

## **Kompakt, leicht und drehmomentstark: Neuer V6-Motor setzt die große Diesel-Tradition der Marke Mercedes-Benz fort**

- Nachfolger der bisherigen Reihenmotoren mit fünf und sechs Zylindern
- Leistungsplus von bis zu 38 Prozent bei vorbildlicher Wirtschaftlichkeit
- Beste Drehmomentcharakteristik in dieser Hubraumklasse
- Common-Rail-Einspritzung der dritten Generation mit Piezo-Injektoren

### **Stuttgart, 16.12.2004**

Als vor genau 70 Jahren, im November 1934, bei der Daimler-Motoren-Gesellschaft im Werk Gaggenau der weltweit erste Pkw-Dieselmotor erfolgreich erprobt wurde und im Februar 1936 im Mercedes-Benz 260 D Weltpremiere feierte, ahnten nur wenige, welche Bedeutung diese Antriebstechnologie auch für Personenwagen erlangen wird.

Seitdem hat Diesel-Pionier Mercedes-Benz die Technik des Selbstzünders konsequent weiterentwickelt und verbessert. Sternstunden dieser Art waren zum Beispiel der erste Pkw-Turbodieselmotor im Mercedes-Benz 300 SD (1977), die Weltpremiere der Vierventiltechnik (1997), die ersten Diesel-Limousinen mit Partikelfiltersystem im US-Bundesstaat Kalifornien (1984), die Common-Rail-Direkteinspritzung (1997), der leistungsstärkste Pkw-Dieselmotor im S 400 CDI (2000) und der wartungsfreie Dieselpartikelfilter (2003), den die Stuttgarter Automobilmarke mittlerweile in 20 Modellen anbietet.

Diese traditionsreiche Erfolgsstory setzt Mercedes-Benz im Frühjahr 2005 fort: Nach rund 40-monatiger Entwicklungs- und Erprobungszeit geht ein neuer CDI-Sechszylinder in Serie, der alle aktuellen und zukunftsweisenden Technologien der Dieselmotoren-Entwicklung vereint - von der Mechanik über die Thermo- und Strömungsdynamik bis zum elektronischen Motormanagement und zur Abgasreinigung. Das garantiert Spitzenleistungen in puncto Leistungs- und Drehmomentcharakteristik, Wirtschaftlichkeit, Abgas-Emissionen und Laufruhe.

Eine weitere Besonderheit: Der neue CDI-Sechszylinder ist das erste und einzige Dieselmotortriebwerk, das in Kombination mit einem Siebengang-Automatikgetriebe lieferbar ist - ein Vorteil, der hinsichtlich Agilität und Kraftstoffverbrauch weitere Pluspunkte erwarten lässt.

Die wichtigsten Merkmale des neuen Mercedes-Dieselmotors in Stichworten:

- Sechs Zylinder in V-förmiger Anordnung
- Kurbelgehäuse aus Aluminium mit eingegossenen Grauguss-Laufbuchsen
- Common-Rail-Einspritzung der dritten Generation mit Piezo-Injektoren
- Vierventiltechnik mit zwei Nockenwellen je Zylinderbank
- Abgasturbolader mit elektrisch verstellbaren Leitschaufeln
- Verbrennungs-Spitzendruck von bis zu 180 bar
- Abgasrückführung (AGR) mit elektrisch geregeltem Ventil
- Elektrisch geregelte Drosselung der Ansaugluft
- Drallsteuerung durch elektrisch geregelte Einlasskanalabschaltung
- Schnellglühanlage

Die wichtigsten Daten des V6-Motors im Überblick:

<b>Zylinderanordnung</b>	V6
<b>Zylinderwinkel</b>	72°
<b>Ventile pro Zylinder</b>	4
<b>Hubraum</b>	2987 cm <sup>3</sup>
<b>Bohrung/Hub</b>	83/92 mm
<b>Zylinderabstand</b>	106 mm
<b>Verdichtungsverhältnis</b>	18 : 1
<b>Leistung</b>	165 kW/224 PS bei 3800/min
<b>Max. Drehmoment</b>	510 Nm bei 1600-2800/min*

\*in Verbindung mit 7G-TRONIC

## Diesel-Fahrspaß in neuer Dimension

Ab März 2005 wird der neue V6 die bisherigen Reihenmotoren mit fünf und sechs Zylindern ablösen. Das bedeutet einen beachtlichen Gewinn an Leistung, Komfort und Fahrspaß. Denn mit 165 kW/224 PS Leistung übertrifft das neue Triebwerk den bisherigen Fünfzylindermotor um bis zu 38 Prozent und den Reihensechszylinder um neun Prozent. Das maximale Drehmoment steigt in Verbindung mit der 7G-TRONIC auf 510 Newtonmeter und ist zwischen 1600 und 2800/min verfügbar. Mit diesem Drehmomentverlauf ist der neue Mercedes-V6 anderen Dieselmotoren dieser Hubraumklasse deutlich überlegen.

Der hohe Diesel-Fahrspaß, den der Sechszylinder bietet, macht sich vor allem durch bessere Agilität beim Beschleunigen und vorbildliche Elastizität bei Zwischenspurts bemerkbar. Mehr noch: Dank modernster Motortechnik vermindert sich der Partikelaußstoß unter 0,025 Gramm pro Kilometer und entspricht damit auch ohne Dieselpartikelfilter den strengen EU4-Vorschriften. Der Kraftstoffverbrauch der mit dem neuen V6-Dieselmotor ausgestatteten Mercedes-Personenwagen bleibt dennoch auf dem bekannt vorbildlichen Niveau.

In Deutschland, Österreich, Schweiz und Niederlande stattet Mercedes-Benz den neuen Sechszylinder-Dieselmotor serienmäßig mit einem wartungsfreien Partikelfiltersystem aus, das die Emissionen von Rußteilchen nochmals reduziert.

## Leistungsgewicht um 20 Prozent gesteigert

Mehr Leistung, höheres Drehmoment, geringere Abgas-Emissionen - diesen Hauptzielen ihrer Entwicklungsarbeit näherten sich die Mercedes-Ingenieure auf verschiedenen Wegen. Beispiel Leichtbau: Durch intelligente Werkstoffauswahl und neuartige Herstellungsverfahren verringert sich das DIN-Gewicht auf rund 208 Kilogramm und liegt damit auf dem Niveau des Reihenfünfzylinders. Das Leistungsgewicht des V6-Motors beträgt 0,79 kW/kg - das sind über 20 Prozent mehr als bei den Vorgängermotoren.

Weltweit erstmals hat Mercedes-Benz ein Dieselmotor mit Aluminium-Kurbelgehäuse und eingegossenen Grauguss-Laufbuchsen entwickelt. Es bringt nur 41 Kilogramm auf die Waage und ist damit einer der Protagonisten des Leichtbaukonzepts. Aus Aluminium bestehen unter anderem auch die Zylinderköpfe, die Zylinderkopfhäuben, die Kolben, die Wasserpumpe, die Ölwanne und der Ladedruckverteiler. Auch Kunststoff trägt zur Gewichtseinsparung bei. Komponenten der Frisch- und Ladeluftführung, der Dämpferfilter und die Abschirmung des Triebwerks bestehen aus Kunststoff.

Eine ebenfalls neu entwickelte Ventilsteuerung vermindert die Reibung und reduziert die sich bewegenden Massen: Die 24 Ein- und Auslassventile werden pro Zylinderbank von jeweils einer oben liegenden Nockenwelle über Rollenschlepphebel mit hydraulischem Ventilspielausgleich gesteuert. Den Antrieb der Nockenwellen übernimmt eine bewährte Doppelhülse-Kette; in den Kettentrieb sind auch die Ausgleichswelle und die Hochdruckpumpe der Kraftstoffeinspritzung integriert.

Die Lager der Nockenwellen sind direkt in die Zylinderköpfe und die Zylinderkopfhauben integriert. Dieses neue Konzept ist nicht nur Platz sparend, sondern bietet auch akustische Vorteile.

### **Kompakte Abmessungen dank neuartigem „One-Box-Konzept“**

Dank eines neu entwickelten „One-Box-Konzepts“ zählt der V6-Motor weltweit zu den kompaktesten Dieselmotoren seiner Hubraumklasse. „One-Box-Konzept“ bedeutet, dass der Motor samt seiner Komponenten und Nebenaggregate eine kompakte Einheit bildet. Auch die komplette Luftfilteranlage ist direkt am Motor befestigt und beansprucht somit keinen zusätzlichen Bauraum. Das vereinfacht die Montage und Applikation des Motors auch in Mercedes-Modellreihen und Varianten mit Allradantrieb, für die bisher kein Sechszylinder-Dieselmotor angeboten wurde. Mit anderen Worten: Der neue V6 ist noch kompakter als der bisherige Reihenfünfzylinder.

Der neue CDI-Sechszylinder wäre kein Mercedes-Motor, wenn er neben modernem Leichtbau, kompakten Abmessungen und reibungsarmem Ventiltrieb nicht auch in puncto Steifigkeit, Schwingungsverhalten und Langzeithaltbarkeit den strengen Maßstäben der Stuttgarter Automobilmarke entspräche. Berechnungen und Computersimulationen lieferten den Stuttgarter Ingenieuren wertvolle Hinweise und halfen, die anspruchsvollen Ziele zu erreichen. Ein Blick ins Innere des V6-Motors:

- Die geschmiedete Kurbelwelle rotiert in vier Lagern, die gegenüber dem Reihensechszylinder um jeweils fünf Millimeter vergrößert wurden - eine Maßnahme im Interesse des Schwingungskomforts. Die Radien der Hubzapfen sind gewalzt und zeichnen sich deshalb durch hohe Festigkeit aus. Die Biege- und Torsionssteifigkeit der Kurbelwelle übertrifft die Werte der Vorgängermotoren um mehr als das Doppelte.
- Die Pleuel bestehen ebenfalls aus geschmiedetem Stahl. Ihr Gewicht haben die Mercedes-Ingenieure durch eine neue Legierung und durch geometrische Verbesserungen weiter optimiert.
- Die sorgfältige Gestaltung der Brennraum-Geometrie, zu der auch die präzise berechneten Mulden in den Kolbenböden gehören, optimiert den Verbrennungsprozess und trägt damit nachhaltig dazu bei, die Rohemissionen des Motors zu verringern.
- Die freien Schwingungsmomente, die bei einem V6-Motor prinzipbedingt auftreten, kompensiert eine Ausgleichswelle zwischen den Zylinderbänken. Sie rotiert mit der Drehzahl der Kurbelwelle, allerdings in entgegengesetzter Drehrichtung.

### **Wärmetauscher für Ölkühlung, Heizung und Abgasrückführung**

Für den Antrieb der Ölpumpe setzen die Mercedes-Ingenieure eine separate Rollenketten ein. Die effiziente und akustisch vorteilhafte Außenzahnradpumpe fördert das Öl über einen großvolumigen Hauptstrom-Ölfilter zum Öl-Wasser-Wärmetauscher, der seinen Platz zwischen den Zylinderbänken hat. Die hohe Leistung des Wärmetauschers von 15 kW gewährleistet, dass die Öltemperatur selbst bei extremer Belastung des Motors nicht über 130 Grad Celsius steigt. Der Tunnel der Ausgleichswelle dient gleichzeitig als Hauptölkanal - von hier fließt das Schmiermittel zu den Hauptlagern, in die Zylinderköpfe und zu den Kolbenspritzen, die sich bei einem bestimmten Öldruck automatisch öffnen und die Kolben mit Öl kühlen.

Das Kernstück der Wasserkühlung ist eine mittels Riemen angetriebene Pumpe am Kurbelgehäuse. Sie arbeitet als Doppelspiralpumpe und drückt das Kühlmittel von vorne in die Zylinderbänke des Kurbelgehäuses, wo es durch spezielle Bohrungen in der Zylinderkopfdichtung hauptsächlich zur Auslassseite gelangt. Die Kühlung funktioniert thermostatgesteuert nach dem so genannten Querstromkonzept.

Der Kühlvolumenstrom für den Öl-Wasser-Wärmetauscher stammt aus dem rechten Kurbelgehäuse; der Kühler der Abgasrückführung (AGR) und der Heizungswärmetauscher werden aus dem linken Zylinderkopf mit dem Kühlmittel versorgt. Damit ist der Kühlkreislauf so ausgelegt, dass unter allen Last- und Drehzahlzuständen eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet wird. Vor allem an den Ventilstegen, im Bereich der Injektorschächte der Zylinderköpfe, im Öl-Wasser-Wärmetauscher sowie im AGR-Kühler werden hohe Strömungsgeschwindigkeiten erreicht. Das ermöglicht gute Wärmeübergänge.

## **Turbolader mit variabler Turbinen-Geometrie**

Die Luft zum Atmen bezieht der neue V6-Dieselmotor aus einem VNT-Turbolader (Variable Nozzle Turbine). Diese Technik schafft eine wichtige Voraussetzung, um bereits bei niedrigen Drehzahlen kraftvolles Drehmoment und hohe Leistung zu erzielen. VNT-Turbolader können den Winkel ihrer Leitschaufeln dank elektrischer Steuerung schnell und präzise je nach Motorbetrieb verstellen und somit die größtmögliche Abgasmenge für die Komprimierung der Ansaugluft und den Aufbau des Ladedrucks nutzen. Bei niedriger Motordrehzahl verringern die Leitschaufeln den Strömungsquerschnitt und der Ladedruck steigt; bei hohen Motordrehzahlen wird der Querschnitt hingegen vergrößert und die Drehzahl des Turboladers nimmt ab. Bessere Zylinderfüllung und damit höheres Drehmoment sind das Resultat der variablen, bedarfsgerechten Turboladersteuerung. Zudem ermöglicht die elektrische VNT-Technik ein präzises Zusammenspiel mit anderen Akteuren, die sowohl für die Verringerung der Rohemissionen als auch für die Abgasnachbehandlung zuständig sind.

Dem Abgasturbolader ist ein Ladeluftkühler nachgeschaltet, der die Temperatur der komprimierten und erwärmten Luft um bis zu 95 Grad Celsius senkt, sodass ein größeres Luftvolumen in die Brennräume gelangen kann. Hinter dem Ladeluftkühler ist auch eine elektrisch geregelte Klappe angeordnet, mit der sich das V6-Triebwerk gezielt drosseln lässt, wenn die Abgasrückführung im Einsatz ist. Mithilfe dieser elektrisch gesteuerten Regelklappe gelingt eine sehr präzise Mengenregelung und Mischung des zur Verbrennungsluft rückgeführten Abgases. Zur Optimierung der rückgeführten Abgasmenge wird das Abgas in einem leistungsstarken Wärmetauscher deutlich abgekühlt. Zusammen mit den in die Frischluftführung integrierten HFM-Modulen (Heiß-Film-Luftmassenmessung), die das Motorsteuergerät mit exakten Informationen über die aktuelle Frischluftmasse versorgen, vermindern sich auf diese Weise die Stickoxid-Emissionen deutlich.

Anschließend strömt die Verbrennungsluft in das Ladeluft-Verteilermodul, von dem jeder Zylinder gleichmäßig versorgt wird. Integraler Bestandteil des Verteilermoduls ist eine elektrisch gesteuerte Einlasskanalabschaltung, mit deren Hilfe sich der Einlasskanal-Querschnitt jedes Zylinders stufenlos reduzieren lässt. Dadurch verändert sich der Drall der Verbrennungsluft, sodass in jeder Last- und Drehzahlsituation eine für Verbrennung und Abgas-Emissionen optimale Einstellung der Ladungsbewegung in den Zylindern gewährleistet ist.

## **Piezo-Keramik für fein dosierte und mikrosekundenschnelle Einspritzung**

Mit dem neuen V6-Dieselmotor geht bei Mercedes-Benz die dritte Generation der bewährten Common-Rail-Direkteinspritzung in Serie. Das bedeutet: Injektoren, Hochdruckpumpe und elektronische Motorsteuerung arbeiten noch leistungsfähiger, sodass sich Kraftstoffverbrauch, Abgas-Emissionen und Verbrennungsgeräusche abermals verringern.

Statt der bisherigen Magnetventile sind die Injektoren mit so genannter Piezo-Keramik ausgestattet, deren Kristallstruktur sich unter elektrischer Spannung mikrosekundenschnell verändert. Diesen von den Brüdern Pierre und Jacques Curie im Jahre 1880 entdeckten Effekt nutzen die Motoren-Entwickler aus, um die Düsenadel an der Injektorspitze mit einer Präzision von nur wenigen Tausendstel Millimetern zu heben und dadurch den Kraftstoff besonders fein einzuspritzen. Mehr noch: Piezo-Injektoren sind deutlich leichter und arbeiten doppelt so schnell wie die herkömmlichen Magnetventile. Bei einer Ansprechzeit von nur 0,1 Millisekunden lässt sich die Kraftstoffeinspritzung noch genauer an die jeweilige Last- und Drehzahlsituation anpassen, was sich günstig auf Emissionen, Verbrauch und Verbrennungsgeräusch auswirkt.

Die Zahl der Kraftstoffeinspritzungen pro Arbeitstakt steigt dank der Piezo-Technik von bisher drei auf fünf.

Auch die anderen Komponenten der Common-Rail-Technik und den Einspritzvorgang haben die Mercedes-Ingenieure weiterentwickelt:

- Die hydraulisch optimierten Injektordüsen verfügen über acht Spritzlöcher (bisher: sieben). Das bewirkt eine noch feinere Verteilung des Kraftstoffs in den Brennräumen sowie eine bessere Gemischbildung.
- Die sauggeregelte Hochdruckpumpe arbeitet mit einem maximalen Einspritzdruck von 1600 bar.

- Die von Mercedes-Benz entwickelte Piloteinspritzung, die für einen weicheren Brennverlauf sorgt und dadurch das Arbeitsgeräusch des Motors hörbar verringert, erfolgt beim neuen V6-Motor zweimal hintereinander. Innerhalb von weniger als einer Millisekunde strömen kleine Pilotmengen Kraftstoff ein und bewirken eine noch bessere Vorwärmung der Brennräume.
- Um die Rußteilchen im Partikelfilter abzubrennen, erfolgt bei Bedarf eine doppelte Kraftstoff-Nacheinspritzung.

### **Elektronisches Motormanagement der neuesten Generation**

Über den Verbrennungsprozess führt ein ebenfalls neu entwickeltes elektronisches Steuergerät Regie, das via Datenbus in ständigem Kontakt mit anderen Mikro-Computern steht und so stets über die jeweilige Fahrsituation informiert ist. Das Aufgabenspektrum des Motorsteuergeräts umfasst unter anderem folgende Funktionen:

- Common-Rail-Einspritzung
- Förderregelung der Hochdruckpumpe
- Drehzahlbegrenzung
- Schubabschaltung
- Kraftstoffpumpe
- Luftversorgung
- Antriebssteuerung
- Diagnose

Ein separates Daten-Netzwerk verbindet die Motorsteuerung mit dem Generator und dem Glühsteuergerät, dem Kernstück einer neuartigen Schnellstart-Glühanlage. Mit ihrer Hilfe verkürzt sich das Vorglühen des Dieselmotors auf die Dauer eines Augenblicks, sodass der Selbstzünder nunmehr auch in diesem Punkt dem Benzinmotor ebenbürtig ist.

### **Abgasreinigung mit zwei Katalysatoren und serienmäßigem Partikelfilter**

Zwei Oxidationskatalysatoren reinigen die Abgase des neuen Mercedes-Dieselmotors. Einer fungiert als so genannter Startkatalysator und ist dank seiner motornahen Position bereits kurz nach dem Kaltstart betriebsbereit. Diesem Start-Kat ist ein größerer Hauptkatalysator nachgeschaltet. Aufgabe der Oxidationskatalysatoren ist es, Kohlenmonoxid und unverbrannte Kohlenwasserstoffe durch chemische Bindung an Sauerstoff (Oxidation) umzuwandeln.

Allein mit dieser leistungsfähigen Abgasnachbehandlung und den aufwändigen innermotorischen Maßnahmen erfüllt der V6-Dieselmotor die strengen EU4-Abgaslimits. Zur weiteren Verringerung der Abgas-Emissionen kombiniert Mercedes-Benz den neuen Sechszylinder in Deutschland serienmäßig mit einem wartungsfreien Partikelfiltersystem, das den Partikelaußstoß nochmals deutlich verringert. Der Filter regeneriert sich ohne Zusatzstoffe und bleibt damit über eine sehr hohe Laufleistung wirksam.

Ähnlich wie die Katalysatoren ist auch der Diesel-Partikelfilter in Längsrichtung von einer Vielzahl rechteckiger Kanäle durchzogen. Im Gegensatz zum Katalysator sind diese Kanäle beim Partikelfilter an ihren Vorder- und Rückseiten jedoch verschlossen. Die einströmenden Abgase müssen sich deshalb ihren Weg durch die porösen Zwischenwände suchen. Dabei lagern sich die im Abgas enthaltenen Rußpartikel im Filter ab und werden von dem Filtermaterial zurückgehalten.

Da nur eine begrenzte Menge dieser Kohlenstoffteilchen aufgenommen wird, ist von Zeit zu Zeit eine Regeneration des Partikelfilters erforderlich. Die dafür erforderliche Abgastemperatur von mehr als 550 Grad Celsius wird durch Aufheizung des Abgasstroms bei höheren Motordrehzahlen oder durch eine bedarfsgerechte Anpassung verschiedener Motorfunktionen erreicht; sie werden je nach Druck und Temperatur der Abgase am Partikelfilter gesteuert.

Die variable Common-Rail-Technik der dritten Generation leistet dabei einen wichtigen Beitrag, denn sie ermöglicht je nach Fahrbetrieb und Filterzustand kurzzeitige Kraftstoff-Nacheinspritzungen, um die Abgastemperatur gezielt zu erhöhen. So brennen die im Filter eingelagerten Partikel kontrolliert ab, ohne dass der Autofahrer oder andere Verkehrsteilnehmer etwas davon bemerken.