

ADAC Studie: HVO100

Vergleich von HVO100-Kraftstoff mit mineralischem Dieselkraftstoff

Seit Ende Mai 2024 ist paraffinischer Dieselkraftstoff (Abkürzung XTL) für den allgemeinen Verkauf in Deutschland freigegeben. In der aktuellen Untersuchung wird geprüft, ob und falls ja welche Änderungen sich beim HVO100-Betrieb gegenüber mineralischem Standard-Dieselmotorkraftstoff ergeben. Als Testfahrzeuge stehen ein VW Caddy 2.0 TDI zur Verfügung, welcher als das neue Standardmodell für die ADAC Straßenwacht genutzt wird, sowie ein neuer BMW 520d touring, ein neuer Mercedes E 220 d T und ein neuer Skoda Superb Combi 2.0 TDI.



Biobasierter und synthetischer Kraftstoff als Treibstoff für die Zukunft

Diskussionen um synthetische oder biobasierte Kraftstoffe führen noch immer zu heftigen Debatten über Sinn und Unsinn dieser Energieträger. Die eine Seite sieht sie als Heilsbringer für klimaneutrale Mobilität, die andere Seite als unsinnige Energie- oder Rohstoffverschwendung. Wie so oft liegt die Wahrheit irgendwo dazwischen, weil viele Argumente nicht als eindeutig richtig oder falsch eingeordnet werden können.

Biobasierte Treibstoffe gehören beispielsweise zu den paraffinischen Dieselkraftstoffen. Diese dieselähnlichen Kraftstoffe können aus unterschiedlichem biologischem Ausgangsmaterial wie diversen Abfällen oder Altspeisefetten gewonnen werden. Ihre Produktion benötigt weit weniger Strom (ca. 1 kWh pro Liter) als die Herstellung strombasierter Kraftstoffe, dafür eine nicht unerhebliche Menge Abfallstoffe. Wie bei allen synthetischen Kraftstoffen gibt es auch hier Diskussionen, ob für die benötigte Menge paraffinischer Dieselkraftstoffe wie hydriertes Pflanzenöl (HVO) genug „Abfall“ zur Verfügung steht. Grundsätzlich aber ist die Verwertung beispielsweise von Gülle durchaus sinnvoll, weil in diesem Fall die Methanemissionen in die Atmosphäre reduziert werden können.

HVO wird bereits in größeren Mengen produziert – deutlich mehr als beispielsweise neuartige eFuels, aber noch bei weitem nicht genug, um den bisherigen Verbrauch an mineralischem Diesel signifikant senken zu können. Ein wichtiger Unterschied beim paraffinischen Treibstoff: Er erfüllt nicht die Standard-Dieselnorm DIN EN 590. Grund dafür ist die etwas niedrigere Dichte, die auch einen geringfügig höheren Verbrauch mit sich bringt. Ein leicht sinkender CO₂-Ausstoß direkt am Auto ist dagegen eine positive Nebenwirkung. Paraffinische Dieselkraftstoffe wie z.B. C.A.R.E Diesel, HVO100 usw. sind damit nicht vollständig kompatibel zum mineralischen Pendant, weshalb sie nur in Dieselfahrzeugen genutzt werden sollten, welche für die Norm DIN EN 15940 (auch als XTL bezeichnet) freigegeben sind. Immerhin ist in vielen aktuellen Diesel-Modellen nun XTL als Kraftstoff erlaubt.

Eine weitere Alternative zu mineralischen Treibstoffen sind strombasierte Kraftstoffe, sogenannte eFuels. Der Energieverbrauch zu deren Herstellung ist zweifelsohne sehr hoch, so dass eine Produktion in Deutschland mit seinen knappen Ressourcen wohl nicht sinnvoll darstellbar ist. Anders kann es in Regionen auf der Welt aussehen, in denen sich viel Strom mit Sonne und Wind nachhaltig erzeugen lässt und die Energie vor Ort nicht verwertet oder im großen Stil gespeichert werden kann. Dort kann die Produktion von eFuels sinnvoll sein, selbst wenn der Wirkungsgrad mäßig ausfällt. Denn würde der Strom über die weiten Wege bis nach Deutschland transportiert, wären die Verluste ähnlich hoch – wenn ein Transport überhaupt möglich ist. Praktisch an eFuels ist die mögliche Nutzung vorhandener Infrastruktur für Transport und Verteilung.

Definition von paraffinischen Dieselkraftstoffen

Als Ausgangsstoff für paraffinische Dieselkraftstoffe wird in der Regel Biomasse genutzt. Mit Energieeinsatz werden beispielsweise Abfallstoffe wie Altspeiseöle oder Fettreste zu flüssigem Kraftstoff, bezeichnet als HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), veredelt. Auch mit tierischen Fetten ist die Herstellung solcher Kraftstoffe möglich. Beispiele für paraffinische Kraftstoffe sind C.A.R.E. Diesel oder NExtBTL von Neste. Letzteres als HVO100 haben wir in den Tests untersucht. Der wichtige Unterschied im Vergleich zu herkömmlichem Diesel: Die Standard-Dieselnorm DIN EN 590 wird nicht erfüllt, da die Dichte von reinem HVO100 etwas geringer als von mineralischem Diesel ausfällt. Daher gibt es für die paraffinischen Kraftstoffe die eigene Norm DIN EN 15940. Diesel-Modelle müssen für diesen Kraftstoff vom Fahrzeughersteller explizit freigegeben sein, um ihn verwenden zu dürfen. Mit HVO100 können die bilanziellen CO₂-Emissionen im Idealfall um bis zu 90 % gesenkt werden, wie die Kraftstoffhersteller vorrechnen.

Sonderfall R33 Diesel

Der Kraftstoff „R33 Diesel“ erfüllt die Dieselnorm DIN EN 590. Somit darf er in allen Dieselmotoren genutzt werden, die für regulären (mineralischen) Dieselkraftstoff freigegeben sind. Diese Mischung besteht zu 67 Prozent aus mineralischem Diesel und zu 33 Prozent aus biogenen Rohstoffen – daher die Bezeichnung „R33“. Der Bioanteil setzt sich zusammen aus maximal 26 Prozent HVO und 7 Prozent Biodiesel, wie er auch im üblichen B7-Diesel an den Tankstellen enthalten ist. Beim Betrieb mit R 33 Diesel verbessert sich die CO₂-Bilanz um etwa 20 Prozent, wie Bosch oder Aral berechnet haben – damit sind signifikante CO₂-Reduktionen auch im bereits vorhandenen und von den Herstellern nicht für paraffinische Dieselkraftstoffe freigegebene Fahrzeugbestand möglich.

Definition von eFuels

Als eFuel werden synthetisch erzeugte Kraftstoffe auf Basis von Wasserstoff und CO₂ bezeichnet. Grundsätzlich wird zunächst eine Art Rohöl erzeugt, das dann beispielsweise zu Benzin, Diesel oder Kerosin weiterverarbeitet werden kann. Für die Erzeugung des Grundstoffs braucht man Strom, Wasser und CO₂. Das benötigte CO₂ kann aus direkten Quellen (z.B. Zementwerk) oder aus der Luft gefiltert werden; letzteres ist mit mehr Aufwand und damit mehr Energieverbrauch verbunden.

Über verschiedene Umwandlungs- und Veredelungsprozesse kann der jeweilige Kraftstoff so modifiziert werden, dass er die gewünschte Kraftstoffnorm erfüllt. Entspricht der Kraftstoff beispielsweise der DIN EN 590, darf dieser künstliche Diesel in jedem üblichen Dieselmotor genutzt werden. Somit ist es auch problemlos in Oldtimern ohne spezielle Freigabe oder Umrüstung verwendbar. Werden die Anforderungen der DIN EN 15940 für paraffinische Dieselkraftstoffe erfüllt, ist die Verwendung auf dafür freigegeben Modelle, analog zu HVO, beschränkt.

Ecotest-Prozeduren und Testmodelle – die Untersuchungsbasis

Der HVO100- und der mineralische Dieselkraftstoff wurden in vier aktuellen Fahrzeugmodellen auf dem Prüfstand untersucht. In mehreren Ecotest-Messreihen wurden die Abgasemissionen und die Kraftstoffverbräuche exakt bestimmt und miteinander verglichen. Alle Fahrzeuge mussten die bewährten Zyklen des ADAC Ecotest durchlaufen, also die Zulassungszyklen unter verschiedenen Bedingungen wie auch den anspruchsvollen Autobahntest. Auf diese Weise kann ermittelt werden, ob die Testfahrzeuge die gesetzlichen Vorgaben einhalten und wie sie sich darüber hinaus im Alltag verhalten.

Zu Verfügung standen ein neuer Skoda Superb Combi 2.0 TDI (110 kW) und ein VW Caddy 2.0 TDI (90 kW), der als Basisauto für die neuen Straßenwachtfahrzeuge genutzt wird. Von BMW wurde ein neu eingeführter 520d touring (145 kW) und von Mercedes der neue E 220 d als T-Modell (162 kW) getestet. Bereits in einer vorangegangenen Messreihe wurde ein VW Touran TDI aus 2022 gemessen. Alle Modelle sind für paraffinische Dieselkraftstoffe freigegeben.

Für den ebenfalls vor zwei Jahren gemessenen BMW 320d touring von 2013 hat BMW vor kurzem die HVO-Freigabe widerrufen, weshalb dessen Ergebnisse nicht mehr weiter publiziert werden können. Gründe für den Widerruf nannte BMW bisher nicht, es wären bei früheren Freigaben „Fehler unterlaufen“, die nun korrigiert wurden.

Für die Untersuchung wurde handelsüblicher Dieselkraftstoff mit standardmäßigen 7 Prozent Bioanteil verwendet und mit dem paraffinischen Dieselkraftstoff HVO100 verglichen.

Die Ergebnisse im Überblick

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der paraffinische Dieselkraftstoff problemlos funktioniert, empfohlen werden kann er aber nur für Modelle, die für den jeweiligen Sprit freigegeben sind.

Leistungsentfaltung und Laufkultur

Bei den neueren Fahrzeugmodellen ist der Unterschied zwischen HVO- und Dieselbetrieb wenig zu spüren. Die Laufkultur verbessert sich marginal, der Unterschied wird eher sensiblen Naturen auffallen. Auch das Ansprechverhalten ändert sich nicht grundlegend, hängt es doch maßgeblich vom technischen Aufbau des Motors ab. Das gilt für den VW Touran genauso wie für den VW Caddy oder den Skoda Superb Combi. Die mildhybridisierten Dieselantriebe im BMW und im Mercedes tun sich ohnehin durch gutes Ansprechen hervor, hier hilft maßgeblich die Elektrounterstützung.

Um die Eindrücke bezüglich Laufkultur und Leistungsentfaltung zu erweitern, wurden zum Vergleich zusätzlich ein VW Caddy Maxi 2.0 TDI als Dieselmotoren älterer Generation, ein BMW 320d von 2013 und ein BMW 116d als Dieselfahrzeug aktueller Generation mit Diesel und HVO100 gefahren. Der Diesel-Caddy von 2009 ist noch mit Pumpe-Düse-Einspritzung ausgestattet und damit eher ein rauer Geselle; mit HVO-Kraftstoff statt mineralischem Diesel betankt zeigt er eine signifikant bessere Laufkultur dank weniger Vibrationen und weniger dieseltypischer Geruchsentwicklung. Auch wenn der Caddy jener Generation nicht für XTL-Kraftstoffe freigegeben ist, fährt er nun schon gut 10.000 km nur mit HVO100 ohne Beanstandungen. Mit dem BMW 320d ergibt sich ein ähnliches Bild, Laufkultur und Ansprechverhalten verbessern sich im HVO-Betrieb etwas. Beim BMW 116d von 2023 ergeben sich dagegen mit den beiden Kraftstoffsorten keine spürbaren Änderungen bei Laufruhe oder Ansprechen des Dreizylinder-Turbodiesels. Maxi Caddy und 116d konnten nur in den Fahrversuchen, aus versicherungsrechtlichen Gründen aber nicht auf dem Prüfstand gefahren werden. Sie bestätigen jedoch die Eindrücke mit den bisherigen sechs untersuchten Dieselmotoren, weshalb sie in diesem Absatz Erwähnung finden.

Verbrauch und Schadstoffemissionen

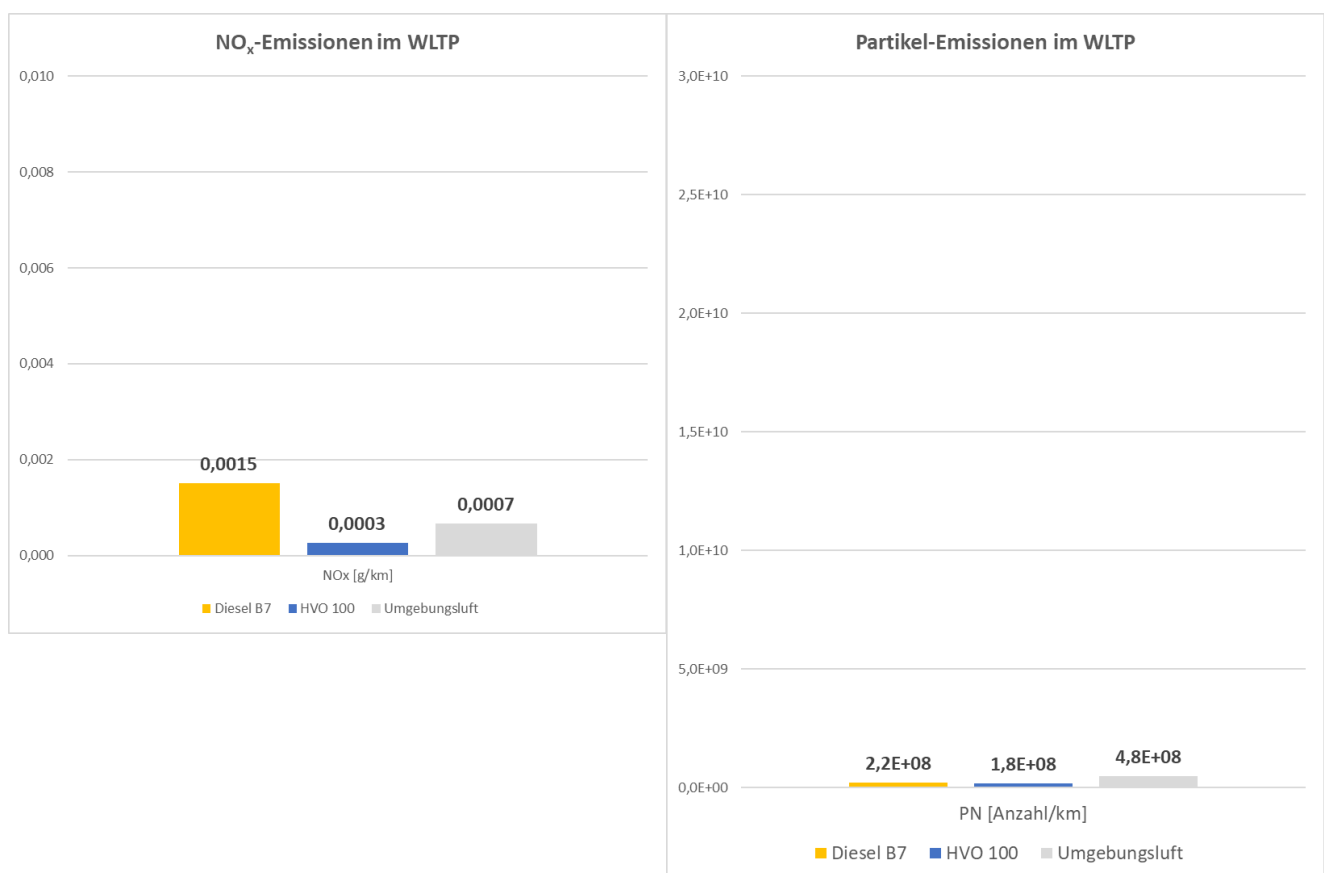
Die Schadstoffemissionen gehen bei den älteren Modellen im HVO100-Betrieb tendenziell zurück. Bei den neuen Dieselfahrzeugen, die über eine aufwendige Abgasnachbehandlung verfügen, ist der Schadstoffausstoß ohnehin schon so niedrig, dass eher der jeweilige Betriebszustand der Katalysatoren den (geringen) Unterschied macht als der verwendete Kraftstoff.

Der CO₂-Ausstoß am Auspuff sinkt im HVO100-Betrieb um 2 bis 5 Prozent, die CO₂-Bilanz mit Einrechnung der Vorkette je nach Ausgangsstoffen und Herkunft der verwendeten Energie in der Raffinerie um bis zu 90 Prozent (nach Angaben der Hersteller). Der Verbrauch an HVO steigt leicht um 1 bis 5 Prozent, je nach vom Motor geforderter Last. Hier wirkt sich die geringere Dichte von HVO100 gegenüber mineralischem Diesel aus.

Einordnung der Ergebnisse für die Luftreinhaltung

Sicher nicht ganz zu Unrecht hält sich weiterhin das (Vor-)Urteil vom „dreckigen Diesel“. Für die Euro 6-Modelle gilt das aber nicht mehr, sofern sie mindestens die seit September 2017 verbindliche Euro 6d-temp erfüllen (das schaffen auch einige ältere, aber technisch gut ausgestattete Euro 6b-Modelle). Bei den neuesten Euro 6e-Fahrzeugen mit besonders guten Katalysatoren kann man aus den Messwerten erkennen, dass sie durch ihre Auspuffemissionen kaum noch zum Schadstoffeintrag in der Umgebungsluft beitragen.

Die folgenden beiden Diagramme zeigen Messergebnisse zu Stickoxiden und Partikeln beim Mercedes E 220 d mit Diesel- und HVO100-Kraftstoff im Vergleich zur ebenfalls gemessenen Umgebungsluft im Prüfstand. Die Luft im Labor ist freilich sauberer als die in verkehrsbelasteten Städten, dennoch kommt das Abgas teilweise sauberer aus dem Mercedes-Auspuff, als es zuvor vorn eingesaugt wurde.



Anmerkung: In beiden Diagrammen sind die Skalen so angepasst, dass die Werte besser zu erkennen sind. Die jeweiligen Grenzwertlinien können daher nicht mehr eingezeichnet werden, sie würden maßstabsgetreu auf den vorigen Seiten des Berichts liegen.

Potentiale für künftige Entwicklungen

Es ist möglich, mineralische und paraffinische Dieselkraftstoffe zu mischen, so dass der HVO-Anteil kontinuierlich je nach Verfügbarkeit gesteigert werden kann. Eine Beimischung von bis zu 26 Prozent HVO zu herkömmlichem Diesel ist unproblematisch, weil damit immer noch die Dieselnorm DIN EN 590 erfüllt wird. Somit kann dieses Gemisch in jedem üblichen Dieselauto gefahren werden, eine separate XTL-Freigabe ist nicht erforderlich. Die CO₂-Bilanz verbessert sich allerdings schon um rund 20 Prozent (nach Berechnungen von Bosch und Aral). Aus Sicht des ADAC zählt das Argument nicht, HVO generell abzulehnen, weil der Gesamtbedarf aktuell ohnehin nicht gedeckt werden könnte. Vielmehr sollte jetzt die Chance ergriffen werden, den fossilen Anteil u.a. durch Beimischung von paraffinischen Kraftstoffen kontinuierlich zu reduzieren und so einen wichtigen Beitrag für den Umweltschutz – insbesondere die Minderung von CO₂-Emissionen – zu leisten.

Politische Einordnung

Für Fortschritte beim Klimaschutz im Verkehr ist es unumgänglich, die Treibhausgasemissionen von Kraftstoffen deutlich zu reduzieren. Speziell für die zahlreichen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, welche noch viele Jahre im Bestand sein werden, ist es notwendig, Alternativen zu fossilen Kraftstoffen zu nutzen. Dies kann durch Beimischungen oder Reinkraftstoffe auf erneuerbarer Basis (synthetisch oder Biokraftstoff) erfolgen. HVO100 stellt diesbezüglich eine weitere praktikable Option dar. Wesentlich ist dafür allerdings, dass eine verlässliche und nachvollziehbare Zertifizierung erfolgt, um Nachhaltigkeitsstandards einzuhalten und tatsächlich Umweltvorteile zu erzielen. Gerade weil dem ADAC Klimaschutz im Verkehr wichtig ist, ist es nicht zielführend, dass durch Manipulationen die Zertifizierung von alternativen Kraftstoffen dauerhaft Schaden nimmt und Emissionsminderungen nicht tatsächlich wirksam werden. Es sind seitens der Politik verlässlichere Zertifizierungssysteme zu schaffen, indem auf EU-Ebene eine umfassende Überprüfung und Schärfung der Zertifizierungssysteme erfolgt, die wirksame Kontrollmechanismen zur Arbeit der Zertifizierungssysteme und der Zertifizierer einschließt.

Forderungen an die Fahrzeughersteller

Einige Hersteller sind immer noch sehr zurückhaltend bei den Freigaben ihrer Dieselmodelle für paraffinische Dieselkraftstoffe wie HVO. Es ist technisch auch bei den modernen Dieselmotoren jedoch kein Problem, sie auf die entsprechenden Normen auszulegen. Zulieferer der Einspritzsysteme wie Bosch haben ihre Produkte längst für die HVO-Nutzung freigegeben. Die Fahrzeughersteller sollten daher auch bei älteren Bestandsfahrzeugen Klarheit für die Nutzer schaffen und die geeigneten Modelle freigeben.

Die DAT hat eine offizielle Freigabenliste in Abstimmung mit den Fahrzeugherstellern und Importeuren erstellt. Unter www.dat.de/b10-xtl/ gibt es die Liste als PDF-Datei zum Herunterladen sowie eine Onlinerecherche unter Eingabe der Automarke oder des Modells.

Forderungen an die HVO-Hersteller

Es muss sichergestellt sein, dass die Rohstoffe für die Kraftstoffherstellung in erster Linie aus Abfallprodukten kommen, so wie es auch beworben wird. Die aktuell im Raum stehenden Vorwürfe, es würde mangels ausreichenden Abfallmengen auch Ausgangsstoffe wie heimlich umdeklariertes Palmöl verwendet, sollten schnell aufgeklärt werden. Ein nachhaltiger Kraftstoff und damit eine Alternative insbesondere für Bestandsfahrzeuge und solche Einsatzgebiete, die bisher nicht mit Elektroantrieb bedient werden können, kann HVO100 nur sein, wenn in der Produktionskette keine Betrügereien vorkommen und weitgehend auf Ausschussausgangsstoffe und keinesfalls auf wertvolle Nahrungsmittel gesetzt wird.

So haben wir getestet

Die in einem externen Labor durchgeführten Kraftstoffanalysen haben keine Auffälligkeiten bei Diesel oder HVO gezeigt. Es werden die für die Norm notwendigen Grenzen eingehalten und damit die DIN EN 590 (Diesel) bzw. DIN EN 15940 (HVO) erfüllt. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Diesel-Kraftstoffe:

Auszug Kraftstoffanalysen	Einheit	Diesel B7 Referenzkraftstoff	HVO 100
Chemische Eigenschaften			
Cetanzahl	-	52,1	77,5
Dichte bei 15°C	kg/m ³	833,8	780,8
Fettsäuremethylester (FAME)	%	6,4	0,0
Schwefelgehalt	mg/km	< 3,0	< 3,0
Heizwert	MJ/kg	42,9	47,2
Destillationsendpunkt	°C	366,5	309,2
Kraftstoffzusammensetzung			
Kohlenstoffanteil	%	85,64	84,7
Wasserstoffanteil	%	13,63	15,10
Sauerstoffanteil	%	0,73	0,00

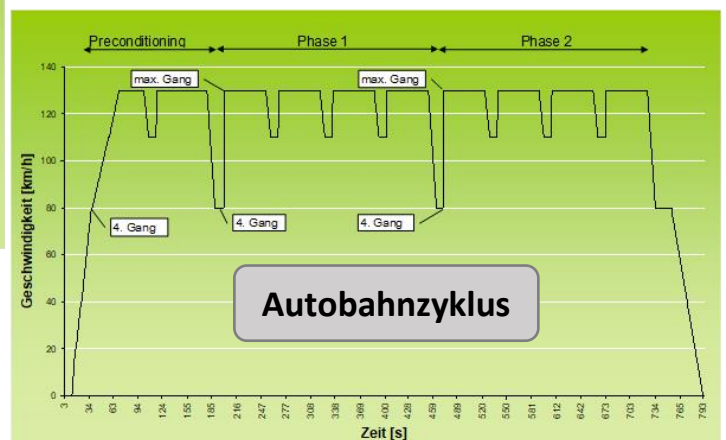
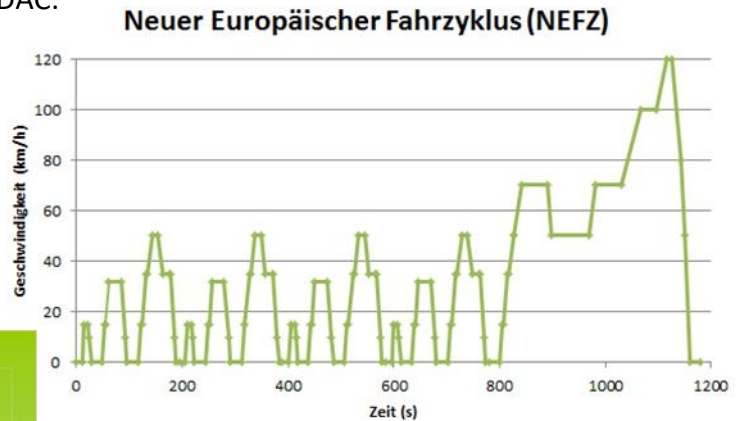
Die Unterschiede zwischen mineralischem Diesel und HVO aus Biomasse sind zumindest so deutlich, dass die Spezifikationen in unterschiedlichen Normen abgebildet werden. Die höhere Zündwilligkeit und das unterschiedliche Abbrennverhalten können sich je nach Motor auch auf das Ansprechverhalten und die Drehwilligkeit des Dieselantriebs auswirken.

Die Auswahl der Testautos erfolgte unter dem Aspekt der verbauten Technik. Es galt zu untersuchen, wie sich ältere und aktuelle Einspritzsysteme und Abgasreinigungen mit den jeweiligen Kraftstoffen verhalten und ob die Schadstoffgrenzwerte mit beiden Spritsorten eingehalten werden. Neben den bisher getesteten Dieselfahrzeugen BMW 320d touring BluePerformance und VW Touran 2.0 TDI (ADAC Test 2022) wurden nun noch ein neuer Skoda Superb Combi und ein neuer VW Caddy der ADAC Straßenwacht sowie die neu auf den Markt gekommenen BMW 520d touring und Mercedes E 220 d T in die Untersuchung aufgenommen.

Alle Testfahrzeuge wurden jeweils mit mineralischem Dieselkraftstoff und HVO100 auf dem Prüfstand gemessen. Dafür wurden die Zyklen des ADAC Ecotest gefahren. Beim älteren, nach NEFZ homologierten BMW gehören dazu ein NEFZ Kaltstart, ein WLTC Warmstart und der Autobahnzyklus. Mit den aktuellen bzw. neuen Modellen wurde der WLTC einmal mit kaltem und einmal mit betriebswarmem Motor durchfahren sowie der Autobahnzyklus gemessen.

Um ein immer gleiches Verhalten der Fahrzeuge in allen Zyklen sicherzustellen und Fremdeinflüsse auf die Ergebnisse auszuschließen, wurde die Start-Stopp-Automatik (wenn möglich) und die Klimaanlage deaktiviert, die Lüftung auf Stufe 2 und deren Luftaustritte auf Mitte und unten festgelegt sowie die Wunschtemperatur auf 20 °C eingestellt. Bei jedem Kraftstoffwechsel wurden die Tanks der Testautos entleert, die Kraftstoffleitungen gespült und mit dem neuen Sprit zunächst mindestens 25 km gefahren.

Die folgenden Abbildungen zeigen das Geschwindigkeitsprofil über die Zeit im NEFZ-, im WLTC-Zyklus und im Autobahnzyklus des ADAC:



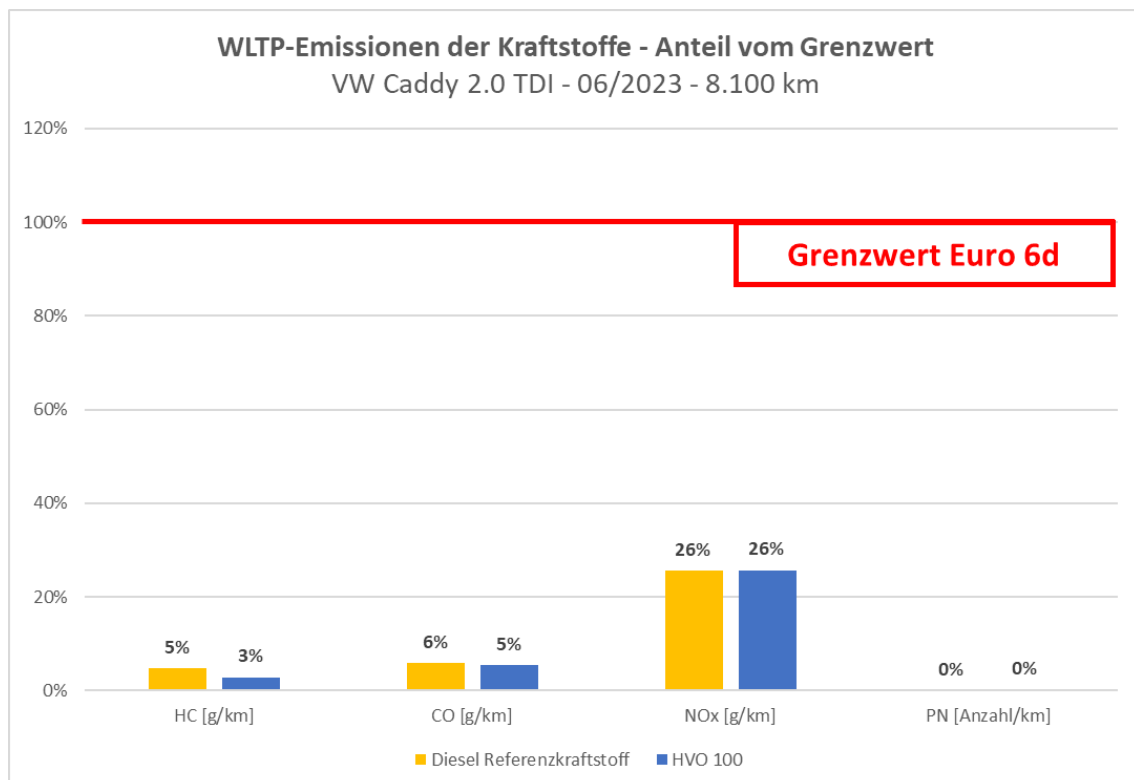
Testfahrzeug VW Caddy 2.0 TDI DSG

Baujahr	2023
Motor	1968 ccm, Vierzylinder-Diesel, Turbo
Leistung	90 kW / 122 PS, 320 Nm
Getriebe	7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe
Abgasreinigung	Oxi-Kat, Partikelfilter, 2 SCR-Kats
Schadstoffnorm	Euro 6d (AO)
Laufleistung	8.100 km



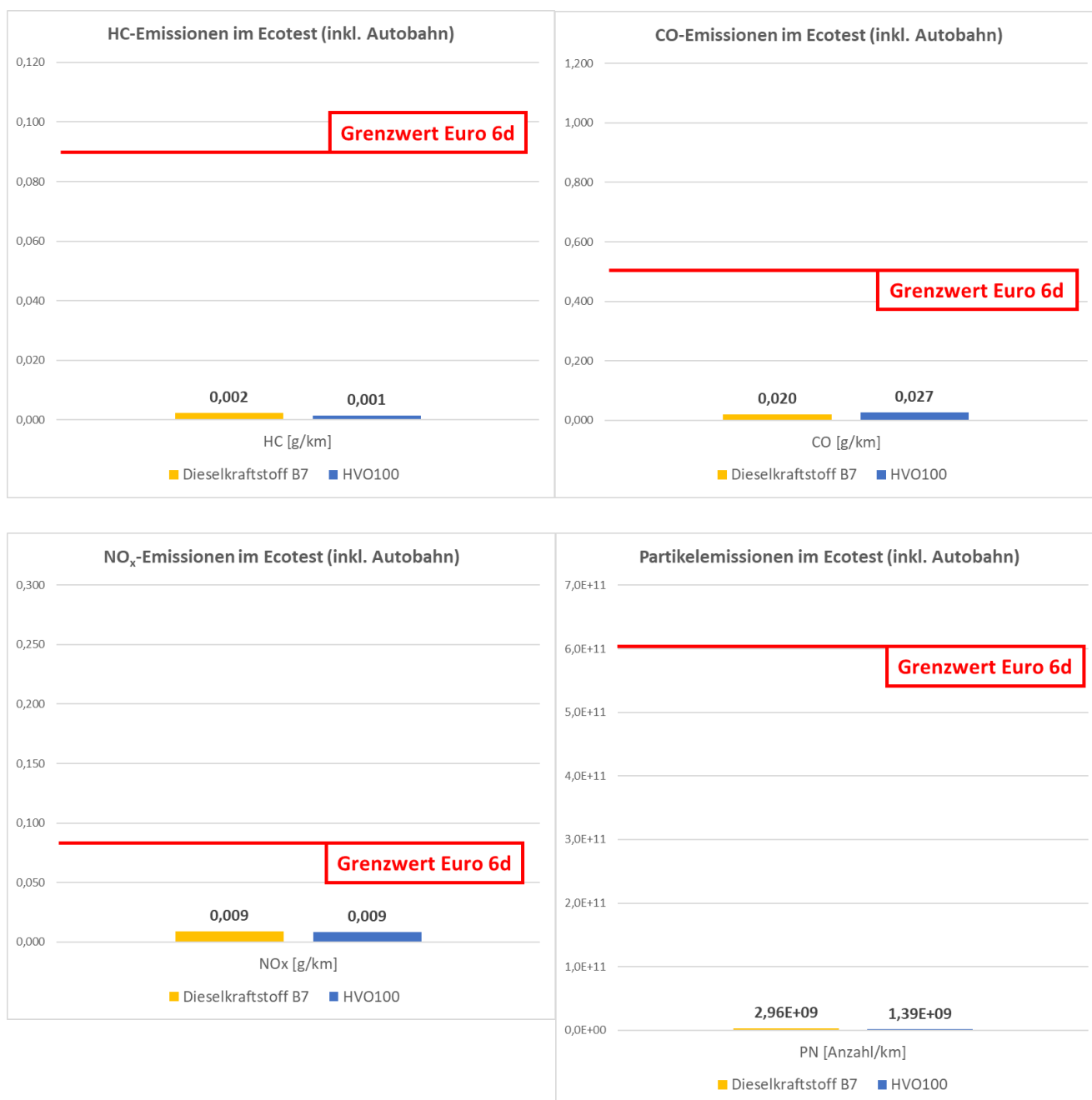
Seit Mitte 2021 gibt VW seine 4-Zylinder-Dieselmodelle auch für paraffinische Dieselkraftstoffe frei – allerdings nicht rückwirkend für ältere Bestandsfahrzeuge. Die neueste Vierzylinder-Dieselerzeugung verfügt u.a. über ein doppeltes SCR-System mit AdBlue-Einspritzung. Damit sind die Schadstoffemissionen in allen Lebenslagen sehr gering. Auch mit HVO100 ändern sich die Emissionen praktisch nicht, alle Grenzwerte werden weit unterschritten.

Folgendes Diagramm zeigt den Anteil der jeweiligen Schadstoffe vom Grenzwert, gemessen im WLTP-Zyklus mit Diesel B7 Referenzkraftstoff und HVO100:



Ergebnis: In allen Zyklen, selbst im anspruchsvollen Autobahnzyklus, bleiben alle Emissionen weit unter den Grenzwerten. Der Kraftstoff, ob Diesel oder HVO, spielt dabei keine Rolle. Die Unterschiede bei NO_x liegen im Bereich der Toleranzen je nach Betriebszustand der Katalysatoren.

Die weiteren vier Diagramme vergleichen die Kraftstoffe nach Schadstoffen im Ecotest:



Ergebnisse des VW Caddy 2.0 TDI DSG.

Die Detailergebnisse mit Diesel B7:

VW Caddy 2.0 TDI 90 kW DSG

(Euro 6 d)

Schadstoffe	Grenzwerte	Diesel B7				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,004211	0,001337	0,001249	0,002317	4,7%
CO [g/km]	0,500	0,029520	0,002975	0,030041	0,020385	5,9%
NO _x [g/km]	0,080	0,020436	0,003869	0,002662	0,009305	25,5%
CH ₄ [g/km]	---					
NH ₃ [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	3,49E+08	3,52E+09	5,36E+09	2,96E+09	0,1%
PM [g/km]	0,0045	0,0000578	0,0000288	0,0001628	0,0000792	1,3%
CO ₂ [g/km]	---	134,79	136,31	176,77	147,92	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,1	5,16	6,69	5,60	

Die Detailergebnisse mit HVO 100:

VW Caddy 2.0 TDI 90 kW DSG

(Euro 6 d)

Schadstoffe	Grenzwerte	HVO 100				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,002538	0,001253	0,000545	0,001490	2,8%
CO [g/km]	0,500	0,027313	0,025445	0,029625	0,027353	5,5%
NO _x [g/km]	0,080	0,020560	0,003067	0,001253	0,008645	25,7%
CH ₄ [g/km]	---					
NH ₃ [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	1,17E+09	2,30E+08	3,00E+09	1,39E+09	0,2%
PM [g/km]	0,0045	0,0000576	0,0000387	0,0002178	0,0000990	1,3%
CO ₂ [g/km]	---	133,64	132,44	172,84	144,98	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,40	5,35	6,99	5,86	

Anmerkung zu den Messreihen mit dem VW Caddy 2.0 TDI:

Nachmessungen mit Diesel und HVO100 haben WLTP-Ergebnisse im Bereich 20 bis 30 Prozent vom NO_x-Grenzwert gezeigt, je nach Betriebszustand der Katalysatoren. Im Durchschnitt liegen die Ergebnisse bei etwa 25 Prozent vom Grenzwert.

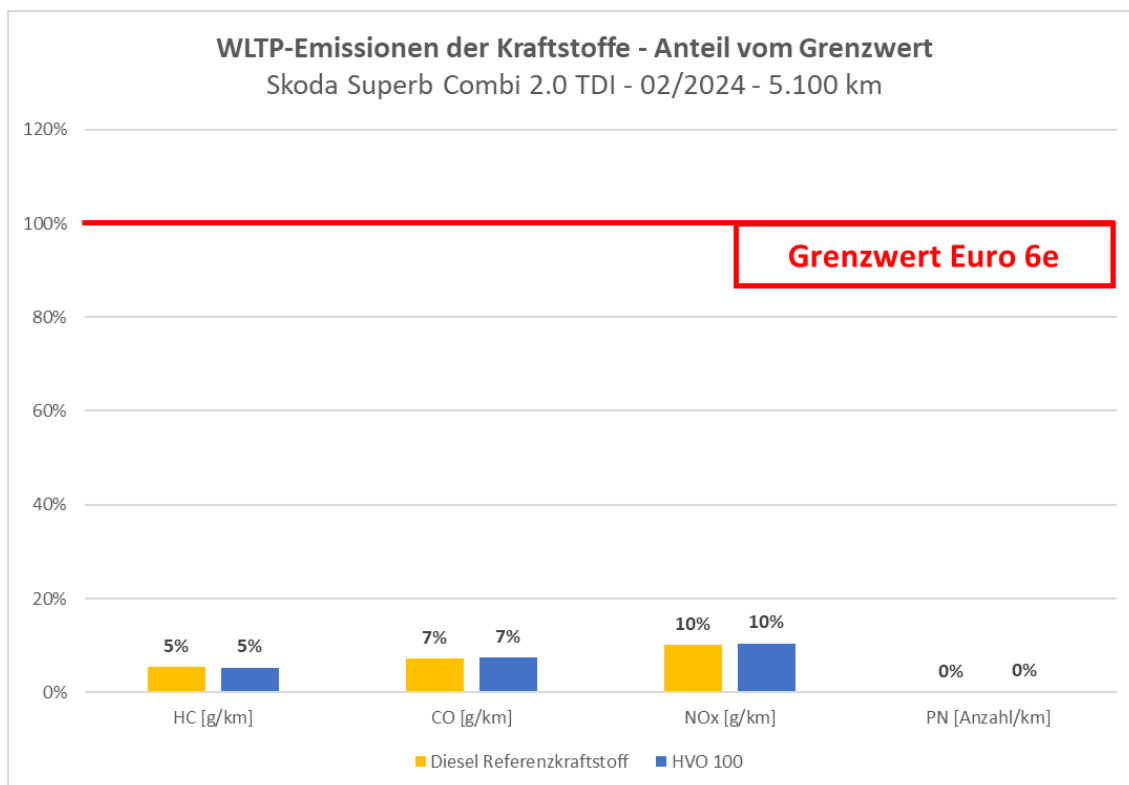
Testfahrzeug Skoda Superb Combi 2.0 TDI DSG

Baujahr	2024
Motor	1968 ccm, Vierzylinder-Diesel, Turbo
Leistung	110 kW / 150 PS, 320 Nm
Getriebe	7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe
Abgasreinigung	Oxi-Kat, Partikelfilter, 2 SCR-Kats
Schadstoffnorm	Euro 6 (EA)
Laufleistung	5.100 km



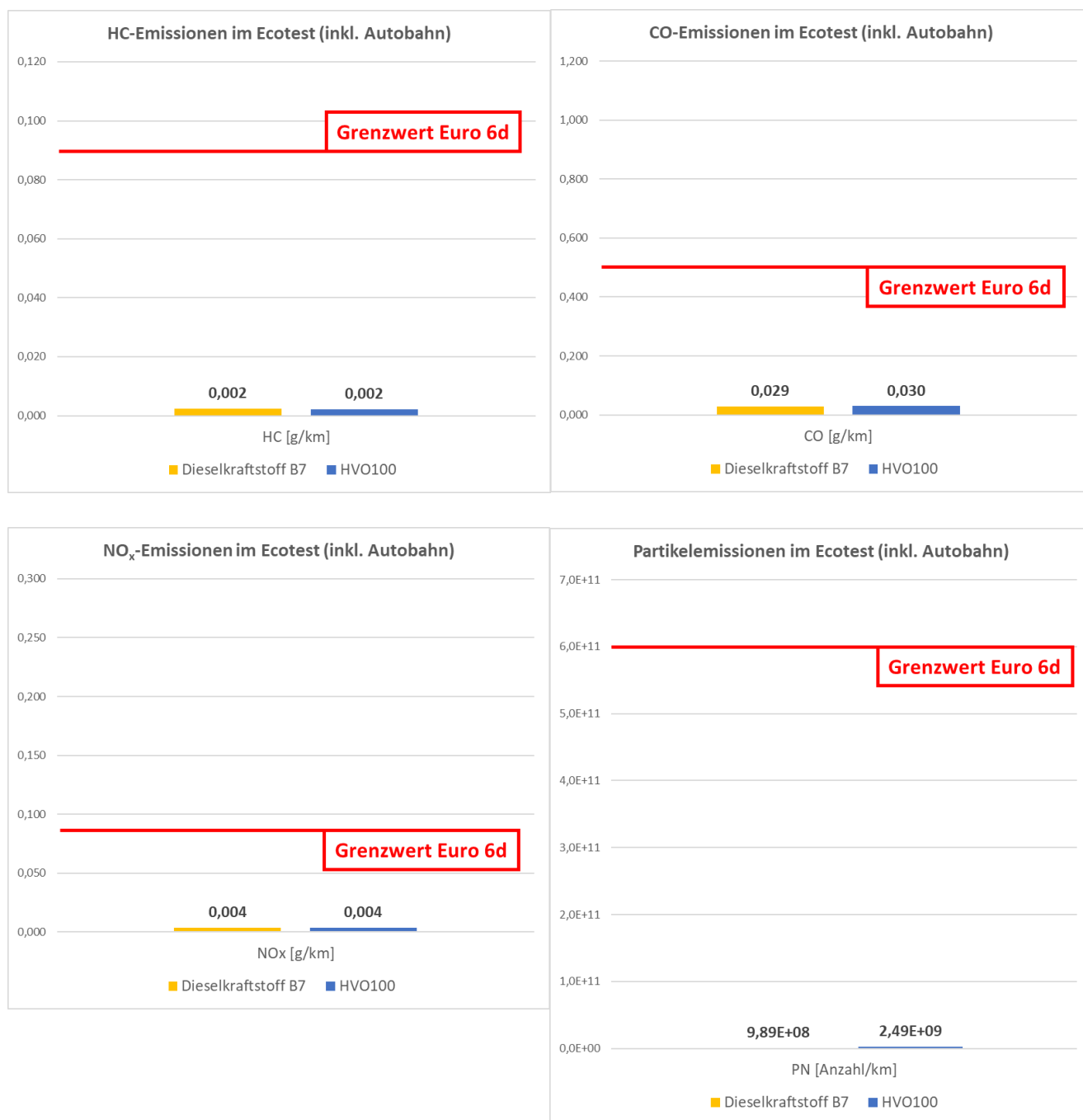
Alle Diesel-Versionen des neuen Superb von Skoda sind auch für XTL-Kraftstoffe freigegeben. Der Motor läuft mit HVO100 etwas kultivierter, freilich wird nur durch den Kraftstoff aus dem Vierzylinder kein Sechszylinder. Gerade unter 2.000 1/min spüren empfindliche Naturen aber eine Verbesserung durch den Kraftstoff mit der höheren Cetanzahl. Die neueste Vierzylinder-Dieselgeneration verfügt u.a. über ein doppeltes SCR-System mit AdBlue-Einspritzung. Damit sind die Schadstoffemissionen in allen Lebenslagen sehr gering. Auch mit HVO100 ändern sich die Emissionen praktisch nicht, alle Grenzwerte werden weit unterschritten.

Folgendes Diagramm zeigt den Anteil der jeweiligen Schadstoffe vom Grenzwert, gemessen im WLTP-Zyklus mit Diesel B7 Referenzkraftstoff und HVO100:



Ergebnis: In allen Zyklen, selbst im anspruchsvollen Autobahnzyklus, bleiben alle Emissionen weit unter den Grenzwerten. Der Kraftstoff, ob Diesel oder HVO, spielt dabei keine Rolle. Die Unterschiede bei NO_x liegen im Bereich der Toleranzen durch die jeweiligen Betriebszustände der Katalysatoren.

Die weiteren vier Diagramme vergleichen die Kraftstoffe nach Schadstoffen im Ecotest:



Ergebnisse des Skoda Superb Combi 2.0 TDI DSG.

Die Detailergebnisse mit Diesel B7:

Skoda Superb Combi 2.0 TDI 110 kW DSG

(Euro 6 e)

Schadstoffe	Grenzwerte	Diesel B7				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,004787	0,001384	0,000703	0,002371	5,3%
CO [g/km]	0,500	0,035579	0,023748	0,026765	0,028794	7,1%
NO _x [g/km]	0,080	0,008151	0,000865	0,002133	0,003796	10,2%
CH ₄ [g/km]	---					
NH ₃ [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	6,29E+08	5,57E+08	1,91E+09	9,89E+08	0,1%
PM [g/km]	0,0045	0,0000581	0,0000387	0,0001628	0,0000827	1,3%
CO ₂ [g/km]	---	132	128,54	154,98	137,68	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,00	4,86	5,86	5,21	

Die Detailergebnisse mit HVO 100:

Skoda Superb Combi 2.0 TDI 110 kW DSG

(Euro 6 e)

Schadstoffe	Grenzwerte	HVO 100				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,004749	0,001120	0,000325	0,002152	5,3%
CO [g/km]	0,500	0,037432	0,023915	0,027380	0,029685	7,5%
NO _x [g/km]	0,080	0,008369	0,000560	0,002327	0,003823	10,5%
CH ₄ [g/km]	---					
NH ₃ [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	1,08E+09	3,28E+08	6,66E+09	2,49E+09	0,2%
PM [g/km]	0,0045	0,0000677	0,000029	0,0002969	0,0001229	1,5%
CO ₂ [g/km]	---	132,05	120,93	148,85	133,20	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,34	4,89	6,02	5,39	

Anmerkung zu den Messreihen mit dem Skoda Superb Combi 2.0 TDI:

Nachmessungen mit Diesel und HVO100 haben WLTP-Ergebnisse im Bereich 9 bis 11 Prozent vom NO_x-Grenzwert gezeigt, je nach Betriebszustand der Katalysatoren. Im Durchschnitt liegen die Ergebnisse bei etwa 10 Prozent vom Grenzwert.

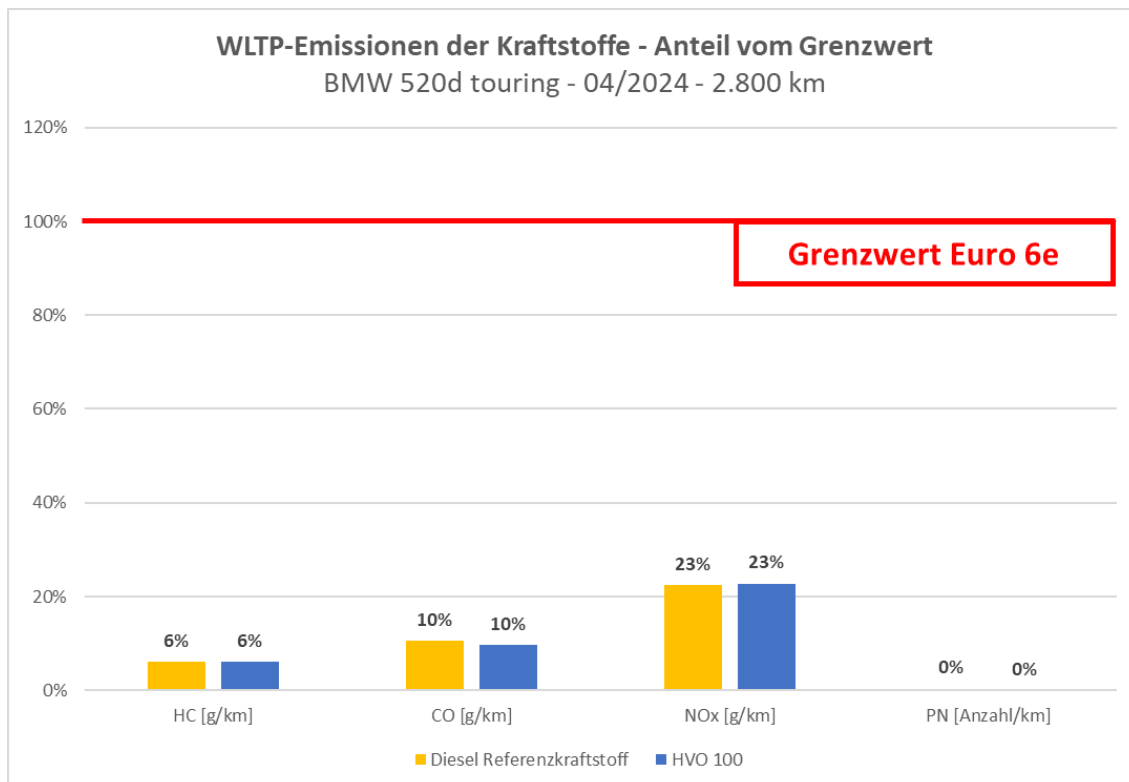
Testfahrzeug BMW 520d touring

Baujahr	2024
Motor	1995 ccm, Vierzylinder-Diesel, Bi-Turbo
Leistung	145 kW / 197 PS, 400 Nm
Getriebe	8-Gang-Wandlerturboautomatikgetriebe
Abgasreinigung	Oxi-Kat, Partikelfilter, NO _x -Speicherkat, SCR-Kat
Schadstoffnorm	Euro 6 (36EC)
Laufleistung	2.800 km



Die einstige komplette Freigabe der Dieselflotte für paraffinische Dieselkraftstoffe (XTL) hat BMW Anfang 2024 zunächst auf Fahrzeuge ab 2012 eingeschränkt und nun seit Juli 2024 auf Bauzeiträume ab Mitte 2020. Eine Erklärung zu den Hintergründen bleibt der Hersteller schuldig, es wird nur kurz und knapp von einer „nicht fehlerfreien Aussage“ geschrieben. Nach aktuellem Stand sind neuere Dieselmotoren überdies für B10 freigegeben, teilweise bis Baujahr 2011 zurückreichend. Die Selbstzünder dürfen also mit Dieselkraftstoff mit 10 Prozent statt der bisher üblichen 7 Prozent Biodiesel-Anteil betrieben werden. Der neue 520d hat eine XTL-Freigabe und eignet sich somit für den HVO-Test. Der Motor des 520d im Test läuft mit HVO100 marginal kultivierter, der Vierzylinder-Turbodiesel gehört allerdings grundsätzlich zu den laufruhigsten Vierzylinder-Selbstzündern auf dem Markt. Dank Registeraufladung (zwei in Reihe geschaltete Turbolader) spricht der Motor sehr gut auf Gasbefehle an, hier kann der HVO-Kraftstoff keine weitere Verbesserung bringen. Die aktuelle Dieselformulation verfügt u.a. über einen NO_x-Speicherkat und zusätzlich über ein SCR-System mit AdBlue-Einspritzung. Damit sind die Schadstoffemissionen in allen Lebenslagen sehr gering. Auch mit HVO100 ändern sich die Emissionen praktisch nicht, alle Grenzwerte werden weit unterschritten.

Folgendes Diagramm zeigt den Anteil der jeweiligen Schadstoffe vom Grenzwert, gemessen im WLTP-Zyklus mit Diesel B7 Referenzkraftstoff und HVO100:



Ergebnis: In allen Zyklen, selbst im anspruchsvollen Autobahnzyklus, bleiben alle Emissionen weit unter den Grenzwerten. Der Kraftstoff, ob Diesel oder HVO, spielt dabei keine Rolle. Die Unterschiede bei NO_x liegen im Bereich der Toleranzen durch die jeweiligen Betriebszustände der Katalysatoren.

Die weiteren vier Diagramme vergleichen die Kraftstoffe nach Schadstoffen im Ecotest:



Ergebnisse des BMW 520d touring Steptronic.

Die Detailergebnisse mit Diesel B7:

BMW 520 d touring

(Euro 6 e)

Schadstoffe	Grenzwerte	Diesel B7				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,005420	0,000086	0,000108	0,001960	6,0%
CO [g/km]	0,500	0,052347	0,027788	0,028561	0,036616	10,5%
NOx [g/km]	0,080	0,018007	0,004123	0,012202	0,011406	22,5%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	2,16E+09	9,51E+08	6,96E+08	1,30E+09	0,4%
PM [g/km]	0,0045	0,0000579	0,0000384	0,000108	0,0000661	1,3%
CO2 [g/km]	---	137,8	136,33	172,54	147,71	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,22	5,16	6,53	5,59	

Die Detailergebnisse mit HVO 100:

BMW 520 d touring

(Euro 6 e)

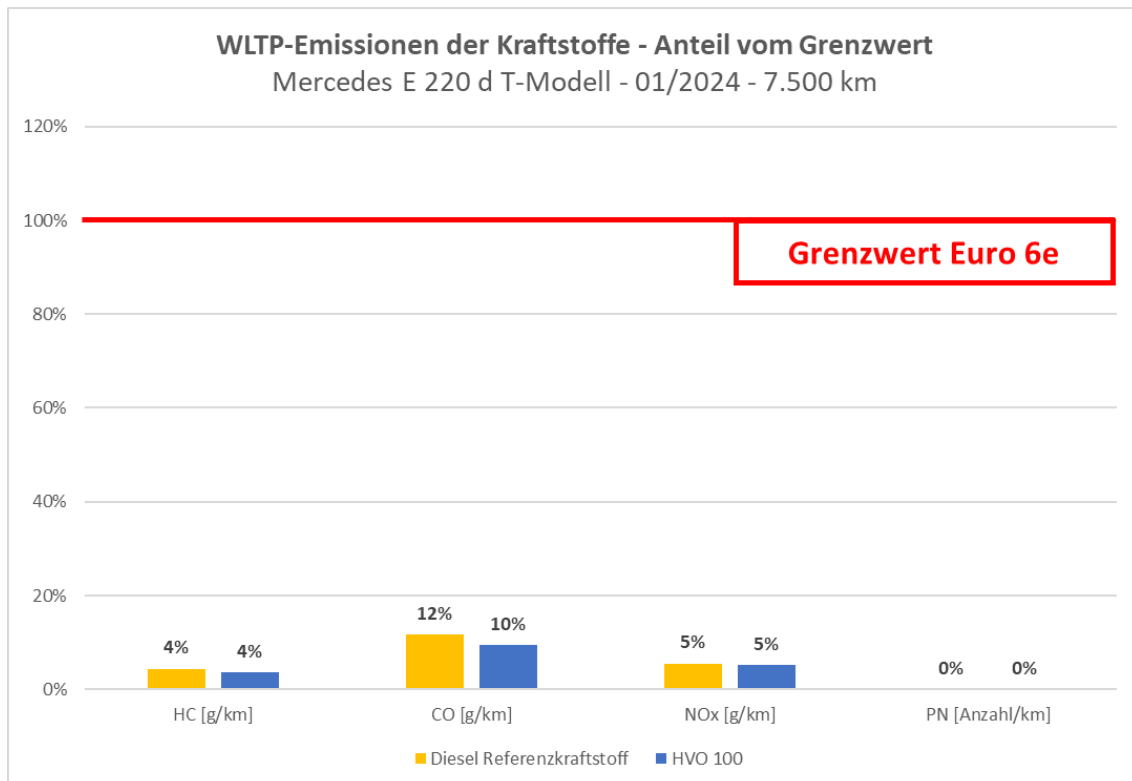
Schadstoffe	Grenzwerte	HVO 100				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,005490	0,000214	0,000054	0,002013	6,1%
CO [g/km]	0,500	0,048252	0,026892	0,027049	0,034415	9,7%
NOx [g/km]	0,080	0,018228	0,002013	0,007451	0,009320	22,8%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	2,03E+08	2,32E+08	4,65E+08	2,92E+08	0,0%
PM [g/km]	0,0045	0,0000384	0,0000286	0,0000811	0,0000478	0,9%
CO2 [g/km]	---	132,26	132,9	166,7	142,82	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,35	5,37	6,74	5,77	

Testfahrzeug Mercedes E 220 d T-Modell 4MATIC

Baujahr	2024
Motor	1993 ccm, Vierzylinder-Diesel, Bi-Turbo
Leistung	162 kW / 220 PS, 440 Nm
Getriebe	9-Gang-Wandlerautomatikgetriebe
Abgasreinigung	Oxi-Kat, Partikelfilter, zwei SCR-Kats
Schadstoffnorm	Euro 6 (36AP)
Laufleistung	7.500 km

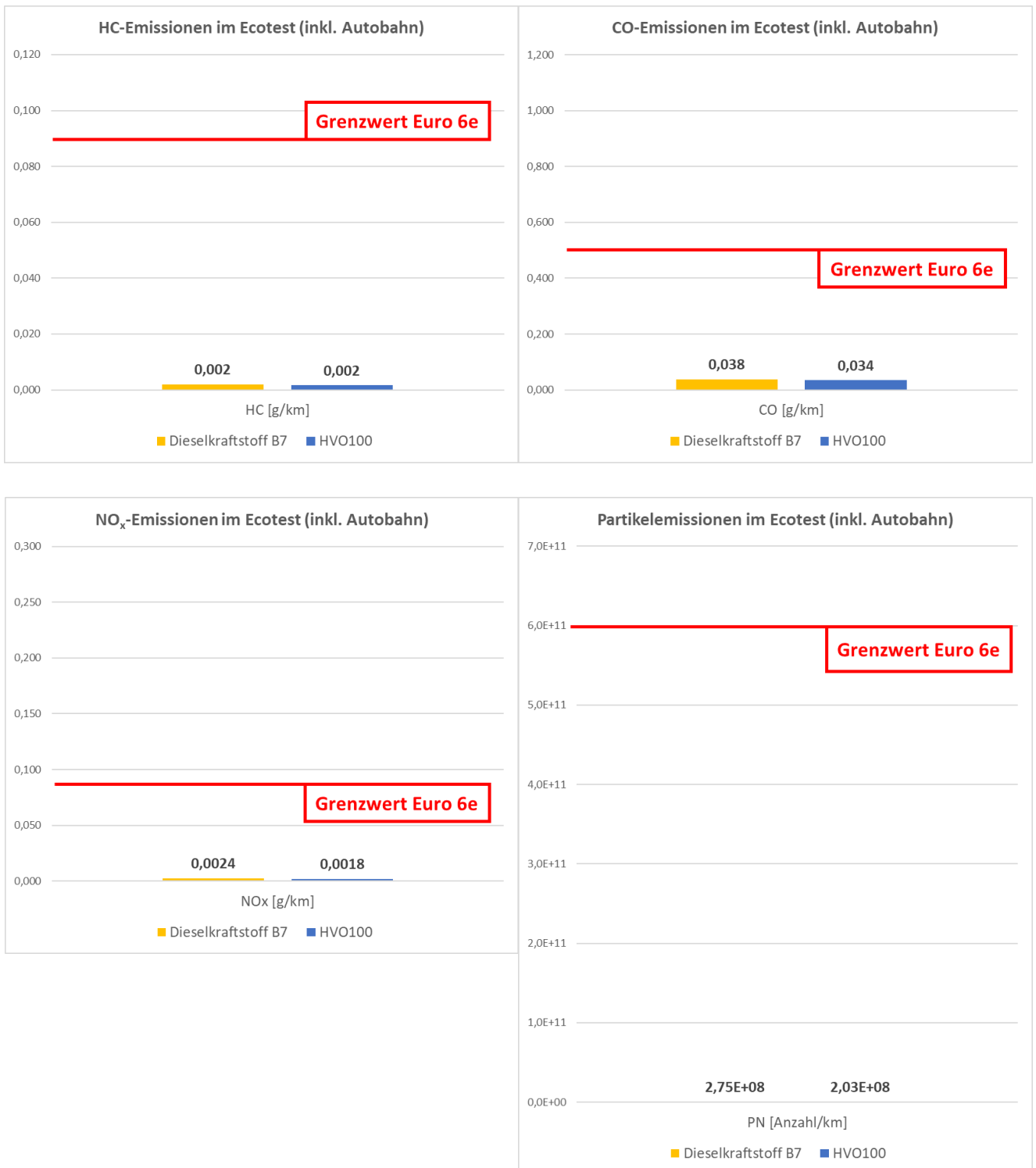


Es ist reichlich umständlich, über eine eigene Internetseite von Mercedes die für den XTL-Betrieb freigegebenen Mercedes-Modelle herauszufinden. Es bleibt ein Rätsel, warum Mercedes die Freigaben nicht einfach in der Tankklappe oder in der Betriebsanleitung vermerkt. Der Betrieb der Vierzylinder-Dieselmotoren in der neuen E-Klasse mit paraffinischen Kraftstoffen nach DIN EN 15940 ist zulässig. Ein signifikanter Unterschied bei Laufkultur oder Ansprechverhalten ergibt sich zwischen Standard-Diesel und HVO100 nicht, einen minimal ruhigeren Motorlauf könnte man sich einbilden. In jedem Fall waren keine Nachteile durch HVO zu ermitteln. Das Ansprechen des Turbodiesels ist dank der im Getriebe integrierten Elektrounterstützung ohnehin einwandfrei. Die neueste Vierzylinder-Dieselgeneration verfügt u.a. über zwei SCR-Systeme in Reihe mit AdBlue-Einspritzung. Damit sind die Schadstoffemissionen in allen Lebenslagen ausgesprochen gering. Auch mit HVO100 ändern sich die Emissionen praktisch nicht, alle Grenzwerte werden weit unterschritten. Folgendes Diagramm zeigt den Anteil der jeweiligen Schadstoffe vom Grenzwert, gemessen im WLTP-Zyklus mit Diesel B7 Referenzkraftstoff und HVO100:



Ergebnis: In allen Zyklen, selbst im anspruchsvollen Autobahnzyklus, bleiben alle Emissionen weit unter den Grenzwerten. Der Kraftstoff, ob Diesel oder HVO, spielt dabei keine Rolle. Die Unterschiede bei NO_x liegen im Bereich der Toleranzen durch die jeweiligen Betriebszustände der Katalysatoren.

Die weiteren vier Diagramme vergleichen die Kraftstoffe nach Schadstoffen im Ecotest:



Ergebnisse des Mercedes E 220 d T-Modell 4MATIC.

Die Detailergebnisse mit Diesel B7:

Mercedes E 220 d T-Modell 4MATIC

(Euro 6 e)

Schadstoffe	Grenzwerte	Diesel B7				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,003968	0,001553	0,000108	0,001965	4,4%
CO [g/km]	0,500	0,058395	0,027009	0,025655	0,037588	11,7%
NOx [g/km]	0,080	0,004399	0,001510	0,001026	0,002376	5,5%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	2,13E+08	2,15E+08	4,16E+08	2,75E+08	0,0%
PM [g/km]	0,0045	0,0000483	0,0000289	0,0000484	0,0000415	1,1%
CO2 [g/km]	---	142,82	144,11	178,95	154,11	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,41	5,45	6,77	5,83	

Die Detailergebnisse mit HVO 100:

Mercedes E 220 d T-Modell 4MATIC

(Euro 6 e)

Schadstoffe	Grenzwerte	HVO 100				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,003321	0,001295	0,000000	0,001616	3,7%
CO [g/km]	0,500	0,047569	0,028746	0,024571	0,034082	9,5%
NOx [g/km]	0,080	0,004140	0,000259	0,000922	0,001816	5,2%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---					
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	1,18E+08	1,82E+08	3,28E+08	2,03E+08	0,0%
PM [g/km]	0,0045	0,0000481	0,0000193	0,0000363	0,0000345	1,1%
CO2 [g/km]	---	139,51	137,77	173,18	149,00	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,64	5,57	7,00	6,02	

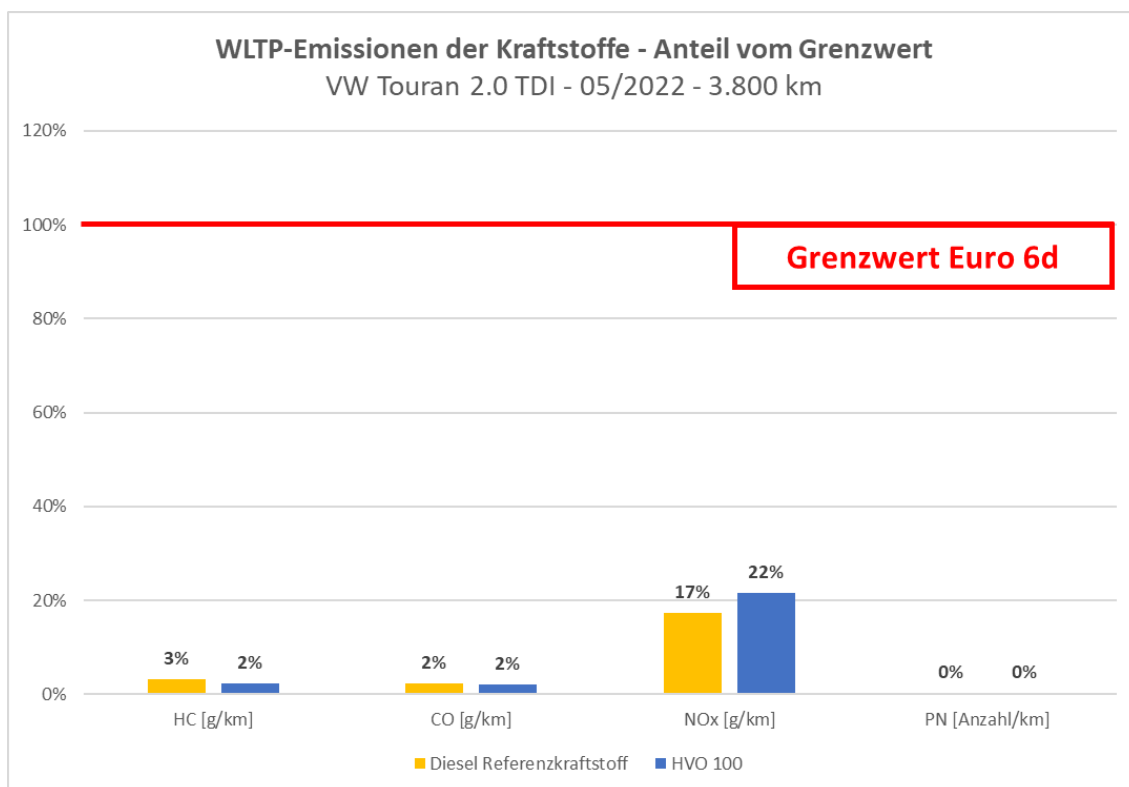
Infos aus den Tests von 2022: Testfahrzeug VW Touran 2.0 TDI DSG

Baujahr	2022
Motor	1968 ccm, Vierzylinder-Diesel, Turbo
Leistung	110 kW / 150 PS, 360 Nm
Getriebe	7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe
Abgasreinigung	Oxi-Kat, Partikelfilter, 2 SCR-Kats
Schadstoffnorm	Euro 6d (AP)
Laufleistung	4.000 km



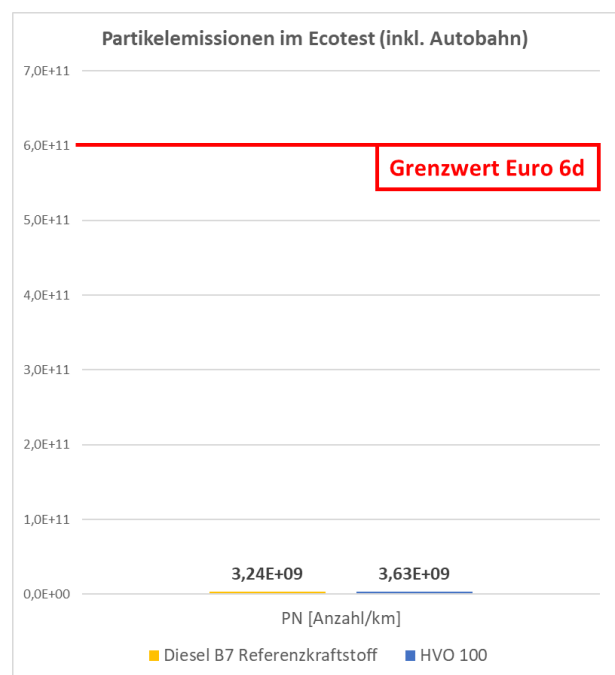
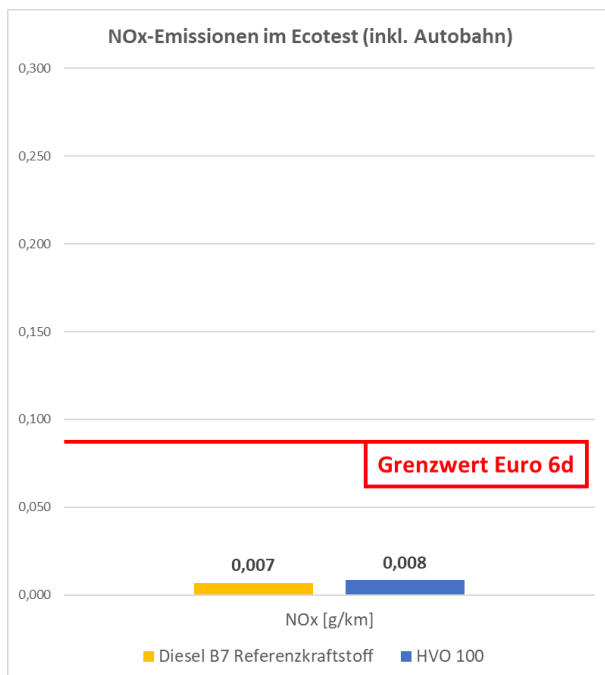
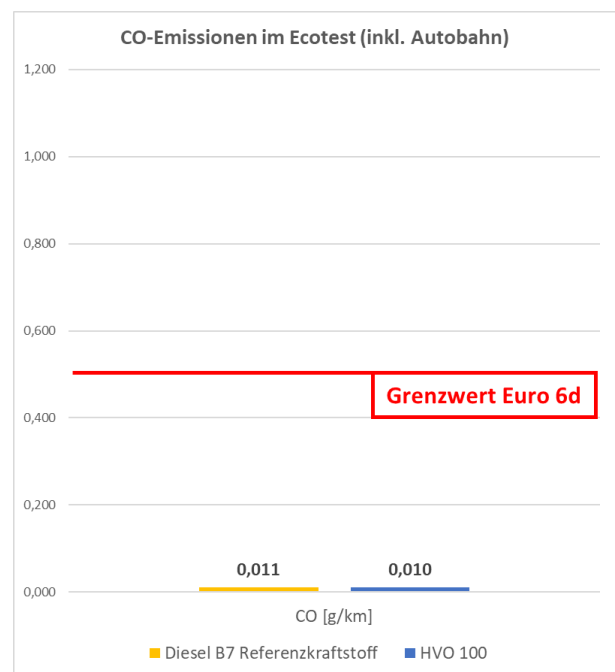
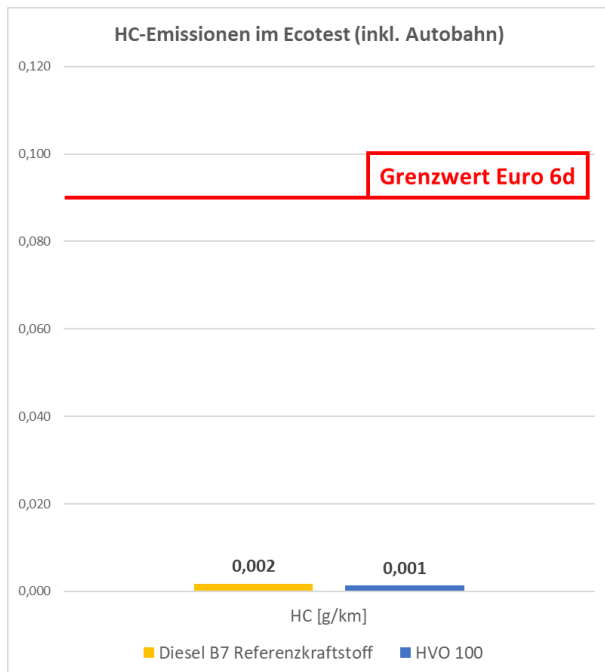
VW gibt seine Dieselmotoren nun endlich seit Mitte 2021 auch für paraffinische Kraftstoffe frei – allerdings nicht rückwirkend wie BMW. Die neueste Vierzylinder-Dieselerzeugung verfügt u.a. über ein doppeltes SCR-System mit AdBlue-Einspritzung. Damit sind die Schadstoffemissionen in allen Lebenslagen sehr gering. Auch mit HVO 100 ändern sich die Emissionen praktisch nicht, alle Grenzwerte werden weit unterschritten.

Folgendes Diagramm zeigt den Anteil der jeweiligen Schadstoffe vom Grenzwert, gemessen im WLTP-Zyklus mit Diesel B7 Referenzkraftstoff und HVO 100:



Ergebnis: In allen Zyklen, selbst im anspruchsvollen Autobahnzyklus, bleiben alle Emissionen weit unter den Grenzwerten. Der Kraftstoff, ob Diesel oder HVO, spielt dabei keine Rolle. Die Unterschiede bei NO_x ergeben sich durch die unterschiedlichen Betriebszustände der Katalysatoren.

Die weiteren vier Diagramme vergleichen die Kraftstoffe nach Schadstoffen im Ecotest:



Ergebnisse des VW Touran 2.0 TDI DSG.

Die Detailergebnisse mit Diesel B7 Referenzkraftstoff:

VW Touran 2.0 TDI 110 kW DSG

(Euro 6 d)

Schadstoffe	Grenzwerte	Diesel B7 Ref				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,002921	0,001203	0,000808	0,001686	3,2%
CO [g/km]	0,500	0,011556	0,008271	0,012601	0,010720	2,3%
NOx [g/km]	0,080	0,013876	0,001804	0,004523	0,006845	17,3%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---	0,000517	0,000348	0,000496	0,000452	
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	1,07E+09	7,40E+08	8,68E+09	3,24E+09	0,2%
PM [g/km]	0,0045	0,0000770	0,0000771	0,0009359	0,0003347	1,7%
CO2 [g/km]	---	151,75	150,69	181,09	160,18	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,74	5,70	6,86	6,06	

Die Detailergebnisse mit HVO 100:

VW Touran 2.0 TDI 110 kW DSG

(Euro 6 d)

Schadstoffe	Grenzwerte	HVO 100				Anteil vom Grenzwert
		WLTP kalt	WLTP warm	BAB130	Gesamt	
HC [g/km]	0,090	0,002061	0,001159	0,000538	0,001288	2,3%
CO [g/km]	0,500	0,009874	0,009271	0,011781	0,010235	2,0%
NOx [g/km]	0,080	0,017216	0,001588	0,005702	0,008292	21,5%
CH4 [g/km]	---					
NH3 [g/km]	---	0,000716	0,000414	0,001174	0,000748	
PN [Anzahl/km]	6,00E+11	1,80E+09	1,24E+09	8,54E+09	3,63E+09	0,3%
PM [g/km]	0,0045	0,0001063	0,0000673	0,0002237	0,0001279	2,4%
CO2 [g/km]	---	140,64	140,81	178,07	151,93	
Verbrauch [l/100 km]	---	5,69	5,69	7,20	6,14	