



Die Diesel-Zukunft beginnt in der Mercedes-Benz E-Klasse

**Presse-Information**

## **Sparsamer und stärker, leichter und kompakter**

15. Februar 2016

Inhalt	Seite
<u>Kurzfassung</u>	
<b>Sparsamer und stärker, leichter und kompakter</b>	2
<u>Langfassung</u>	
<b>Die Zukunft des Dieselmotors</b>	
Neue Premium-Diesel-Generation von Mercedes-Benz	5
<b>Die Strategie</b>	
Ein Antrieb der Zukunft	11
<b>Unter der Lupe: Die Erprobung</b>	
Strapazen mit System	13
<b>Unter der Lupe: Die Entwicklung und Produktion</b>	
Neue Architektur erlaubt flexible Fertigung	15
<b>Der neue Prüfzyklus WLTP</b>	
Näher am Realverbrauch	18
<b>Die Geschichte</b>	
Schrittmacher bei der Diesel-Technologie	21
<b>Das Glossar</b>	
Die wichtigsten Fachbegriffe	25

## **Sparsamer und stärker, leichter und kompakter**

**Schlieren. Der neue Vierzylinder-Diesel OM 654 markiert den Start einer richtungsweisenden Motorenfamilie bei Mercedes-Benz. Vorbildliche Effizienz- und Emissionswerte machen den Premium-Diesel zukunftssicher und unterstreichen die zentrale Rolle, die der Dieselantrieb beim Erreichen der anspruchsvollen weltweiten Klimaziele spielt. Seine Weltpremiere feiert der erste Vollaluminium-Diesel-Vierzylinder von Mercedes-Benz als E 220 d in der neuen E-Klasse im Frühjahr 2016.**

„In der neuen Motorenfamilie steckt über 80 Jahre Diesel-Know-how von Mercedes-Benz. Die neuen Premium-Diesel sind sparsamer und stärker, leichter und kompakter – und sie sind darauf ausgelegt, alle künftigen Abgasvorschriften weltweit zu erfüllen“, sagt Prof. Dr. Thomas Weber, Daimler-Vorstand für Konzernforschung und Leiter Mercedes-Benz Cars Entwicklung. „Aus unserer Sicht sind Dieselmotoren in Lkw und Pkw unverzichtbar, wenn der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoss weiter sinken soll.“

In der Roadmap für nachhaltige Mobilität spielt bei Mercedes-Benz die Optimierung moderner Verbrennungsmotoren neben Hybrid- und Elektrofahrzeugen eine entscheidende Rolle. Insbesondere der sparsame, saubere und vor allem in Europa sehr populäre Diesel leistet einen wesentlichen Beitrag zur weiteren Senkung des Flottenverbrauchs.

Mercedes-Benz ist auf einem guten Weg. In zwei Jahrzehnten seit 1995 sank der Durchschnittsverbrauch der Pkw-Flotte von 9,2 l/100 km (230 g CO<sub>2</sub>/km) auf 5,0 l (125 g CO<sub>2</sub>/km) fast um die Hälfte. Schon heute emittieren 68 Modelle von Mercedes-Benz Cars unter 120 g/km. Und 108 Modelle tragen das Effizienzlabel A+ oder A.

Die modular aufgebaute Motorenfamilie wird breite Verwendung im gesamten Portfolio von Mercedes-Benz Cars und Vans finden. Geplant sind mehrere Leistungsstufen sowie Längs- und Quereinbau in Fahrzeugen mit Front-, Heck- und Allradantrieb. Auch das macht die Neuentwicklung so signifikant, denn die Verbesserungen der Effizienz haben so einen unmittelbaren Einfluss auf den Flottenverbrauch von Mercedes-Benz.

Zielsetzung bei der neuen Motorengeneration war es auch, die Zahl der Varianten soweit wie möglich zu reduzieren. Die kompakten Abmessungen des Motors ermöglichen noch mehr Flexibilität in der Anpassung an unterschiedliche Fahrzeugtypen. Baureihenübergreifend wurden die Schnittstellen zwischen Antriebseinheit und Fahrzeug vereinheitlicht. Insbesondere alle Elemente der Abgasnachbehandlung sind jetzt direkt am Motor selbst angeordnet, nicht mehr am Fahrzeug.

Seine Weltpremiere erlebt der neue Vierzylinder OM 654 als 220 d in der neuen E-Klasse im Frühjahr 2016. Unter dem Strich stehen bei dem neuen Motor rund 13 Prozent weniger Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei gleichzeitig nochmals erhöhter Leistung (143 kW statt 125 kW).

Die wichtigsten Innovationen des neuen Motors:

- Erstmals Vollaluminium-Bauweise beim Vierzylinder-Diesel
- Stahlkolben mit Stufenmulden-Brennverfahren, NANOSLIDE®  
Zylinderbeschichtung, Common-Rail-Einspritzung der vierten Generation
- Anordnung aller Abgasreinigungstechnologien direkt am Motor
- Deutlich leichter und kompakter: 168,4 kg vs. 202,8 kg (-17%), zwei Liter Hubraum statt 2,15 Liter, Zylinderabstand 90 mm vs. 94 mm
- Niedrigeres Geräuschniveau und Top-Schwingungskomfort durch eine Vielzahl von Massnahmen

### **Abgas-Emissionen: Für die Zukunft gerüstet**

Der neue Dieselmotor ist auf die Erfüllung der zukünftigen Emissionsgesetzgebung (RDE – Real Driving Emissions) ausgelegt. Der WLTP-Zyklus (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) hat gegenüber dem derzeitigen NEFZ-Messzyklus zum Ziel, dass die Werte für Norm- und Realverbrauch künftig nahe beieinander liegen. Zusätzlich soll in Europa ein Messverfahren für die Real Driving Emissions (RDE) eingeführt werden, was ebenfalls von Mercedes-Benz aktiv unterstützt wird.

Alle für die effiziente Emissionsminderung relevanten Komponenten sind direkt am Motor verbaut. Unterstützt durch Isolationsmassnahmen und weiterentwickelte Katalysatorbeschichtungen kann ein motorseitiges Temperaturmanagement im Kaltstart- und Niedriglastbetrieb vollständig entfallen. Neben den Vorteilen bei den Emissionen ergeben sich daraus Verbrauchseinsparungen insbesondere bei kurzen Wegstrecken. Durch die motornahe Anordnung hat die Abgasnachbehandlung einen geringen Wärmeverlust und optimale Arbeitsbedingungen.

Der neue Motor verfügt über eine Mehrwege-Abgasrückführung (AGR). Sie kombiniert die gekühlte Hochdruck- und Niederdruck-AGR. So können bereits die Rohemissionen des Motors im gesamten Kennfeld bei verbrauchsoptimaler Lage des Verbrennungsschwerpunkts deutlich weiter abgesenkt werden.

Das Abgas aus dem Abgasturbolader gelangt zunächst in einen Diesel-Oxidations-Katalysator. Es passiert weiter den Fallstrommischer, in dem die AdBlue® Flüssigkeit mit Hilfe eines wassergekühlten Dosiermoduls beigemischt wird. Durch eine speziell entwickelte Mischstrecke gelingt es, die AdBlue® Flüssigkeit auf kürzestem Weg im Abgasstrom zu verdampfen und sehr gleichmässig auf der Oberfläche des folgenden sDPF (Partikelfilter mit Beschichtung zur Verminderung von Stickoxiden) zu verteilen. Hinter dem sDPF ist noch ein SCR-Katalysator zur weiteren katalytischen Reduktion der Stickoxide angeordnet. Erst danach gelangt das gereinigte Abgas in die Auspuffanlage.

### **Ansprechpartner**

Artur Demirci, +41 (0)44 755 88 23, [artur.demirci@daimler.com](mailto:artur.demirci@daimler.com)

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar:  
[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)

## Neue Premium-Diesel-Generation von Mercedes-Benz

**Der neue Vierzylinder-Diesel OM 654 markiert den Start einer richtungsweisenden Motorenfamilie bei Mercedes-Benz. Festgelegt wurden die Entwicklungsziele bereits vor über vier Jahren. Das Ergebnis ist ein modulares Konzept mit einem besonderen Augenmerk auf der Integration des Antriebs in unterschiedliche Modelle sowie eine Reihe von Innovationen beim Grundmotor. Vorbildliche Effizienz- und Emissionswerte machen den Premium-Diesel zukunftssicher und unterstreichen die zentrale Rolle, die der Dieselantrieb beim Erreichen der anspruchsvollen weltweiten Klimaziele spielt. Seine Weltpremiere feiert der erste Vollaluminium-Diesel-Vierzylinder von Mercedes-Benz in der neuen E-Klasse.**

Im Lastenheft für die neue Mercedes Powertrain Architektur wurden 2011 die anspruchsvollen Entwicklungsziele festgelegt und in Konstruktion und Entwicklung umgesetzt. „In der neuen Motorenfamilie steckt über 80 Jahre Diesel-Know-how von Mercedes-Benz. Die neuen Premium-Diesel sind sparsamer und stärker, leichter und kompakter – und sie sind darauf ausgelegt, alle künftigen Abgasvorschriften weltweit zu erfüllen“, sagt Prof. Dr. Thomas Weber, Daimler-Vorstand für Konzernforschung und Leiter Mercedes-Benz Cars Entwicklung. „Aus unserer Sicht sind Dieselmotoren in Lkw und Pkw unverzichtbar, wenn der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoss weiter sinken soll.“ Unter dem Strich stehen bei dem neuen Motor rund 13 Prozent weniger Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei gleichzeitig nochmals erhöhter Leistung (143 kW statt 125 kW).

Die wichtigsten Innovationen des neuen Motors:

- Erstmals Vollaluminium-Bauweise beim Vierzylinder-Diesel
- Stahlkolben mit Stufenmulden-Brennverfahren, NANOSLIDE®  
Zylinderbeschichtung, Common-Rail-Einspritzung der vierten Generation
- Anordnung aller Abgasreinigungstechnologien direkt am Motor
- Deutlich leichter und kompakter: 168,4 kg vs. 202,8 kg (-17%), zwei Liter Hubraum statt 2,15 Liter, Zylinderabstand 90 mm vs. 94 mm
- Niedrigeres Geräuschniveau und Top-Schwingungskomfort durch eine Vielzahl von Massnahmen

Der seit 2008 gebaute aktuelle Vierzylinder OM 651 ist der Motor mit den höchsten Stückzahlen in der Geschichte von Mercedes-Benz. Er ist erhältlich von der A- bis zur S-Klasse, in der V-Klasse und im Transporter Sprinter. Auch das macht die Neuentwicklung so signifikant, denn die Verbesserungen der Effizienz haben so einen unmittelbaren Einfluss auf den Flottenverbrauch von Mercedes-Benz. Seine Weltpremiere wird der neue Vierzylinder OM 654 als 220 d in der neuen E-Klasse im Frühjahr 2016 erleben. Danach wird er in verschiedenen Leistungsstufen und Varianten sowohl im Längs- als auch im Quereinbau Schritt für Schritt in die Fahrzeugpalette von Mercedes-Benz einfließen.

Die Daten des neuen Motors im Vergleich zum Vorgänger:

Motor		220 d OM 654	220 d Vorgänger OM 651
Zylinderzahl/Anordnung		4/Reihe	
Ventile pro Zylinder		4	
Hubraum pro Zylinder	cm <sup>3</sup>	487,5	537
Hubraum	cm <sup>3</sup>	1950	2143
Zylinderabstand	mm	90	94
Bohrung	mm	82	83
Hub	mm	92,3	99
Hub/Bohrung		1,12	1,193
Pleuellänge	mm	140	144
Nennleistung	kW/PS	143/195	125/170
bei	1/min	3800	3000-4200
Max. Drehmoment	Nm	400	400
bei	1/min	1600-2400	1400-2800
Spezifische Leistung	kW/l	72	58,3
Verdichtung	1:	15,5	16,2
Abgasnorm		EU6	EU6
Motorgewicht (DIN)	kg	168	199

### Konsequenter Leichtbau: Vollaluminium-Bauweise

Der erste Vollaluminium-Diesel-Vierzylinder von Mercedes-Benz wiegt in der 143-kW-Variante 168,4 kg und damit 35,4 kg (17 Prozent) weniger als das Vorgängeraggregat mit 125 kW – ein neuer Bestwert in seiner Leistungsklasse. Vergleicht man statt des DIN-Gewichts den lauffähigen Motor mit allen

Nebenaggregaten, beträgt die Gewichtseinsparung sogar 46 kg – ein klares Plus in Sachen Agilität und Kraftstoffverbrauch.

Seite 7

Wesentliche Faktoren zur Senkung des Gewichts waren die Reduzierung des Hubraums, der Übergang von der zweistufigen zur einstufigen Aufladung, das Kurbelgehäuse aus Aluminium einschliesslich NANOSLIDE®-beschichteter Zylinderlaufbahnen und die beiden Motorträger aus Kunststoff.

### **Kompakte Abmessungen: Wichtiges Konstruktionsziel**

Die Hauptabmessungen des Grundmotors mit Bohrung, Hub und Zylinderabstand bestimmen massgeblich die Motorbaulänge sowie die Motorbauhöhe. Der Zylinderabstand wurde gegenüber dem Vorgängermotor von 94 auf 90 mm reduziert. Bohrung (82,0 mm) und Hub (92,3 mm) ergeben das günstige Einzel-Zylindervolumen von knapp 500 cm<sup>3</sup> und sorgen für ein optimales Pleuelstangenverhältnis bezüglich Verbrennung und Reibung. Das Alu-Kurbelgehäuse ist für die Beanspruchung auf höchste Leistung ausgelegt (spitzendruckfähig bis 205 bar).

Zur Reduzierung der Bauhöhe erfolgt der Antrieb der Nockenwellen wie beim Vorgänger auf der hinteren, getriebeseitigen Lage. Dort, im crashgeschützten Bereich, ist auch die Hochdruckpumpe der Einspritzung auf der linken Motorseite untergebracht; sie wird über die Steuerkette angetrieben.

Um den Motor möglichst tief im Fahrzeug unterbringen zu können, sind die Lanchester-Ausgleichswellen nicht unterhalb, sondern links und rechts der Kurbelwelle angeordnet. Ebenso ist die Ölpumpe wie beim Vorgängermotor neben der Kurbelwelle positioniert, was den Einbau in verschiedene Fahrzeugarchitekturen erleichtert.

Die kompakten Abmessungen des Motors ermöglichen noch mehr Flexibilität in der Anpassung an unterschiedliche Fahrzeugtypen und den senkrechten Einbau des Aggregats. Zusätzlicher Bauraum auf der rechten Fahrzeugseite wurde durch die Schräkung des Triebwerks geschaffen: Die senkrechte Achse der Zylinder ist gegenüber der Kurbelwellenmitte um zwölf Millimeter nach links Richtung Einlassseite versetzt. Dies führt ausserdem zu verminderter Reibung der Kolben in der Zylinderlaufbahn.

Eingebaut in einem vergleichbaren Fahrzeug, verbraucht der neue Motor rund 13 Prozent weniger Kraftstoff als sein Vorgänger. Verantwortlich dafür ist neben der optimierten Luftführung auf der Ansaug- und Abgasseite und dem Einsatz der Common-Rail-Einspritzung der vierten Generation mit Drücken bis zu 2050 bar die Reduzierung der internen Reibleistung um rund 25 Prozent. Erreicht wurde dies durch

- flache Stahlkolben mit innovativen Stufenmulden und langen Pleuel
- NANOSLIDE® Beschichtung der Zylinderlaufbahnen
- Schränkung des Triebwerks
- Reduzierung des Hubraums
- vielfältige Detailmassnahmen, etwa beim Nockenwellenantrieb

### Ungewöhnliche Kombination: Alu-Gehäuse und Stahlkolben

Auf den ersten Blick scheint die Kombination von Alugehäuse und Stahlkolben ungewöhnlich. Denn Stahl dehnt sich bei Hitze weniger aus als Aluminium, leitet die Wärme schlechter und ist schwerer. Deshalb werden bislang Alukolben verwendet. Die Stuttgarter Motorkonstrukteure münzten diese scheinbaren Nachteile allerdings in Vorteile um. Beispielsweise sorgt die geringere Ausdehnung von Stahl bei steigenden Betriebstemperaturen für wachsendes Spiel zwischen Kolben und Alugehäuse und reduziert damit die Reibung um 40 bis 50 Prozent. Die gegenüber Aluminium höhere Festigkeit von Stahl erlaubt gleichzeitig sehr kompakt gebaute, leichte Kolben, die sogar zusätzliche Festigkeitsreserven bieten. Schliesslich führt die geringere Wärmeleitfähigkeit von Stahl zu erhöhten Bauteiltemperaturen und verbessert so den thermodynamischen Wirkungsgrad mit höherer Zündwilligkeit und reduzierter Brenndauer.

Die flachen Stahlkolben ermöglichen eine Verlängerung des Pleuels auf 154 mm. Zusammen mit der Schränkung des Triebwerks konnten die Kolbenseitenkräfte so – abhängig vom Betriebspunkt – um bis zu 75 Prozent reduziert werden.

Durch die Kombination der innovativen Stahlkolben mit der weiter entwickelten NANOSLIDE® Laufbahnbeschichtung ergeben sich Verbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Emissionsvorteile von bis zu vier Prozent. Dabei sind die Verbrauchsvorteile im für den Alltag wichtigen unteren und mittleren Drehzahlbereich noch deutlicher.

Erstmals in einem Pkw-Dieselmotor wird im neuen OM 654 das Mercedes-Benz Stufenmulden-Brennverfahren angewendet – benannt nach der Form der Verbrennungstasche im Kolben. Das Brennverfahren wurde komplett neu entwickelt. Die Stufenmulde wirkt sich positiv auf den Verbrennungsverlauf, die thermische Bauteilbelastung kritischer Kolbenbereiche und den Russeintrag in das Motorenöl aus. Durch die gegenüber der bisherigen Omega-Mulde gesteigerte Brenngeschwindigkeit steigt der Wirkungsgrad. Die spezielle Abstimmung von Muldenform, Luftbewegung und Einspritzdüse ist gekennzeichnet durch eine sehr gute Luftausnutzung und ermöglicht den Betrieb bei sehr hohem Luftüberschuss. So lassen sich die Partikelemissionen auf ein besonders niedriges Niveau absenken.

### **Abgas-Emissionen: Für die Zukunft gerüstet**

Der neue Dieselmotor ist auf die zukünftige Emissionsgesetzgebung (RDE – Real Driving Emissions) ausgelegt. Ausserdem stand bei der Entwicklung der WLTP-Zyklus (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) im Blickpunkt, der gegenüber dem NEFZ-Messzyklus zum Ziel hat, dass die Werte für Norm- und Realverbrauch künftig nahe beieinander liegen.

Alle für die effiziente Emissionsminderung relevanten Komponenten sind direkt am Motor verbaut. Unterstützt durch Isolationsmassnahmen und weiterentwickelte Katalysatorbeschichtungen kann ein motorseitiges Temperaturmanagement im Kaltstart- und Niedriglastbetrieb vollständig entfallen. Neben den Vorteilen bei den Emissionen ergeben sich daraus Verbrauchseinsparungen insbesondere bei kurzen Wegstrecken. Durch die motornahen Anordnungen hat die Abgasnachbehandlung einen geringen Wärmeverlust und optimale Arbeitsbedingungen.

Der neue Motor verfügt über eine Mehrwege-Abgasrückführung (AGR). Sie kombiniert die gekühlte Hochdruck- und Niederdruck-AGR. So können bereits die Rohemissionen des Motors im gesamten Kennfeld bei verbrauchsoptimaler Lage des Verbrennungsschwerpunkts deutlich abgesenkt werden.

Das Abgas aus dem Abgasturbolader gelangt zunächst in einen Diesel-Oxidations-Katalysator. Es passiert weiter den Fallstrommischer, in dem die AdBlue® Flüssigkeit mit Hilfe eines wassergekühlten Dosiermoduls beigemischt wird. Durch eine speziell entwickelte Mischstrecke gelingt es, die AdBlue® Flüssigkeit auf kürzestem Weg im Abgasstrom zu verdampfen und sehr gleichmässig auf der

Oberfläche des folgenden sDPF (Partikelfilter mit Beschichtung zur Verminderung von Stickoxiden) zu verteilen. Hinter dem sDPF ist noch ein SCR-Katalysator zur weiteren katalytischen Reduktion der Stickoxide angeordnet. Erst danach gelangt das gereinigte Abgas in die Auspuffanlage.

### **Geräuschverhalten: Leiser und weniger Vibrationen**

Dieselmotoren im Pkw überzeugen durch geringen Verbrauch und kraftvolles Drehmoment. Auch im Komfortverhalten rücken sie immer dichter an ihre Benzinkollegen heran. Bereits in der Konzeptphase des neuen Dieselmotors wurden dafür unter anderem die Motorgehäuse-Struktur und die Anbindung ans Getriebe optimiert, hinzu kamen Verbesserungen bei den Zahnrädern und bei der Luftführung. Die neuen Motorträger aus Kunststoff tragen ebenfalls wesentlich zum neuen Komfortniveau bei.

### **Komplexität reduziert: Varianten sind einfacher darzustellen**

In den letzten 25 Jahren hat sich die Zahl der Leistungs-, Fahrzeug-, Emissions- und Ländervarianten der von Mercedes-Benz eingesetzten Dieselmotoren durch unterschiedliche gesetzliche Anforderungen und technische Voraussetzungen wie zum Beispiel der Qualität der verfügbaren Kraftstoffe drastisch erhöht – von deutlich weniger als 100 auf aktuell über 1.000. Zielsetzung bei der neuen Motorengeneration war es, die Zahl der Varianten soweit wie möglich zu reduzieren. Mit zwei Lösungswegen wird dieses Ziel beim neuen Diesel erreicht und zugleich eine flexible Fertigung ermöglicht, bei der Stückzahlschwankungen der einzelnen Derivate in Abhängigkeit der Marktanforderungen kurzfristig berücksichtigt werden können:

- Die Motorenfamilie ist modular aufgebaut: Durch den einfachen Tausch von Einzelmodulen können Varianten abgeleitet werden, ohne komplett neue Aggregate entwickeln zu müssen.
- Baureihenübergreifend wurden die Schnittstellen zwischen Antriebseinheit und Fahrzeug vereinheitlicht. Insbesondere alle Elemente der Abgasnachbehandlung sind jetzt am Motor selbst angeordnet, nicht mehr am Fahrzeug.

## Ein Antrieb der Zukunft

**In der Roadmap für nachhaltige Mobilität spielt bei Mercedes-Benz die Optimierung moderner Verbrennungsmotoren neben Hybrid- und Elektrofahrzeugen eine entscheidende Rolle. Insbesondere der sparsame, saubere und vor allem in Europa sehr populäre Diesel leistet einen wesentlichen Beitrag zur weiteren Senkung des Flottenverbrauchs. Die modular aufgebaute Premium-Diesel-Motorenfamilie von Mercedes-Benz ist daher ein Antrieb der Zukunft.**

Die modular aufgebaute Motorenfamilie wird mittelfristig breite Verwendung im gesamten Portfolio von Mercedes-Benz Cars und Vans finden. Geplant sind mehrere Leistungsstufen sowie Längs- und Quereinbau in Fahrzeugen mit Front-, Heck- und Allradantrieb.

An den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Mercedes-Benz Neuwagenflotte wird der Premium-Diesel daher entscheidenden strategischen Anteil haben. Schon heute sind die Erfolge beachtlich: Mit einem Flottendurchschnitt von 123 g/km hat Mercedes-Benz den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoss der in der Europäischen Union verkauften Pkw im Jahr 2015 um sechs Gramm gegenüber 2014 gesenkt. Damit lag der durchschnittliche Flottenverbrauch im Jahr 2015 bei 5,0 Liter/100 km. In nur zwei Fahrzeuggenerationen wurde der Verbrauch in 15 Jahren um mehr als 40 Prozent gesenkt.

Aktuell bietet Mercedes-Benz 68 Modelle mit CO<sub>2</sub>-Emissionen von weniger als 120 g CO<sub>2</sub>/km an, und 108 Modelle tragen das Energieeffizienzlabel A+ oder A. Dabei sind die Diesel mit 87 Modellen überproportional unter diesen Effizienz-Champions vertreten.

Auch die durch die EU-Kommission finanzierte Odyssee-Mure Studie<sup>1</sup> kommt für den Gesamtmarkt zum Schluss, dass vor allem der Dieselantrieb Wegbereiter für den gesunkenen Durchschnittsverbrauch neuer Fahrzeuge ist. Nach der Studie haben jene elf EU-Länder, in denen der Durchschnittsverbrauch neuer Pkw unter

---

<sup>1</sup> <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/market-diffusion.html>

5 Liter/100 km liegt, einen Diesel-Marktanteil von über 70 Prozent. Insgesamt liegt die Dieselquote in Europa (EU- und EFTA-Staaten) 2014 bei rund 53 Prozent<sup>2</sup>.

Seite 12

### Roadmap für nachhaltige Mobilität: Ohne Diesel geht es nicht

Die Entwicklungsstrategie von Mercedes-Benz zielt darauf ab, die führende Position im Segment der Premium-Automobile langfristig zu sichern. Dazu wurden in der Roadmap für nachhaltige Mobilität drei Schwerpunkte definiert:

- Die Optimierung der **Verbrennungsmotoren** mit modernster Technik sowie gezielte Optimierungsmassnahmen am Fahrzeug, zum Beispiel in den Bereichen Aerodynamik, Leichtbau und Energiemanagement. Eine wichtige Säule ist hier die Einführung der neuen Premium-Diesel-Motorenfamilie.
- Die weitere Effizienzsteigerung durch bedarfsgerechte Hybridisierung. Die **Mercedes-Benz Plug-In Hybrid-Offensive** steht aktuell besonders im Fokus: Bis 2017 werden zehn Modelle auf dem Markt sein. Nach dem 2014 vorgestellten S 500 e und den im März 2015 erfolgreich gestarteten C 350 e (als Limousine und T-Modell) ist im August 2015 mit dem GLE 500 e 4MATIC bereits das vierte Modell zu den Händlern gerollt. Als Fünfter im Bunde folgt der GLC 350 e im Frühjahr 2016, und auch die Limousine des E 350 e kommt noch in diesem Jahr auf den Markt.
- Das lokal emissionsfreie Fahren mit **Brennstoffzellen-** und **Batteriefahrzeugen**. Nach der Markteinführung des batterieelektrischen B 250 e, die 2015 gestartet ist, kommt 2016 die Neuauflage des smart electric drive, der in vierter Generation auf den Markt kommt und neben dem bekannten Zweisitzer und Cabrio auch mit einem Viersitzer aufwartet. Zusätzlich arbeitet das Unternehmen an einem intelligenten Konzept für eine modellübergreifende Fahrzeugarchitektur für ein Fahrzeug mit 400 bis 500 km Reichweite. Ebenso ist die Entwicklung der neuen Generation von Mercedes-Benz Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzelle auf dem Weg. Das Unternehmen plant, ein Modell auf Basis des GLC ab 2017 in den Markt einzuführen.

Darüber hinaus engagiert sich Mercedes-Benz bei der Entwicklung von sauberen und alternativen Kraftstoffen, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung stehen.

---

<sup>2</sup> <http://www.acea.be/statistics/tag/category/diesel-penetration>

## Strapazen mit System

**Bevor neue Motoren bei Mercedes-Benz im Rahmen der Dauerlauf-Tests auf die Strasse kommen, haben sie bereits ein belastungsintensives Vorleben hinter sich – unter anderem auf den Motorprüfständen im Prüfstandshaus in Stuttgart-Untertürkheim. In dem Gebäude sind auf drei Stockwerken jeweils 24 hochmoderne Motorprüfstände installiert. Diese 72 Prüfstände sind Tag und Nacht an 365 Tagen im Jahr in Betrieb. Insgesamt über 25.000 Stunden absolvierte der neue Diesel OM 654 dort, bevor er die Freigabe für den Einsatz in der künftigen E-Klasse erhielt.**

Auf den Prüfständen lassen sich vielfältige Strassen- und Lastsituationen simulieren, um alle denkbaren Einsatzzwecke abzubilden wie etwa Heiss- und Kaltstart, Stop-and-Go und Dauerläufe unter den unterschiedlichsten Bedingungen. Selbst steile Bergfahrten werden im Labor nachgestellt: Auf einem so genannten Schwenkprüfstand werden die Motoren bis zu 40 Grad gekippt, um die Belastung zum Beispiel des Ölkreislaufs zu kontrollieren.

In den verschiedenen Entwicklungsstufen werden die Motoren einem zeitgerafften Stresstest unterzogen. Die Prüfstand-Programme haben eine Laufzeit von 500 bis zu 2.400 Stunden, sowohl mit vielen hohen Volllast- als auch niedrigen Teillastanteilen. Unter Volllast werden das thermische Verhalten und die Haltbarkeit von Bauteilen geprüft. Aber auch besonders geringe Belastungen können zu einer Nagelprobe für den Motor werden, weil dies die Bildung des so genannten Motoröl-Schwarzschlammes begünstigt. Hinzu kommen grosse Belastungen wie die starke Abkühlung des Kühlwassers innerhalb von maximal 60 Sekunden von 110 °C auf ca. 25 °C und das schnelle Hochfahren des Motors unter Volllast auf Nenndrehzahl bei kaltem Kühlmittel.

Neben der Dauerhaltbarkeit der Aggregate sind Verbrauch- und Abgasverhalten sowie die Fahrbarkeit im Zusammenspiel zwischen Motor, Getriebe und Fahrzeug die wesentlichen Entwicklungsziele, die sehr viel Feinarbeit zunächst auf Rollenprüfständen, später in der Fahrerprobung auf der Strasse erfordern. Dazu gehören Testfahrten bei -30° C in Nordschweden oder bei über 40° C Hitze und auf 2.500 Meter Höhe in Spanien. Hinzu kommen die unterschiedlichsten Prüfstände wie Klimakanal und Höhenkammer, wo bis zu 4.000 Meter Höhe simuliert werden können. Ebenso stand eine intensive Fahrzeug-Dauerlauf-

Erprobung auf dem Testprogramm. Zur Absicherung neuer Technologien und Funktionen wurden deutlich über fünf Millionen Kilometer unter unterschiedlichsten Bedingungen absolviert. So beispielsweise der Rafftest, bei dem im Hochgeschwindigkeitsoval die Belastung von 250.000 Kilometern in Kundenhand simuliert wird.

### **Energie-Rückgewinnung: Prüfstände erzeugen Strom**

Die von den Versuchsmotoren erzeugte Energie wird möglichst vollständig zurückgewonnen. Das Vollmotorenprüffeld in Untertürkheim ist als Heizkraftwerk im Sinne der Kraft-Wärme-Kopplung zertifiziert: Denn zur Leistungsabnahme der Motoren werden ausschliesslich aktive Maschinen eingesetzt. Die Leistung der Motoren wird nicht wie im Fahrzeug für die Fortbewegung in Längsrichtung genutzt, sondern in elektrische Energie gewandelt und in das Stromnetz zurückgespeist.

## Neue Architektur erlaubt flexible Fertigung

**Die Entwicklung modular aufgebauter Motoren ist heute wichtiger als je zuvor. Denn immer mehr Leistungs-, Fahrzeug-, Emissions- und Ländervarianten führen schnell zu entsprechend vielen Motoren- und Teilevarianten. Zudem war die Abgasnachbehandlung bisher weitgehend fahrzeugseitig angeordnet. Entsprechend viele Abgasanlagen und Applikationen mussten dafür entwickelt werden – ein hoher Aufwand. Die neue Motorengeneration sollte daher die Variantenvielfalt deutlich verringern und sich flexibel produzieren lassen. Bei der Umsetzung in die Serienproduktion half die durchgehend digitale Prozesskette.**

Eine wichtige Voraussetzung für die neue modulare Mercedes-Benz Powertrain-Architektur war die kompakte Auslegung des Grundmotors, denn die Hauptabmessungen mit Bohrung, Hub und Zylinderabstand bestimmen massgeblich die Motorbaulänge sowie die Motorbauhöhe. Gegenüber dem Vorgängermotor OM 651 wurde beim OM 654 der Zylinderabstand von 94 auf 90 mm reduziert.

Das ermöglicht Motorbaulängen, die heute V-Motoren vorbehalten sind.

Das Ergebnis ist eine Powertrain-Architektur mit

- einer einheitlichen Positionierung der Motoren in den Baureihen
- einem Getriebeflansch, der immer an der gleichen Stelle im Fahrzeug sitzt
- einer motornahen, einheitlichen Anordnung der Abgasanlage
- einer wesentlichen Reduzierung sowohl der Abgasanlagenvarianten als auch der fahrzeugabhängigen Komponenten
- einheitlichen Medien-Schnittstellen (Unterdruck, Wasser, Kraftstoff, Luft) zu den Fahrzeugen
- einer hohen Verblockung der Motorenfamilie.

### **Digitale Prozesskette: Schneller und ohne Umwege in die Serie**

Die Digitalisierung ist bei Mercedes-Benz bereits in vollem Gange: Im Bereich Powertrain reicht die durchgehende digitale Prozesskette von der Konstruktion bis zur mechanischen Bearbeitung der Bauteile und deren Montage: Zunächst stellt die Konstruktion ein digitales 3D-Modell des Motors mit sämtlichen Zeichnungsdaten

zur Verfügung. Bevor ein reales 3D-Modell als Rohteil für die Giesserei entwickelt wird, wird das Giesskonzept in einer umfangreichen Simulation überprüft. Dazu zählt beispielsweise die so genannte Kernschiess-Simulation. Kerne sind bei Gussteilen mit Hohlräumen nötig. Beim Kernschiessen wird ein Gemisch aus Sand und Bindemitteln in die Kernform „geschossen“. In der Simulation wird dieser Prozess virtuell im Zeitverlauf dargestellt. Dabei werden unter anderem die unterschiedlichen Strömungen von Sand und Luft berücksichtigt. Nach der Simulationsphase entstehen dann mit Rapid Prototyping die ersten Formen im 3D-Sanddrucker sprichwörtlich über Nacht.

Digital verlaufen auch Planung und Umsetzung der folgenden Fertigungsschritte. So nimmt die mechanische Bearbeitung (Zerspanung) ebenfalls ein 3D-Modell als Ausgangspunkt. Die Simulation umfasst die einzelnen Bearbeitungsschritte und optimiert Ablauf, Taktzeiten und Bearbeitungsreihenfolge sowie Werkzeugwechsel. Berücksichtigt werden auch unterschiedliche Aufspannkonzepte. Am Schluss steht die Erstellung des NC-Programms (Numerical Control/Numerische Steuerung) zur Steuerung der Maschinen. Auch die Bearbeitung selbst wird durch Simulation von Ablauf und Werkzeugen (Zugängigkeit Werkzeuge, Kollision mit Spannvorrichtung, Störkonturen) abgesichert. Danach erfolgen die Visualisierung und virtuelle Inbetriebnahme der Bearbeitungszellen und die Übernahme der NC-Programme auf die Zerspanungsmaschinen.

Läuft die Fertigung im Serienbetrieb, führt die Analyse der Prozessdaten zu einer fortlaufenden Optimierung des Prozesses. Die Montage der einzelnen Bauteile wird in einem vergleichbaren Prozess ebenfalls über digitale Simulationen im Detail geplant. Sie umfasst beispielsweise die Zuordnung von Werkzeugen und Montageeinrichtungen auf die einzelnen Stationen, die Zuordnung des Materialflusses mit Materialbereitstellung (z. B. Anlieferkonzept, ergonomische Anordnung) und die Absicherung der kompletten Montage im Rahmen einer digitalen Prozesssimulation.

### **Flexibles Produktionskonzept: Definierter Mix von Otto- und Dieselmotoren**

Das modulare Motorenkonzept schafft in Verbindung mit einem flexiblen Produktionskonzept die Voraussetzung für eine „atmende“ marktorientierte Produktion. Dabei stehen Agilität und hohe Flexibilität im Vordergrund.

Mit diesem System können Otto- und Dieselmotoren mit verschiedenen Zylinderzahlen in einem definierten Mix produziert werden. Auch lassen sich die

Produktionsvolumen der neuen Motoren dynamisch den Anforderungen des Absatzmarktes anpassen.

Seite 17

Möglich macht das alles eine neue, modulare Produktionstechnologie. Die Maschinen werden von den Werkstücken über so genannte Adapterplatten entkoppelt. So wird eine deutlich verbesserte Volumen-/Variantenflexibilität erreicht.

Die Hauptkomponenten des neuen Vierzylinder-Diesels fertigt Mercedes-Benz im Werk Untertürkheim, die Montage übernimmt das Werk Köllda.

## Näher am Realverbrauch

**2017 soll ein neues Verfahren für Verbrauchs- und Abgastests in der Automobilindustrie eingeführt werden. Der neue WLTP-Zyklus (Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure) hat die weltweite Harmonisierung der Testverfahren zum Ziel. Er soll näher am realen Fahrgeschehen orientierte Testergebnisse liefern als das bisherige NEFZ-Verfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Dieses wurde 1992 beschlossen und 1996 von der Europäischen Kommission eingeführt.**

Der NEFZ löste den Euromix mit seinen Konstantfahrten bei 90 und 120 km/h ab und umfasste erstmals genau definierte, auf normierten und kalibrierten Prüfständen zu absolvierende Fahrzyklen. Der Vorteil: Die Ergebnisse der Prüfungen sind über alle Hersteller und Prüfstände hinweg vergleich- und reproduzierbar. Und es wird nicht nur der Kraftstoffverbrauch gemessen, sondern auch Emissionen zum Beispiel von Stickoxiden oder Partikeln. Erst so war es möglich, gesetzliche Grenzwerte zu definieren.

Doch der NEFZ hat auch eine Reihe von Nachteilen. So ist zum Beispiel der Effekt der Aerodynamik eines Pkw – ein entscheidender Effizienzfaktor im realen Überlandverkehr – bei den vergleichsweise geringen Geschwindigkeiten im NEFZ unterrepräsentiert. Hinzu kommt: NEFZ gilt in wichtigen Märkten ausserhalb Europas nicht, bedeutende Regionen wie USA/Kanada oder Japan haben eigene Zyklen, China hat zusätzliche Verfahren neben dem NEFZ. Das führt bei global tätigen Autoherstellern zu einem enormen Prüf- und Entwicklungsaufwand und zu einer Vielzahl technischer Varianten eigentlich gleicher Automobile.

Aus all diesen Gründen unterstützt Mercedes-Benz von Anfang an die Bemühungen, einen realitätsnäheren und möglichst weltweit gültigen Prüfzyklus einzuführen.

Zyklus		WLTP	NEFZ
Starttemperatur		kalt	kalt
Zykluszeit/Dauer	min	30	20
Standzeit Anteil	%	13	25
Zykluslänge	km	23,5	11
Geschwindigkeit/mittel	km/h	46,6	34
Geschwindigkeit/max.	km/h	131	120
Antriebsleistung/mittel	kW	7	4
Antriebsleistung/max.	kW	47	34
Sonderausstattungen des individuellen Modells		werden berücksichtigt für Gewicht, Aerodynamik, Rollwiderstand	nur Räder & Reifen
Klimatisierung		nein	nein
Testtemperatur	°C	23	25 +/- 5
Temperatur zusätzlicher EU-Test	°C	14	-
Testgewicht		Fahrzeuggewicht plus repräsentative Zuladung	Schwungmassenklasse
Weitere Änderungen gegenüber NEFZ bei		Vorkonditionierung, Fahrwiderständen, Plug-In Hybriden	

### Grenzen eines einheitlichen Zyklus: Zwischen lokal und global

Der WLTP ist näher am realen Verkehrsgeschehen und bietet eine genauere Testmethode als der aktuelle NEFZ. Er definiert eindeutige Testrandbedingungen und schafft dadurch genauere, konsistentere und wiederholbarere Ergebnisse. Dennoch: Mit keinem genormten Zyklus lässt sich die Bandbreite der realen Verbräuche und Emissionen auf der Welt komplett abdecken. Zu unterschiedlich sind beispielsweise die

- klimatischen Bedingungen zwischen den tropischen Verhältnissen in Asien und den langen Wintern in Russland. Hinzu kommen jahreszeitliche Schwankungen.
- Verkehrsverhältnisse und Verkehrsdichte in Mega-Metropolen, verglichen mit wenig befahrenen Autobahnen oder Landstrassen.
- Strassenprofile von den Bergregionen der Schweiz bis zur norddeutschen Tiefebene.
- Fahrzeuge – von Basis-Kleinwagen in Indien bis hin zu ausgewachsenen SUV und Pick-ups.
- Fahrgewohnheiten und -temperamente.
- Nutzung von Nebenverbrauchern wie Klimaanlage oder Beleuchtung.

Zusätzlich soll in Europa ein Messverfahren für die Real Driving Emissions (RDE) eingeführt werden, was ebenfalls von Mercedes-Benz aktiv unterstützt wird. Dabei werden mit mobiler Messtechnik (Portable Emissions Measurement System, PEMS) die Schadstoffemissionen während des realen Fahrbetriebs gemessen.

### **CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Mercedes-Benz: Seit 1995 fast halbiert**

Die europäische Gesetzgebung gibt anspruchsvolle Ziele für die weitere Senkung von Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emission im Strassenverkehr vor: Bis 2020 soll der durchschnittliche Ausstoss der Neuwagenflotte auf 95 g CO<sub>2</sub>/km sinken (entspricht 4,0 Liter Benzin oder 3,5 l Diesel/100 km) – gemessen nach NEFZ. Das Umrechnungsverfahren der NEFZ-Ziele in zukünftige gültige WLTP-Ziele wird derzeit unter Federführung der EU-Kommission erarbeitet. Dabei gilt der Grundsatz der „comparable stringency“, was bedeutet, dass es durch die Einführung des WLTP zu keiner Zielverschärfung für die Hersteller kommen soll.

Mercedes-Benz ist auf einem guten Weg. In zwei Jahrzehnten seit 1995 sank der Durchschnittsverbrauch der Pkw-Flotte von 9,2 l/100 km (230 g CO<sub>2</sub>/km) auf 5,0 Liter (125 g CO<sub>2</sub>/km) fast um die Hälfte. Schon heute emittieren 68 Modelle von Mercedes-Benz Cars unter 120 g/km. Und 108 Modelle tragen das Effizienzlabel A+ oder A.

## **Schrittmacher bei der Diesel-Technologie**

**Mercedes-Benz ist der Pionier des Dieselmotors – bei Nutzfahrzeugen ebenso wie im Personenwagen. Von seiner Frühzeit bis in die 1970er-Jahre gilt der Diesel als Muster an Effizienz, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit – allerdings auch als eher träge. Zahlreiche Innovationen haben den Dieselmotor in den Folgejahren zum durchzugsstarken Drehmomentwunder gemacht, das zugleich ebenso wirtschaftlich wie sauber ist. Zu den Meilensteinen auf diesem Weg zählen die Turboaufladung, die Vierventiltechnik, die elektronische Steuerung und die Common-Rail-Direkteinspritzung.**

Die Geschichte der Dieselmotoren in Pkw-Modellen bei Mercedes-Benz begann bereits im Jahr 1936. Als erster Hersteller wagte Mercedes-Benz damals den Schritt, mit einem Vierzylinder-Dieselmotor beim Pkw in Serie zu gehen. Der Pioniergeist spiegelte sich in jedem neu entwickelten Motor seiner Zeit wieder. Jeder neue Motor von Mercedes-Benz war ein technologischer Meilenstein: stärker, leiser und sauberer.

Schon früh wurde dabei die Idee verfolgt, Motoren modular aufzubauen, um Kosten zu sparen, Gleichteile zu verwenden und Produktionslinien besser auslasten zu können. Bereits in den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts kamen bei Mercedes-Benz, beispielsweise im Bereich der Dieselmotoren OM 615, OM 616 und OM 617, solche Konzepte zum Einsatz. Verstärkt wurde das bei der Nachfolgebaureihe (OM 601, OM 602 und OM 603), bei der Vier-, Fünf- und Sechszylinder-Dieselmotoren mit einer sehr hohen Anzahl an Gleichteilen entwickelt wurden – Kolben, Pleuel, Vorkammern und Einspritzdüsen waren hier baugleich.

### **Charakterwandel: Diesel mit Fahrspass und Umweltverträglichkeit**

Am deutlichsten belegen Zahlen für die spezifische Leistung den Charakterwandel des Diesels hin zu Fahrspass und Umweltverträglichkeit. So stieg die Leistung pro Liter Hubraum (Literleistung):

- **18 PS/l** (13 kW/l): 1936 im ersten Diesel-Pkw der Welt, dem Mercedes-Benz Typ 260 D mit lediglich 33 kW (45 PS)
- **28 PS/l** (20 kW/l): 1975 im „Strich 8“ (W 115) sind es beim 200 D mit 1.988 cm<sup>3</sup> 40 kW (55 PS)
- **58 PS/l** (43 kW/l): 1995 kommt der 92 kW (125 PS) starke E 220 CDI (W 210) auf den Markt
- **100 PS/l** (72 kW/l): Der brandneue Vierzylinderdiesel schöpft aus 1.950 cm<sup>3</sup> Hubraum in seiner mittleren Leistungsvariante 143 kW (195 PS).

So ist die spezifische Leistung in 80 Jahren um über 500 Prozent gestiegen. Und das ist noch nicht das Ende: Der neue Motor ist auf Leistungen bis 90 kW/l ausgelegt.

Ebenso drastisch entwickelte sich der Anstieg des Drehmoments, dem entscheidenden Faktor für den Durchzug aus niedrigen Drehzahlen. Von 98 Newtonmetern im 170 D von 1949 kletterte es über 113 Nm im 200 D (1975) und 300 Nm im E 220 CDI (1995) auf 400 Nm in der kommenden E-Klasse. Anders ausgedrückt: rund 55 Newtonmeter pro Liter Hubraum von 1949 stehen heute 205 Nm/l gegenüber, fast vier Mal so viel wie damals.

### **Mehr Fahrspass und Umweltverträglichkeit: die wichtigsten Diesel-Innovationen der letzten vier Jahrzehnte**

**1974** präsentiert Mercedes-Benz mit dem 240 D 3.0 (W 115) den ersten Fünfzylinder-Pkw und den bis dato **stärksten Serien-Diesel-Pkw** der Welt: drei Liter Hubraum, 80 PS und 175 Newtonmeter Drehmoment.

**1978** macht die Marke mit dem ersten aufgeladenen Diesel-Serien-Pkw der Welt einen wesentlichen Schritt zum modernen, dynamischen Diesel. Der 300 SD **Turbodiesel** (W 116), dessen Fünfzylinder 115 PS leistet, kommt allerdings nur in den USA auf den Markt. In Deutschland gebührt diese Vorreiterrolle 1980 dem 300 TD Turbodiesel (S 123). Vorausgegangen waren 1978 Versuche mit aufgeladenen Dieselmotoren in den Experimentalfahrzeugen C 111.

**1985** zeigt der 300 SDL (W 126) in den USA, dass der **Dieselpartikelfilter** keine ganz junge Erfindung ist – der erste Serien-Pkw mit dieser Abgasnachbehandlung.

**1993** feiert die **Vierventiltechnik** in Dieselmotoren der Mercedes-Benz C- und E-Klasse (W 202 und W 124) ihre Weltpremiere.

**1995** geht der erste Mercedes-Benz Diesel-Pkw mit **Direkteinspritzung** als E 290 Turbodiesel (W 210) an den Start.

**1997** findet der nächste entscheidende Technologiesprung statt: die Einführung der **Common-Rail-Direkteinspritzung** in Verbindung mit der Vierventiltechnik (W 202). Seither steht diese Technologie ebenso für unübertroffenen wirtschaftlichen Kraftstoffverbrauch wie für eine enorme Steigerung des Drehmoments.

**2000** ist der S 400 CDI (W 221) mit V8-Motor und 184 kW (250 PS) sowie 560 Newtonmeter Drehmoment der **leistungsstärkste Diesel-Pkw** der Welt.

**2003** hat Mercedes-Benz als weltweit erste Automobilmarke die Kombination aus **Dieselpartikelfilter** und **Euro-4-Abgasnorm** im Angebot (W 203 und W 211). Im selben Jahr weist die Vorstellung des ersten synthetischen **Dieselmotors aus Biomasse** – des SunDiesels – in die Zukunft des Dieselantriebs.

**2004** bietet Mercedes-Benz als erste Automobilmarke alle seine Diesel-Pkw **serienmässig** mit **Partikelfilter** und **Abgasnorm Euro 4** an.

**2004** präsentiert Mercedes-Benz ausserdem auf der IAA Nutzfahrzeuge in Hannover einen weiteren Meilenstein: Die neue **BlueTEC Technologie**, mit der Lastwagen und Omnibusse die EU-Richtlinien Euro 4 und Euro 5 frühzeitig erfüllen.

**2006** ist der saubere Diesel mit BlueTEC auch im Pkw-Bereich verfügbar. Erstes Serienmodell ist der E 320 BlueTEC, der im Oktober 2006 auf dem US-Markt debütiert. 2007 folgt mit dem E 300 BlueTEC der erste europäische Diesel-Pkw, der in puncto Abgasqualität auf dem Niveau der besten Benziner liegt.

**2009** erfüllt Mercedes-Benz mit den BlueTEC Modellen mit SCR bereits die Euro-6-Grenzwerte, die für alle Pkw ab September 2015 verbindlich sind.

**2011** hält die mehrfach ausgezeichnete **NANOSLIDE®** Zylinderlaufbahn-technologie Einzug beim V6-Dieselmotor. Vorteile: 4,3 kg weniger Motorgewicht und 3% weniger Verbrauch.

**2012** geht der **E 300 BlueTEC HYBRID** (W 212) als das sparsamste Oberklasse-Modell der Welt an den Start. Sein modulares Diesel-Hybrid-Konzept mit Lithium-Ionen Batterie verlangt keine Einschränkungen des Platzangebots und bietet ein beeindruckendes Fahrerlebnis dank Start/Stop, Rekuperation, Boost-Effekt, rein elektrischem Fahren und Segeln.

**2014** feiern im V6-Dieselmotor des Mercedes-Benz E 350 BlueTEC neue **Hightech-Kolben aus Stahl** Weltpremiere in einem Serien-Pkw. Mit jetzt 190 kW (258 PS) verbraucht die Limousine nur noch 5,1 Liter Dieselkraftstoff auf 100 Kilometer.

## Die wichtigsten Fachbegriffe

**AdBlue®:** wässrige Harnstofflösung, die Stickoxide im Abgas von Dieselfahrzeugen um bis zu 90% reduziert. Durch SCR werden die Stickoxide im Abgasstrang mit Hilfe von AdBlue® in die umweltfreundlichen Bestandteile Stickstoff und Wasser umwandelt.

**AGR (Abgasrückführung):** Die NO<sub>x</sub>-Entstehung wird primär durch die Verbrennungstemperatur beeinflusst. Durch Zuführen eines inerten Gases werden die Maximaltemperaturen im Brennraum abgesenkt und dadurch die NO<sub>x</sub>-Entstehung gemindert. Ein solches inertes Gas ist beispielsweise Abgas, von dem ein kleiner Teil zurück in den Brennraum geleitet wird. Beim OM 654 verwendet Mercedes-Benz eine **Mehrweg-AGR**. Dabei handelt es sich um eine Kombination aus Niederdruck-AGR (die Entnahme erfolgt nach der Abgasnachbehandlung, die Einleitung vor dem Turbolader) und Hochdruck-AGR (die Entnahme erfolgt vor der Turbine des Turboladers und der Abgasnachbehandlung, die Einleitung nach dem Ladeluftkühler und der Drosselklappe). So werden bei allen Betriebspunkten sowohl Stickoxide als auch Partikelbildung schon vor der Abgasreinigung reduziert.

Die Mehrweg-AGR wurde erstmals beim Mercedes-Benz OM 651-Motor für die Fahrzeugbaureihe A-Klasse im A 220 CDI/A 220 d eingesetzt.

**Artemis (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems):** Europäisches Projekt zur breiten statistischen Erfassung des Fahrverhaltens europäischer Autofahrer. Davon abgeleitet wurde der Fahrzyklus **CADC (Common Artemis Driving Cycles)**, der dieses Fahrverhalten für den Rollenprüfstand abbildet, u. a. mit Geschwindigkeiten bis 150 km/h.

**Common Rail:** Alle Zylinder des Diesel-Direkteinspritzers werden hier von einer gemeinsamen Verteilerleitung („common rail“) mit dem Kraftstoff versorgt. In der Hochdruck-Leitung wird ein permanenter Druck von 2.000 bar und mehr erzeugt, der Dieselkraftstoff gespeichert und an die Einspritzdüsen verteilt.

**Dieselpartikelfilter:** Entfernt Russpartikel zu mehr als 95 % aus dem Abgas. Die Russteilchen werden im Dieselpartikelfilter abgeschiedenen und zyklisch verbrannt.

**Lanchester-Ausgleichswellen:** Der Lanchester-Ausgleich besteht aus zwei Ausgleichswellen, die gegenläufig und mit doppelter Kurbelwellendrehzahl rotieren. An ihnen ist je ein Gegengewicht (Unwucht) angebracht, deren gemeinsamer Schwerpunkt sich gegenphasig zum Schwerpunkt der Kolben auf- und abbewegt. Die Ausgleichswellen dienen dazu, die freien Massenkräfte zweiter Ordnung zu beseitigen, die bei Reihenvierzylindern auftreten. Das Ergebnis ist ein vibrationsärmerer Lauf.

**NANOSLIDE®:** innovatives und ökonomisches Verfahren zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Verbrennungsmotoren. Die Zylinderinnenflächen in Aluminium-Kurbelgehäusen werden dabei mit einer extrem dünnen und reibungsarmen Beschichtung versehen. Da insbesondere in Teillastbereichen bis zu 25 Prozent der Kraftstoffenergie zur Überwindung der innermotorischen Reibung genutzt werden, sind mit NANOSLIDE® Verbrauchseinsparungen von mehreren Prozent zu erzielen.

**NEFZ:** Der Neue Europäische Fahrzyklus, eingeführt Mitte der 1990er-Jahre, ist eine standardisierte, rund 20-minütige Abgasmessung auf dem Rollenprüfstand mit einer festgelegten Abfolge von Beschleunigungen und Bremsvorgängen. Zwei Drittel der Zeit wird eine Stadtfahrt simuliert, ein Drittel der Zeit eine Überlandfahrt. Der Kraftstoffverbrauch wird aus der dabei ermittelten Abgasmenge errechnet. Zielsetzung des NEFZ war es, einen Standard zur Überprüfung von Schadstoffemissionsgrenzwerten zu definieren und für den Kraftstoffverbrauch einen herstellerübergreifenden Vergleich zu ermöglichen.

**Piezo-Einspritzung:** Einspritzsystem, dessen Injektoren mit einem Keramikelement ausgerüstet sind. Sie nutzen die Eigenschaft einer Piezo-Keramik, um ihre Kristallstruktur – und damit ihre Dicke – unter elektrischer Spannung nanosekundenschnell zu verändern. Piezo-Einspritzdüsen ermöglichen kleinere und genauer dosierbare Einspritzmengen bei hohen Systemdrücken und arbeiten bis zu drei Mal schneller als Magnetventile.

**RDE:** (ReaDriving Emissions) Abgasmessung im realen Betrieb auf der Strasse. Dazu werden die Fahrzeuge mit mobiler Messtechnik (Portable Emissions Measurement System, PEMS) ausgestattet und die Emissionen (z. B. Stickoxide) im Fahrbetrieb gemessen.

**Schränkung:** Versatz der Kurbelwellen-Längsachse gegenüber der Mittelachse der Zylinder. Die Schränkung hat zwei Vorteile: Die Kolbenseitenkraft im Moment der Zündung wird verringert und das Kurbelgehäuse kann kompakter gebaut werden.

**SCR-Verfahren:** NO<sub>x</sub>-Minderung um bis zu 90% auf Basis der Selective Catalytic Reduction. Das SCR-Verfahren basiert auf der Zugabe des Reduktionsmittels AdBlue<sup>®</sup> in den Abgasstrang. AdBlue<sup>®</sup> ist eine wässrige Harnstofflösung. Beim Einspritzen von AdBlue<sup>®</sup> in das vorgereinigte Abgas wird Ammoniak (NH<sub>3</sub>) freigesetzt, das dann im nachgeschalteten SCR-Kat die Reduktion der Stickoxide zu unschädlichem Stickstoff und Wasser veranlasst.

**sDPF:** Partikelfilter mit Beschichtung zur Verminderung von Stickoxiden durch selektive katalytische Reduktion (siehe SCR)

**Spitzendruck** (auch Zünddruck oder maximaler Gasdruck): ist für die mechanische Beanspruchung des Kurbeltriebes und vor allem des Kolbens, der Lager des Kurbelgehäuses und der Kurbelwelle von ausschlaggebender Bedeutung.

**Stufenmulde:** Ein charakteristisches Merkmal der Kolben von Dieselmotoren mit direkter Einspritzung ist eine Mulde im Kolbenboden, in der der eingespritzte Kraftstoff mit der Luft verwirbelt und vermischt wird. Die Gestaltung als Stufenmulde (anstatt der herkömmlichen Omega-Mulde) hat eine Reihe von Vorteilen, z. B. die sehr gute Luftausnutzung bei geringer Partikelemission und ein höherer Wirkungsgrad durch gesteigerte Brenngeschwindigkeit. Aufgrund der geänderten Strömungsverhältnisse im Brennraum ergibt sich ein geringerer Wärmeabfluss über die Zylinderwand sowie eine gleichmässige Temperaturverteilung am Zylinderkopf und eine Entlastung der hochbeanspruchten Ventilstege. Insgesamt resultieren daraus verringerte Wandwärmeverluste, was ebenfalls zur Wirkungsgradsteigerung beiträgt.

**WLTP:** neues globales Testverfahren (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) zur Messung von Emissionen und Verbrauch. Die Definition des neuen Tests basiert auf umfangreichen realen Fahrdaten aus allen Regionen der Welt. Die Messungen erfolgen zur Sicherstellung von Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit unter klar definierten Randbedingungen auf dem Rollenprüfstand. Der neue Testzyklus unterscheidet sich vom NEFZ vor allem durch dynamischere Fahrprofile mit höheren Geschwindigkeiten, eine längere Strecke und Prüfdauer sowie fahrzeugspezifische Schaltepunkte. Grosse Änderungen ergeben sich darüber hinaus aus geänderten Randbedingungen bei Testtemperaturen, Berücksichtigung von Sonderausstattungen, Ermittlung der Fahrwiderstände und Fahrzeugtestgewichten. Die Europäische Kommission strebt die Einführung des WLTP ab September 2017 an.

**Zylinderabstand:** Mass zwischen den Mitten zweier benachbarter Zylinder. Bestimmt einerseits die Baulänge des Kurbelgehäuses, begrenzt andererseits die maximale Bohrung der einzelnen Zylinder.