

Dritte Generation des V12-Motors von BMW

Direkteinspritzung plus Valvetronic mal zwölf

Im BMW 760i kommt ein neuer V12-Leichtmetall-Benzinmotor zum Einsatz, den BMW auf allen Weltmärkten ohne länderspezifische Anpassungen anbietet. Dank der Kombination von Valvetronic und Direkteinspritzung ist das Triebwerk in Bezug auf Leistungscharakteristik und Verbrauchsverhalten mustergültig.

Zwölf Zylinder, auf zwei im 60°-V-Winkel angeordnete Reihen verteilt, stellen hinsichtlich Schwingungsverhalten ein physikalisches Optimum dar. Keine freien Massenkräfte und -momente stören den Motorlauf. Ebenfalls keine freien Kräfte und Momente der ersten und zweiten Ordnung weisen von den heute anzutreffenden Bauformen ausser dem 60°-V12 nur 6-Zylinder-Reihen- und Boxer-motoren auf. Charakteristisch für die dritte Generation der BMW-12-Zylinder-Triebwerke sind die Benzindirekteinspritzung und die variable Ventilsteuerung mit Valvetronic und Vanos.

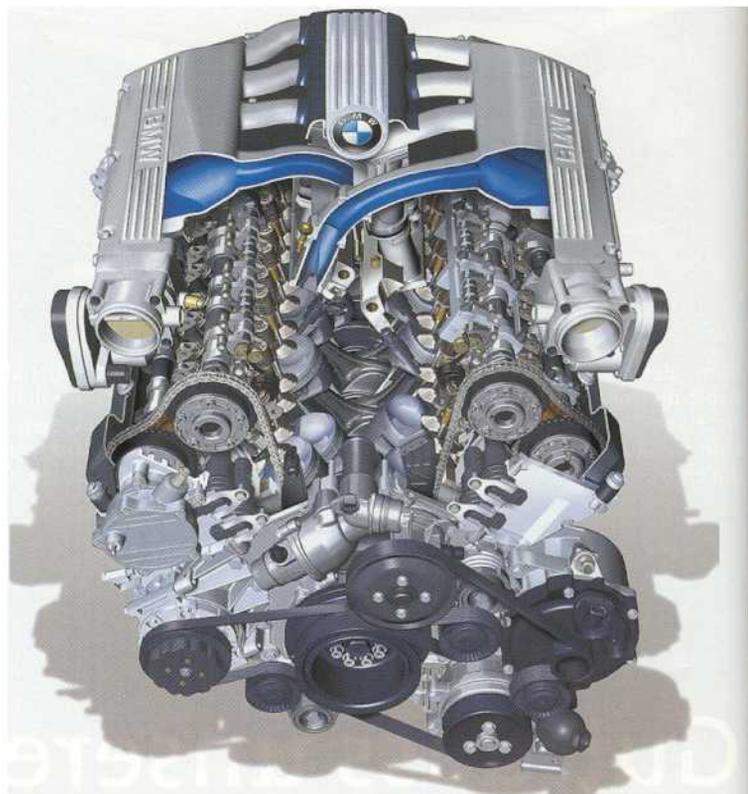
In seinem Aufbau ist der Leichtmetall-V12 nahe verwandt mit dem vor kurzer Zeit eingeführten V8. Das Open-deck-Kurbel-

gehäuse besteht aus einer hoch Silizium-haltigen Aluminium-Legierung - Alusil genannt - und kommt ohne Zylinderlaufbüchsen aus. Die Nachbearbeitung der Zylinderbohrungen erfolgt durch Freilegungshonen. Bei diesem sogenannten Sonnen-Honverfahren, das nur mit speziellen Bearbeitungsmaschinen möglich ist, wird mit einer weichen Aluminium-Leiste der Aluminium-Anteil an den Zylinderwandungen abgetragen, so dass die Silizium-Kristalle der Alusil-Legierung freigelegt werden.

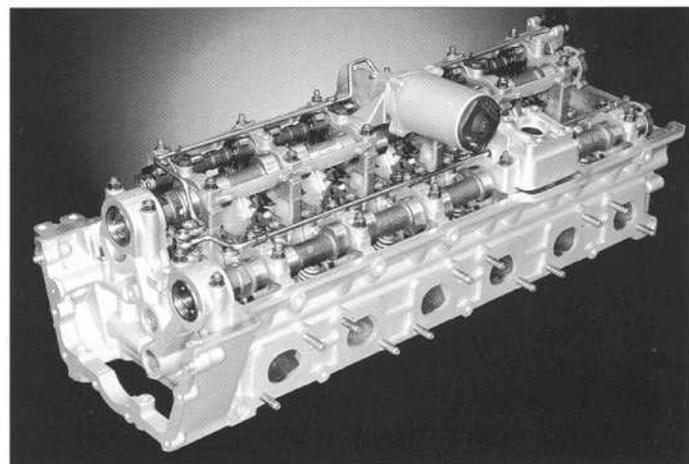
Die siebenfach gelagerte Kurbelwelle aus geschmiedetem Stahl weist eine 120°-Kröpfung auf, die geschmiedeten Stahl-Pleuel sind gecrackt. Kolben und Ölwanne und natürlich auch die Zylinderköpfe bestehen aus Aluminium, während die nur 7 kg schwere Sauganlage und die Ventildeckel aus Magnesium gefertigt sind.

Stöchiometrisches Gemisch

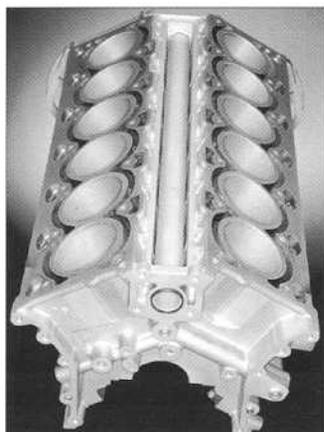
Anders als bei den meisten neuen Otto-Direkteinspritzern verbrennt der BMW-V12 im gesamten Drehzahl- und Lastbereich stöchiometrisches Gemisch und kommt deshalb mit konventionellen 3-Wege-Katalysatoren und einem Sekundärluftsystem zur Abgasreinigung aus.



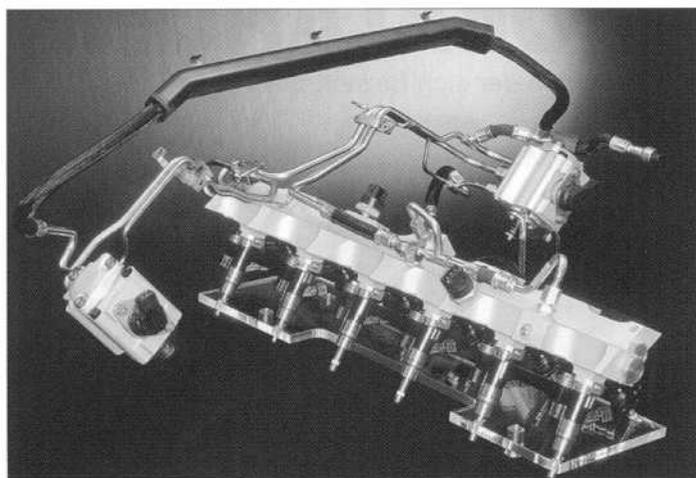
Erstmals ist im Modell 760i ein 12-Zylinder-Grossserienmotor mit Benzin-Direkteinspritzsystem bestückt.



Die Valvetronic-Bauteile Elektromotor, Exzenterwelle und Zwischenhebel machen den Leichtmetall-Zylinderkopf höher. Die kettengetriebenen Nockenwellen sind hohl gegossen.



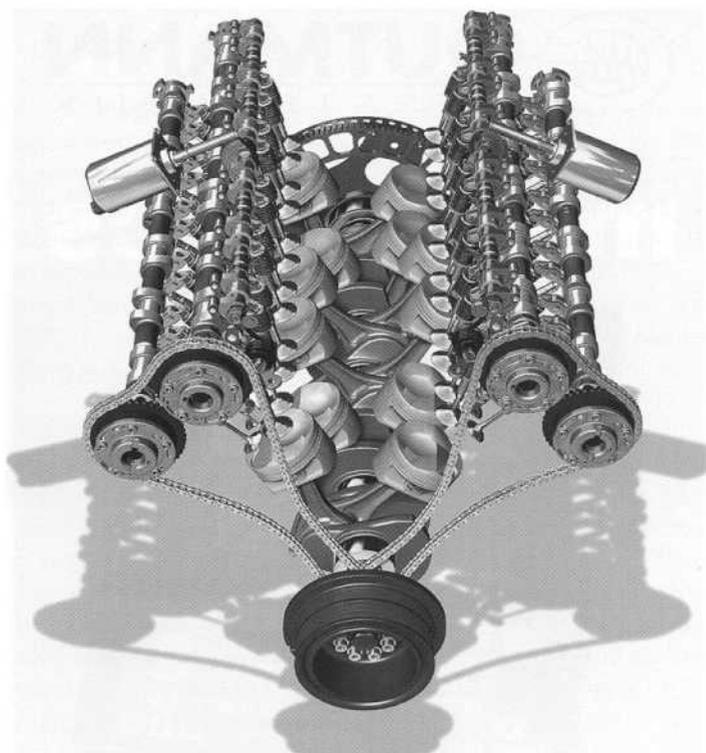
Zwei 6er-Open-deck-Zylinderreihen



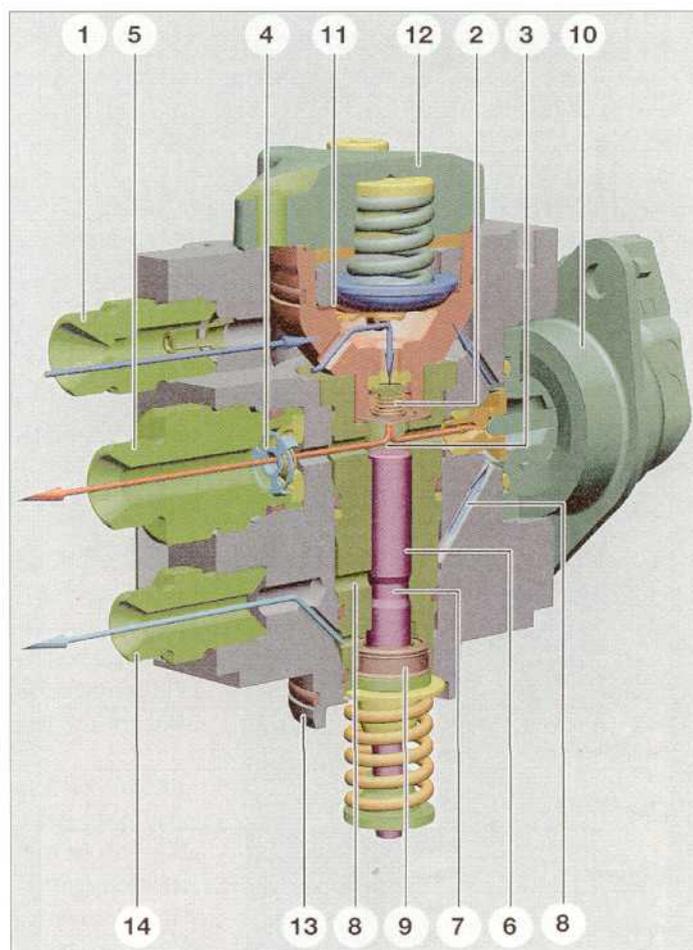
Die Otto-DI-Anlage verfügt über je eine Hochdruckpumpe pro Zylinderbank.

Die Direkteinspritzung dient in erster Linie der Verbesserung des Drehmoment- und Leistungsverhaltens durch innere Kühlung. Auf Grund der Abkühlung des Gemisches durch den verdampfenden Benzinnebel während des Verdichtungsaktes ergibt sich eine bessere Füllung des Zylinders und damit eine Drehmomentsteigerung. Die sechs Einspritzdüsen pro Zylinderbank sind unterhalb der Einlasskanäle angeordnet. Sie werden von einem gemeinsamen Speichervolumen – der Common Rail – versorgt, in dem zwei Pumpen, die von den Auslassnockenwellen angetrieben werden, für einen Druck zwischen 50 und 120 bar sorgen. Sechs Klopfensensoren gewährleisten trotz sehr grossem Verdichtungsverhältnis den sicheren Betrieb im Bereich hoher

Drehzahlen und Lasten. Für verbrauchsoptimierten Teillastbetrieb sorgt die von den Reihenmotoren übernommene variable Ventilsteuerung Valvetronic, die in der Lage ist, den Hub der Einlassventile zwischen 0,30 und 9,85 mm zu variieren. Damit benötigt der Motor zur Leistungsregelung keine Drosselklappen mehr. Trotzdem verfügt jede Zylinderreihe über eine Drosselklappe. Dieser fällt die Aufgabe zu, die Luftmenge während des Motorstartvorganges und im Leerlauf zu regulieren. Ausserdem erzeugen die Drosselklappen den Unterdruck, der für die Absaugung der Blow-by-Gase aus dem Kurbelgehäuse und der Treibstoffdämpfe aus dem Aktivkohlefilter benötigt wird. Auch für den Notfall sind die Klappen vorgesehen: Sie übernehmen ihre traditionelle



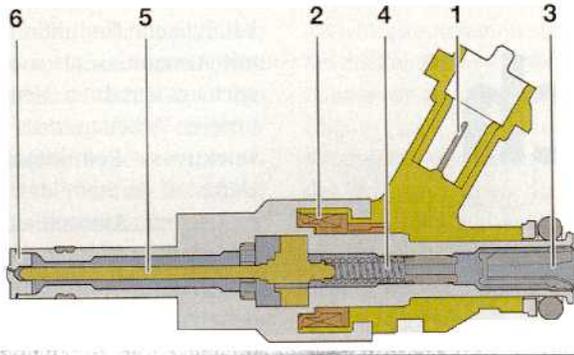
Vanos-Verstelleinheiten für jede der vier kettengetriebenen Nockenwellen



Bauteile der Hochdruckpumpe der Direkteinspritzanlage. 1 Anschluss Vorlaufleitung – 2 Einlassventil – 3 Hochdruckarm – 4 Auslassventil – 5 Anschluss Hochdruckleitung – 6 Pumpenkolben – 7 Ringnut – 8 Verbindung zum Vorlaufbereich – 9 Dichtring – 10 Mengensteuventil – 11 Membrane – 12 Druckdämpfer – 13 Antrieb-Anschlussflansch mit Dichtring – 14 Anschluss Leckageleitung

TECHNISCHE DATEN

Motortyp	N73B60
Zylinderzahl/Bauart/Anz. Ventile	12 / V-60° / 48
Bohrung / Hub [mm]	89 / 80
Hubraum [cm ³]	5972
Verdichtungsverhältnis	11,5 : 1
Zylinderabstand/Stegbreite [mm]	98 / 9
Motorsteuerung	Bosch MED 9.2.1
Zündreihenfolge	1-7-5-11-3-6-12-2-8-4-10
Ventilhub Einlass / Auslass [mm]	0,30...9,85 / 9,7
Motorgewicht [kg]	280
Maximale Leistung [kW bei 1/min]	327 / 6000
Spezifische Leistung [kW/l]	54,6
Max. Drehmoment [Nm bei 1/min]	600 / 3900
Spezifisches Drehmoment [Nm/l]	100,5



Hochdruck-Einspritzventil im Schnitt. 1 elektrischer Anschluss – 2 Magnetspule – 3 Treibstoffanschluss – 4 Druckfeder – 5 Düsennadel – 6 Ein-Loch-Düse

Funktion, falls das Valvetronic-System ausfällt.
Weil die Drosselklappen im normalen Fahrbetrieb stets voll offen stehen, musste eine zusätzliche Vakuumpumpe für die Unterdruckversorgung des Bremskraftverstärkers integriert werden.

Zum Valvetronic-System gehören auch die vier Vanos-Verstellmechanismen an den Nockenwellen. Auf der Einlassseite beträgt der Verstellbereich der Nockenwellen 63°Kw, auf der Auslassseite 60°Kw. Die Verstellungen erfolgen in jeweils 300 ms. Wie der V8 verfügt auch der V12 über ei-

nen Ölqualitätssensor, mit dessen Informationen der Rechner die Wechselintervalle für das Motorenöl bestimmt. Im Durchschnitt werden Servicearbeiten nach 30000 km fällig; unter günstigen Verhältnissen sind jedoch Intervalllängen bis 40000 km möglich.

Zur Geschichte des BMW-V12

1982 begann BMW mit der Entwicklung eines V12-Motors auf der Basis der Reihensechszylinder. Fünf Jahre später präsentierten die Münchner im 750i dann den ersten «neuzzeitlichen» V12, nachdem Horch und Maybach schon in den 30er-Jahren mit derartigen Hubraumriesen angetreten waren.

Bei 5 l Hubraum leistete der erste BMW-V12 im Maximum

220 kW und gab ein Höchst Drehmoment von 450 Nm ab. Mit der zweiten Generation der 7er-Reihe erschien auch der V12 in stark überarbeiteter Form. Sein Hubraum stieg auf 5,4 l, die Maximalleistung auf 240 kW und das höchste Drehmoment auf 490 Nm. Modifizierte Versionen dieses Motors kamen auch erfolgreich in Rennwagen zum Einsatz: 1995 und 1999 errangen sie Le-Mans-Siege. Auf der andern Seite der Entwicklungsskala entpuppte sich der V12 auch als zuverlässiger Verwerter von flüssigem Wasserstoff. 2001 lief die Produktion der alten V12-Motoren aus. Seit Frühjahr 2003 wird nun die dritte Generation hergestellt.

sha

LEICHTBAU-WERKSTOFFVERBUND

Magnesium-Teile aus dem Technologiezentrum Landshut

Magnesium ist mit einer Dichte von 1,81 g/cm³ deutlich leichter als Aluminium (2,68 g/cm³) und Stahl (Eisen: 7,87 g/cm³). Allerdings weist es auch gravierende Nachteile auf, besonders die mangelnde Festigkeit beziehungsweise die grosse Neigung zum Kriechen bei hohen Temperaturen, die Korrosionsanfälligkeit und die mangelnde Feuerfestigkeit. Trotzdem kam Magnesium

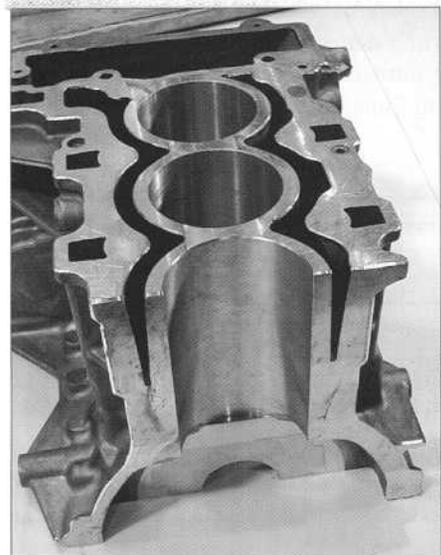
schon vor vielen Jahren im Automobilbau zum Einsatz: Das Getriebegehäuse des VW Käfer bestand früher aus diesem Metall; heute sind es die Sitzgestelle, die Armaturenräger, die Lenkradskelette, die Saugrohrgehäuse und die Zylinderkopfdeckel zahlreicher Fahrzeuge, die aus Magnesium gefertigt werden.

Bei BMW soll das Material nun auch im Kurbelgehäuse Verwendung finden. Dabei umschliesst eine neu entwickelte Magnesium-Legierung den inneren Teil mit Zylinderlaufbüchsen und Kühlwassermantel, den sogenannten Aluminium-Insert. Dieser nimmt auch die Zylinderkopf- und Kurbelwellenlagerschrauben auf. Im unteren Gehäuseteil, der ebenfalls aus Magnesium gefertigt ist, sind Sinterstahl-Einleger für die Aufnahme der Kurbelwellenlagerung eingegossen.

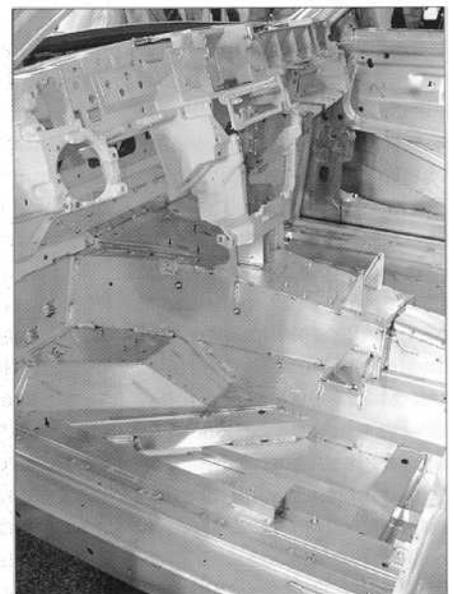
Gusstechnisch stellte das Verbund-Kurbelgehäuse wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung der Werkstoffe Magnesium und Aluminium eine grosse Herausforderung für die Ingenieure dar. Der vollautomatische Herstellungsprozess für das Leichtbau-Kurbelgehäuse wird derzeit auf einer Pilotanlage im Druckgusstechnikum des Landshuter Innovations- und Technologiezentrums (LITZ) für den kom-

menden Serieneinsatz optimiert. Der Start zur Serienfertigung in der riesigen Druckgussmaschine dürfte in rund zwei Jahren erfolgen. Ebenfalls im Werk Landshut entsteht der Armaturenbrettträger des Rolls-Royce Phantom. Das grosse Gussteil wiegt nur gerade 7,6 kg.

h.



Leicht und trotzdem fest und korrosionsbeständig: Kurbelgehäuse aus Magnesium und Aluminium



Magnesium-Armaturenräger in der Aluminium-Rohkarosserie des neuen Rolls-Royce Phantom