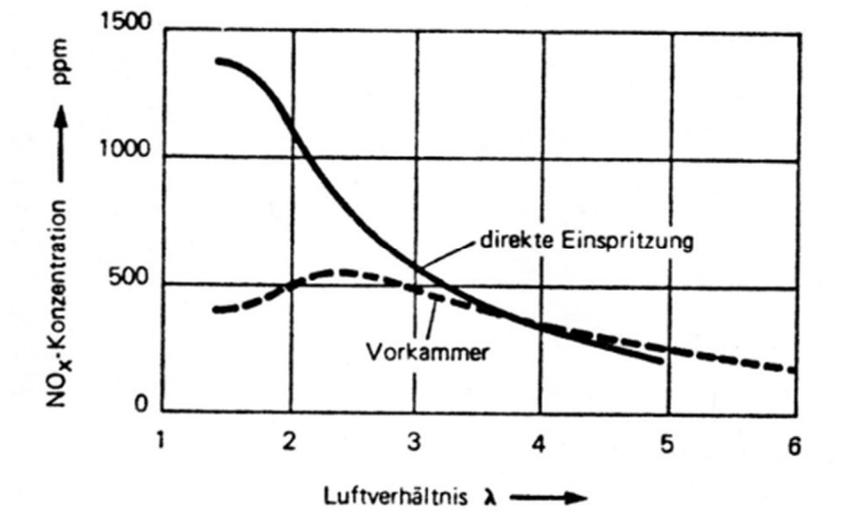


Bild 3: Vergleich der NO_x-Bildung eines direkteinspritzenden Dieselmotors mit einer Vorkammer-Maschine, nach [6]

Insofern kann bei einer reinen Betrachtung der Stickoxide das betagte Fahrzeug sehr gut im Reigen der 30 bis 35 Jahre jüngeren Modelle mithalten. Auf der Webseite des *W123- Clubs* [2] findet sich dann auch eine beeindruckende Grafik - nach Fahrzeug-Modellen sortiert, im Ranking diverse Modelle unterschiedlichster Hersteller mit "ganz wenig NO₂" bis „über 2000mg/km“.

Die Firma *Emissions Analytics*, die u.a. auch für die *ams* tätig ist, verfügt über eine riesige Datenbank an Realmessungen auch an älteren Fahrzeugen, die ich in einem meiner früheren Blogs - Teil 14 - , siehe auch [8], bereits im Detail beschrieben habe. Aus den regelmäßigen Publikationen dieses Dienstleisters habe ich in Bild 4 die zeitliche Entwicklung realer NO_x - Emissionen von Diesel-Pkw in den Jahren 2011 bis 2018 herausgegriffen. Dargestellt wurden hier sowohl Mittelwerte, als auch Extremwerte in beide Richtungen.

Man erkennt in dieser Auswertung bspw. sehr klar die positive Wirkung von Euro6 ab dem Jahre 2015, als erstmalig in der EU flächendeckend Abgasreinigungssysteme für Stickoxide bei Diesel-Pkw eingesetzt wurden. Bei Euro5 Motoren resultieren in der Regel die Stickoxid-Emissionen im Auspuff aus einer Kombination rein innermotorischer Maßnahmen, zu denen auch die Abgasrückführung AGR zu zählen ist. Wenn aktuell u.a. Justiz, Politik und NGOs bei Euro5 Motoren von "Abgasreinigung" sprechen, ist das nicht mehr als die schlichte Ignoranz der technischen Faktenlage und Definitionen.

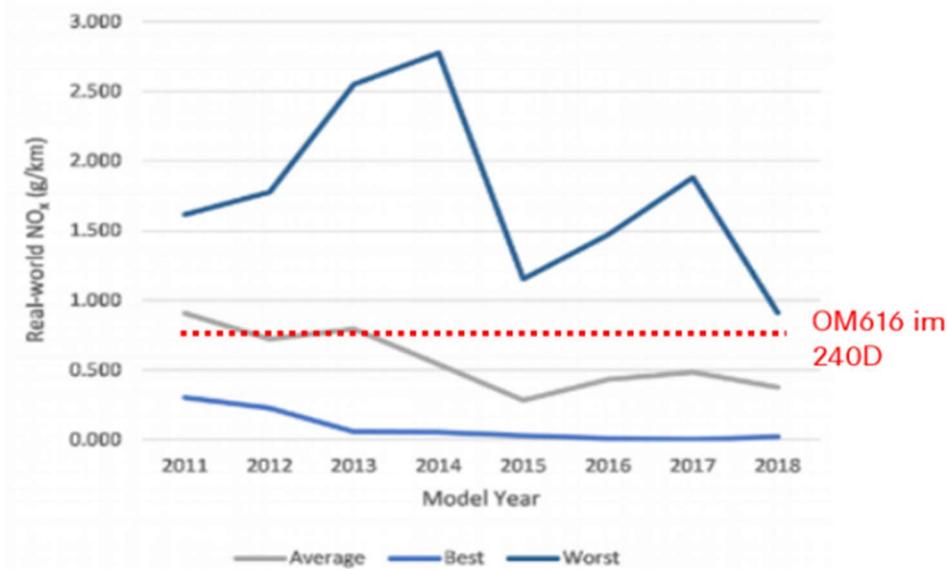


Bild 4: Historie realer NOx-Emissionen von Diesel-Pkw nach [7]

Die Streubreite der Realemissionen bleibt aber auch zu Beginn von Euro6 noch sehr hoch, wie ich auch schon in einer ähnlichen Darstellung in [8] illustriert hatte. Mit einer RDE NOx-Emission von 800 mg/km (= rotpunktierte Linie in Bild 4) liegt das Testfahrzeug also im Mittelfeld wesentlich jüngerer Diesel-Fahrzeuge - zumindest in der Euro5 Phase. Aber auch zu Beginn von Euro6 finden sich genügend "schwarze Schafe" insbesondere aus ausländischer Provenienz (ADAC, 2017), die die Werte des betagten Oldie merklich überschreiten.

Das mittlere NOx-Niveau moderner Euro6 Motoren mit Abgasnachbehandlung - siehe Bild 4 - ist aber für den Oldtimer nicht mehr erreichbar, wenngleich *Auto Motor Sport* offensichtlich bei Leserinnen und Leser diesen Eindruck erwecken möchte, siehe Bild 2. Hierzu hat die *ams* Redaktion ihr hauseigenes, singuläres NOx-Messergebnis eines Mercedes CLA 200d [10] mit 737 mg/km (Euro6b, Speicherkatalysator-Technik) herangezogen. **Ein baugleiches Fahrzeug wurde bspw. vom ADAC aber mit lediglich 357 mg/km vermessen, siehe Tabelle in Bild 6 und [9].**

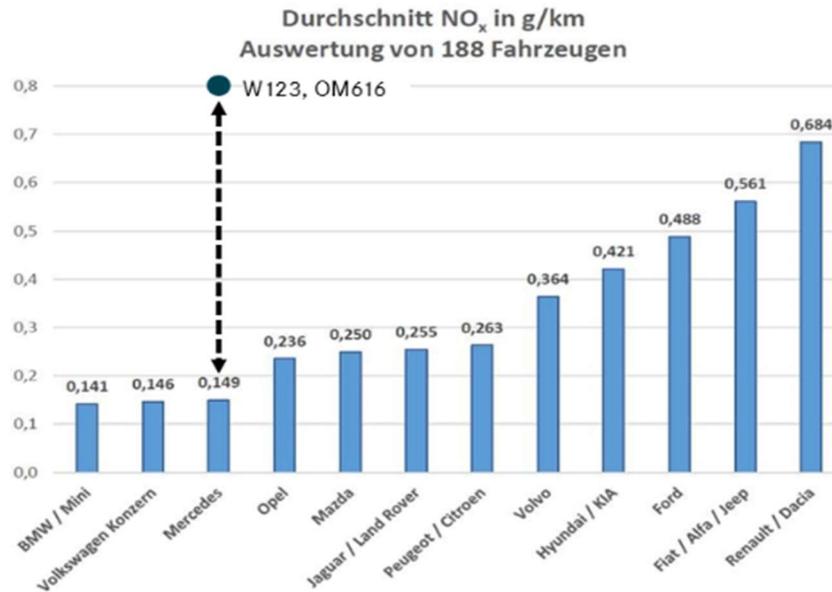


Bild 5: RDE NO_x-Emissionen von **Euro6** Diesel-Pkw, aufsteigende Sortierung nach Herstellern, [7]

Das **mittlere NO_x-Niveau der Mercedes Euro6** Diesel-Pkw lag bspw. nach ADAC Untersuchungen [11] im Jahr 2017 bei **149 mg/km**. Es ist aber wissenschaftlich unseriös, neueste Fahrzeugtechnik mit SCR-Technologie einem "Diesel-Veteranen" gegenüberzustellen, der noch in einer Zeit vor Einsetzen der ersten Abgasgesetzgebung gefertigt wurde. Insofern habe ich in Bild 5a nach verschiedenen externen Quellen Daten von Mercedes **Diesel-Pkw der Euro5 Norm** herausgesucht, da sich bei diesen Fahrzeugen wie gleichfalls bei dem untersuchten Oldtimer die Höhe der Stickoxid-Emissionen noch allein aus innermotorischen Einstellparametern und der Motorkonstruktion selbst ergibt.

Fahrzeug	Leistung	Abgasnorm	NO _x	Quelle
	[kW]		[mg/km]	
C220 CDI	125	Euro5	454	DUH
CLS 250 CDI	150	Euro5	374	DUH
GLK 220 CDI	120	Euro5	538	DUH
B180 CDI	80	Euro5	341	KBA
C220 CDI	125	Euro5	311	KBA
GLK 220 CDI	125	Euro5	339	KBA

Bild 5a: RDE-Emissionen ausgewählter **Mercedes Benz Euro5** Diesel-Pkw, eigene Darstellung nach Daten der DUH [15] und des Kraftfahrtbundesamtes KBA [16]

Die NO_x-Emissionen auf Euro5 Basis liegen erwartungsgemäß höher, aber im Durchschnitt mit ca. 400 mg/km immer noch etwa einen Faktor 2 unter den RDE-Ergebnissen des 240D.

Ungeachtet dessen existieren im Markt eine Vielzahl von gut 30 Jahren jüngeren Fahrzeugen, die im Einzelfall - siehe auch [2] - real mehr Stickoxide ausstoßen als der Oldtimer von 1982 und dennoch gesetzeskonform eine Euro6 Zulassung auf Basis des NEFZ erhalten haben und deren Hersteller selbst eine Anpassung der Software ablehnen .

Partikel/Feinstaub

Spätestens nach den Untersuchungen und Empfehlungen der **Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina** [5] zum Thema "Saubere Luft - Stickstoffoxide und Feinstaub in der Atemluft: Grundlagen und Empfehlungen" im April 2019 sollte eigentlich auch der letzte Zweifler verstanden habe, dass **nicht NO₂, sondern Feinstaub** die Herausforderung der Zukunft darstellt. Bedauerlicherweise erwähnt die **Auto Motor Sport** in ihrer Berichterstattung dieses Thema und die spezifischen Partikel-Emissionen des W123 **nicht einmal am Rande**. Die **"Umweltfreundlichkeit" eines Fahrzeugs bemessen weite Teile der deutschen Medienlandschaft und Bevölkerung weiterhin an der Höhe seiner NO_x-Emission**. Aber auch der **"W123-Club"** hält sich bzgl. der Feinstaub-Emission seines Testfahrzeugs sehr zurück, [2].

Die Zulassung des Testfahrzeugs im Jahre 1982 fällt in eine Zeit, in der sich erste Abgasreinigungssysteme zwar sowohl im Pkw, als auch im Nutzfahrzeugbereich bereits in der Entwicklung befanden, eine Serieneinführung aber noch weit entfernt schien. Mit der Abgasstufe Euro 1 Anfang der 90er Jahre kamen für Straßenfahrzeuge mit Dieselmotor innerhalb der EU auch die ersten Grenzwerte für die Partikelmasse. Der Grenzwert für Diesel-Pkw lag vor bald 30 Jahren bei 140 mg/km für die Typrüfung (ab 01/1992) und ein Jahr später für die Serienprüfung bei 180 mg/km. Diese Werte mussten im zeitgleich eingeführten **NEFZ-Test** (=Neuer Europäischer Fahrzyklus) nachgewiesen und eingehalten werden. Eine Messung der Straßenemissionen war zum damaligen Zeitpunkt seitens des Gesetzgebers nicht vorgeschrieben. Ob eine solche Prüfung zu jener Zeit überhaupt technisch möglich gewesen wäre, steht auf einem ganz anderen Blatt und würde den Umfang meines heutigen Aufsatzes sprengen.

Aktuell gibt es zwei Grenzwerte für die Partikel-Emission dieselangetriebener Straßenfahrzeuge. Die **Partikelmasse** ist mittlerweile auf **4,5 mg/km** limitiert und seit Einführung der Abgasnorm Euro5b im Jahr 2011 gilt auch für die **Anzahl der Partikel** im Abgasstrom ein Grenzwert von **6x10¹¹ #/km**. Auch der NEFZ ist nun Technikgeschichte. Er wurde ab Euro6c durch den **WLTC** (= **Worldwide Harmonized Light-Duty Test Cycle**) abgelöst. Zusätzlich erfolgt seit Euro6dTEMP (Start 09/2017) auch eine Überprüfung der realen Emissionen im Straßenverkehr mittels einer portablen Emissionsmeseinrichtung (**PEMS**).

Die emittierte **Partikelmasse des Testfahrzeugs** beziffert der **"W123-Club"** in seinem Testbericht [2] auf **199 bzw. 119 mg/km** in zwei WLTC Messungen. Auf meine Anfrage in FB teilte mir der Club für die **Partikelanzahl-Emission** des OM616 einen WLTC-Messwert von **8x10¹¹ #/km** mit.

Wo bewegen sich aktuelle Mercedes Pkw-Diesel heute bzgl. ihrer Partikelemission?

Fahrzeug	Leistung	Abgasnorm	NOx	PM	PN	CO2	CO	HC	Testverfahren
	[kW]		[mg/km]	[mg/km]	[x10 ¹¹ #/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	
GLC Coupé 250 d 4Matic 9G-Tronic	150	Euro 6b	99	0,7	0,728	189	22	2	ADAC Eco Test
GLC 220 d 4MATIC 9G-TRONIC	125	Euro 6b	112	0,1	0,712	187	33	2	
CLA 200 d Shooting Brake Urban 7G-DCT	100	Euro 6b	357	0,5	0,053	152	24	7	
E 220 d 9G-TRONIC	143	Euro 6c	24	0,4	0,002	159	13	3	
E 220d T-Modell 9G-Tronic	143	Euro6c	28	0,3	0,058	175	10	1	
C 220 d T-Modell 9G-TRONIC	143	Euro 6d-TEMP	15	0,1	0,03	173	8	2	
C 220 d 9G-TRONIC	143	Euro 6d-TEMP	13	0,8	0,014	165	9	2	
A 180 d Progressive 7G-DCT	85	Euro 6d-TEMP	86	0,5	0,114	163	13	3	
GLC 250 d 4Matic 9G-Tronic	143	Euro 6d	9	0,4	0,412	210	5	2	
B 220d Progressive 8G-DCT	140	Euro 6d	9	0,2	0,015	165	10	2	
240D, W123 mit OM 616	53	Euro 1	847	160	8	217	598	69	WLTC
240D, W123 mit OM 616	53	Euro 1	805			190	440		PEMS-Messung
Diesel Pkw vor 1986			1000	185			2000	700	HBFEA nach [13]
Benzin Pkw 1982 - 1987			1390	2,6			16100	1800	HBFEA nach [13]

Bild 6: Emissionen ausgewählter 4-Zylinder Mercedes Diesel-Pkw der Abgasstufe Euro6 nach [9] und aktuelle Werte des Testfahrzeugs W123 240D. Eigene Auswertung auf Basis von Messdaten nach [2], [9] und [13]

Zur Einordnung der Partikelemissionen des Oldtimers 240D habe ich exemplarisch auf Basis publizierter Messdaten des ADAC die aus Bild 6 ersichtliche Tabelle erstellt. Man erkennt, dass **zwischen den Partikelemissionen des 240D und aktueller Fahrzeuge tlw. sogar mehrere Zehnerpotenzen liegen**. Damit lässt sich sicherlich nicht nur die Ansicht vieler am-Leser widerlegen, dass es "seit Jahrzehnten keinen Fortschritt in der Dieselmotoren-Technologie gegeben hätte".

Gleichfalls in der Tabelle (Bild 6, ganz unten) ersichtlich sind Teilergebnisse einer umfassenden Studie der **Bundesanstalt für Straßenwesen bast [13], die sich intensiv mit den Emissionen, Fahrleistungen und Beiträgen alter Fahrzeuge zur Luftqualität auseinandergesetzt hat**. Man erkennt sehr schön die damaligen Vorteile des Dieselantriebs gegenüber dem Ottomotor: deutlich geringere Emissionen an Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen. Dafür deutlich mehr Partikelemissionen. Und genau in diese Richtung ging - auch beim Nfz - die damalige Entwicklung.

Nicht selten hört man weiterhin auch Meinungen und liest Kommentare, dass die Partikel-Emissionen von Diesel-Fahrzeugen früherer Baujahre "ja gar kein Problem in der aktuellen Feinstaub-Diskussion" darstellen.

"Ein Altdiesel erzeugt keinen Feinstaub sondern Ruß, zum ersten ist Ruß weniger giftig, zweitens nicht lungengängig, da zu grob, hat ferner den Vorteil, dass Ruß schneller zu Boden fällt als ultrafeiner graphitähnlicher Staub. Wir betreiben seit 1991 eine KFZ Werkstatt mit TÜV Prüfstation, haben also oft auch mit Abgasuntersuchungen zu tun." ist sich bspw. ein "Kfz-Fachmann" ganz sicher in seinem Kommentar zum Auto Motor Sport Bericht über die Partikelemissionen des 240D.

Lapidar heißt es auch beim "W123-Club", [2]: "... **hinsichtlich der Feinstaubthematik sind alte Diesel kein Faktor, denn die Größe der ausgestoßenen Partikel liegt außerhalb des kritischen Bereichs!**"

Eine Mär, die wohl nicht aus der Welt zu schaffen ist.

Es geht um die weitverbreitete Legende von den "(heute) ganz kleinen und (früher) ganz großen Partikeln", die im Laufe der Jahre u.a. aufgrund der Erhöhung der Einspritzdrücke immer kleiner wurden. Auch in Zusammenhang mit Partikelfiltern verlautet es immer wieder gern, dass "der Partikelfilter ja nur die großen Partikel herausfiltert und die besonders gesundheitsschädlichen, feinen Partikel ungehindert durch ließe". Bedauerlicherweise kenne ich bis heute KEINE wissenschaftliche Arbeit, die diese Mythen auch nur im Ansatz bestätigen. Lehrmeinung ist eigentlich das Gegenteil. Aus vielen Untersuchungen zu diesem Thema habe ich exemplarisch in Bild 6 eine Veröffentlichung von BMW (Metz, 2004) ausgewählt, die das **typische dieselmotorische Partikel-Spektrum** bei zwei Fahrzeuggeschwindigkeiten für 3 Generationen von Einspritzverfahren und Brennverfahren illustriert, [12].

525tds: 2,5 l Wirbelkammer-Motor mit Niederdruckeinspritzung
320d: 2,0 l Direkt-Einspritzmotor mit Hochdruck-Verteilereinspritzpumpe
530d: 3,0 l Direkt-Einspritzmotor mit Hochdruck-Common-Rail-Einspritzsystem

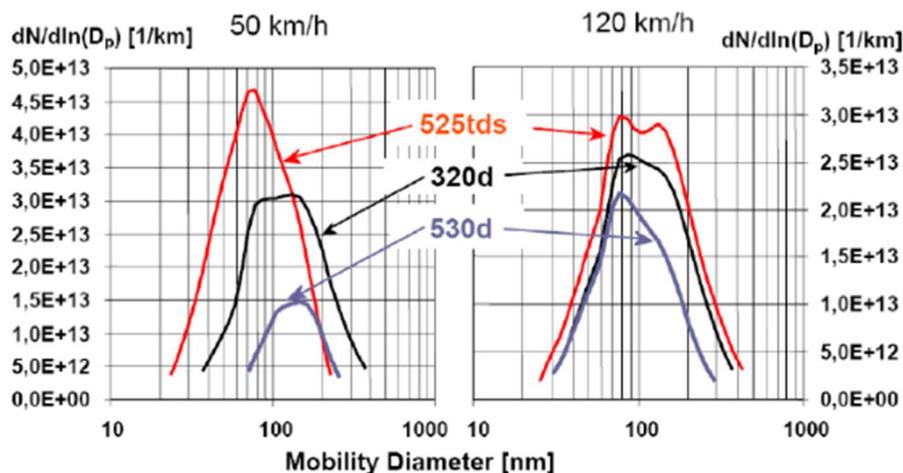


Bild 6: Historie von Partikelgrößen-Spektren (**Kammermotor** mit Niederdruck-Einspritzung, **Direkteinspritzer** mit Verteilerpumpe, **Direkteinspritzer** mit Common Rail) nach [12]

Ausgehend vom Kammer-Brennverfahren (= rote Kurve) sinkt die Partikel-Gesamtzahl durch den Übergang zur Direkteinspritzung mit stetig steigenden Einspritzdrücken deutlich ab. **ABER:** Man erkennt keinen Trend für eine Entstehung kleiner Partikel. Auch diese Fraktion wird bei modernen Brennverfahren deutlich reduziert. Das Durchmesser-Maximum dieselmotorischer Partikel bewegt sich nach wie vor um etwa 100 nm, was gleichfalls der vorherrschenden Lehrmeinung entspricht.

Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe

Der Kohlenmonoxid- und HC-Ausstoß alter Benziner und Diesel ist zwischenzeitlich Technikgeschichte. Zwischen den CO- und HC-Emissionen von Diesel- und Benzin-Pkw in den 80er Jahren und neuen Dieselmotoren liegen Zehnerpotenzen, wie die Tabelle in Bild 6 aufzeigt.

Lt. Angaben des Besitzers [2] wurde das Testfahrzeug zur Erfüllung von Euro1 Anfang der 90er Jahre mit einem Oxidationskatalysator (DOC = **D**iesel **O**xidation **C**atalyst) nachgerüstet - eine in jener Zeit gängige Methode, die Abgasqualität älterer Fahrzeuge teilweise zu verbessern, **aber mitunter - zum damaligen Zeitpunkt - auch zu verschlechtern.**

Letzteres ist wohl gänzlich in Vergessenheit geraten.

Bis zum Jahr 2000 waren in der EU sowohl im Dieselmotorkraftstoff, als auch im Benzin Schwefelgehalte bis zu 500 ppm erlaubt! Das bei der Verbrennung entstehende Schwefeldioxid SO₂ kann bei höheren Abgastemperaturen an Oxidationskatalysatoren DOC weiter oxidieren und die Sulfat-Emission erhöhen, die ihrerseits auch zur Gesamt-Partikelemission zählt. Zur Verdeutlichung dieses Zusammenhangs habe ich beispielhaft eine Untersuchung der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen FVV e.V. aus dem Jahr 1993 ausgewählt, die genau aus diesen Gründen initiiert wurde. Man erkennt in Bild 7, dass die Rußemission des Motors mit oder ohne Katalysator nahezu unverändert bleibt. Die flüchtigen HC-Anteile (SOF = Soluble Organic Fraction) werden wunschgemäß reduziert, aber die Sulfat-Bildung nimmt erheblich zu und übersteigt bei höheren Schwefelgehalten gar den Ausgangszustand! In Erinnerung geblieben sind mir endlose Diskussionen und oft vergebliche Überzeugungsarbeit mit Behörden. Politikern, Stadträten u.a., dass "Katalysatoren" nicht unbedingt etwas Gutes sind, sondern auch bestimmte Randbedingungen erfüllt sein müssen.

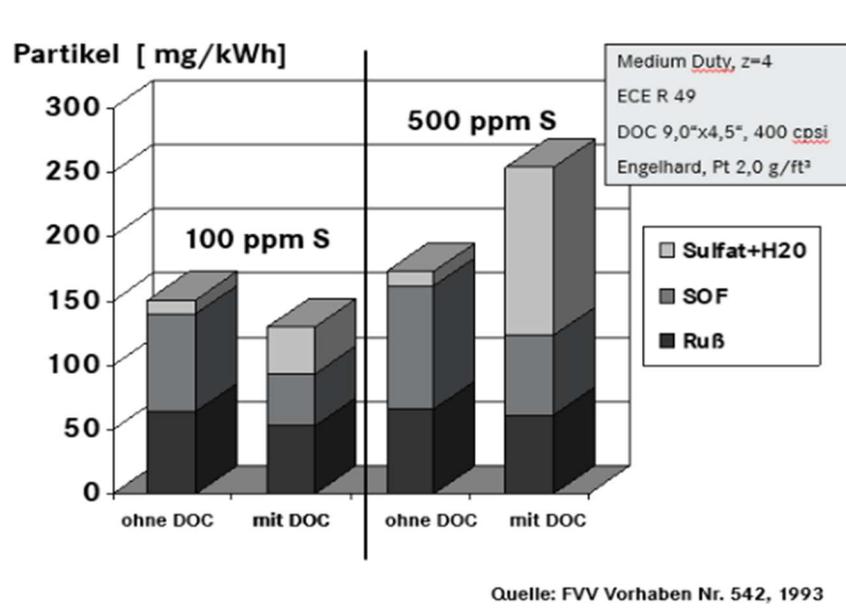


Bild 7: Verschlechterung der Partikelemission durch Verwendung eines Oxidationskatalysators bei schwefelhaltigem Kraftstoff

Mancher wird nun denken, warum ich diese Historie überhaupt erwähne. Seit 2003 haben wir doch Deutschland schwefelfreien Kraftstoff (S < 10 ppm] und das Thema müsste doch vom Tisch sein?

Erfolgreiche Abgasreinigung stellt hohe Anforderungen an die Kraft- und Betriebsstoffe. "Alle Welt" möchte aktuell eine Abgasreinigung, will die Anforderungen solcher Systeme an die Betriebsstoffe nicht wahrhaben. Insofern ist das Thema "Schwefel und Sulfat-Bildung" aktueller denn je.

Kraftstoffverbrauch

Wie weiter oben erwähnt, hat der direkteinspritzende Dieselmotor die früher im Pkw-Bereich dominierenden Vor- und Wirbelkammer-Maschinen fast vollständig verdrängt. Hauptmotivator für diese Entwicklung war der wesentlich bessere thermodynamische Wirkungsgrad. Kammer-Motoren liegen primär aufgrund der größeren Wärme- und Überströmverluste im Wirkungsgrad etwa 15% schlechter als direkteinspritzende Dieselmotoren, siehe auch exemplarisch [14]. Eigentlich müsste man hier doch besser das Imperfekt wählen: "... lagen schlechter ...". Da es seit Jahrzehnten keine nennenswerte Entwicklung von Vorkammermotoren mehr existiert, gibt es auch keinen direkten aktuellen Vergleich.

Der "W123-Club" gibt in [2] einen realen Verbrauch von 8,1 l/100 km (über 13000 km) an und führt weiter aus ***"Und wer einen alten Diesel fährt weiß, daß auch der Verbrauch und damit die Emissionen des Treibhausgases CO2 auf einem fast zeitgemäßen Niveau liegen..."***.

Wo läge denn dieses Niveau?

Meine 4-Zylinder-Diesel lagen in den vergangenen 10 Jahren immer bei etwa 6,x l/100km. Das ist aber vielleicht zu subjektiv und aus diesem Grund habe ich aus dem spritmonitor.de folgende Werte angefragt:

4-Zyl. Motor im	l/100/km	Baujahr
W123	8,5	1975 - 1987
W213	6,6	2016 -

Also ist nicht nur in Sachen "Emissionen", sondern auch in Sachen "Verbrauch/CO2" einiges passiert. Und "Verbrauch" kommt auch nicht allein vom Motor! Aber die tiefergehende Diskussion und Ursachenfindung zu diesem Thema hebe ich mir für einen weiteren Blog auf.

Fazit

Der W123 240D war zu seiner Zeit ein hervorragendes und wegweisendes Fahrzeug.

Für die Besitzer dieser Oldtimer war es ohne Zweifel wichtig und nachvollziehbar, in der offensichtlich nicht endenden deutschen Stickoxid-Hysterie die Position ihrer Fahrzeuge auszuweisen sowie emotionsfreie und faktenbasierte Aufklärung zu betreiben.

"Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Emissionsbeitrag der Oldtimerfahrzeuge in der Gesamtheit, auch für die späteren Bezugsjahre mit entsprechend hohem Fahrzeugbestand, in Summe pro Abgaskomponente jeweils nur einen einstelligen prozentualen Anteil ausmacht." lautet die Zusammenfassung der Untersuchung der Bundesanstalt für Straßenwesen bast, [13]

Auf sensationsheischende Überschriften und einseitige Berichterstattung wie in der *Auto Motor Sport* zu diesem Thema kann man indes getrost verzichten.

Es ist unfassbar, dass eine Großzahl der deutschen Medien die Umweltfreundlichkeit eines Pkws einzig und allein nach der Höhe seiner NOx-Emission definiert.

(wird fortgesetzt)

Quellen:

[1] <https://www.auto-motor-und-sport.de/oldtimer/diesel-fahrverbot-nox-oldtimer-abgasmessung-rde-pems/>, letzter Zugriff am 08.06.2020

[2] <http://www.w123-club.de/> , letzter Zugang am 08.06.2020

[3] Prof. Dr. H. Maass, "*Gestaltung und Hauptabmessungen der Verbrennungskraftmaschine*", Bd. 1 der Reihe "Die Verbrennungskraftmaschine" von H. List und A. Pischinger, Springer Verlag Wien/New York 1979, ISBN 13.978-3-7091-8570-4

[4]<https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Prosper-LOrange-und-der-moderne-Dieselmotor.xhtml?oid=9361309> , letzter Zugang am 22.6.2020

[5]<https://www.leopoldina.org/publikationen/detailansicht/publication/1092/>, letzter Zugriff am 29.1.2020

[6] May H. et al., "*Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen in Großstädten und industriellen Ballungsgebieten*", 1973

[7] <https://www.emissionsanalytics.com/news/real-driving-emissions-is-a-tough-regulation-but-also-a-risky-yw93x>, letzter Zugang am 10.06.220

[8]<https://social.intra.corpintra.net/people/UGAERTN/blog/2019/08/21/emissionen-und-immissionen-in-deutschland-teil-14>

[9]<https://www.adac.de/infotestrat/tests/eco-test/default.aspx>, letzter Zugang am 26.6.2020

[10]<https://www.auto-motor-und-sport.de/test/nox-abgastests-realbetrieb-strassenverkehr-neuwagen-testverfahren/>, letzter Zugang am 26.6.2020

[11] <https://www.adac.de/sitecore/content/home/der-adac/motorwelt/reportagen-berichte/auto-innovation/diesel-desaster/>, letzter Zugang am 11.06.2020

[12] Metz, BMW, Workshop Sources and Impact of Urban Air Quality, Venice, 2004

[13] H. Steven, L.E. Schulte et al., "*Emissionen von 30 Jahre alten Fahrzeugen*", Berichte der Bundessanstalt für Straßenwesen, Heft F120, September 2017, ISBN 978-3-95606-347-3

[14] H. Tschöke et al., "*Handbuch Dieselmotoren*", Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018

[15]

https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Verkehr/dieselgate/EKI/2020-07-02_Tabelle_PEMS-Mess... , letzter Zugang am 4.7.2020

[16]https://www.kba.de/DE/Marktueberwachung/Abgasthematik/bericht_Wirksamkeit_SW_Updates.pdf?__blob=publicationFile&v=3, letzter Zugang am 28.1.2020