

Dipl. Ing. Klaus Borgmann, Dipl. Ing. Johannes Liebl, Dipl. Ing. Reinhard Hofmann
Dipl. Ing. Christoph Schausberger
BMW Group, München

Der neue BMW 12- Zylindermotor

The new BMW 12 Cylinder Engine

Kurzfassung

BMW hat im Rahmen der Erneuerung seines gesamten Ottomotoren- Programms nach den Reihen- 4- Zylinder- und den V8- Motoren als Krönung einen komplett neuen 12-Zylindermotor für den Einsatz im Fahrzeug 760i entwickelt. Der Motor hat 6 Liter Hubraum und ist in der klassischen, kompromisslosen Bauweise mit 60° V-Winkel konstruiert. Er vereint weltweit erstmalig eine vollvariable Ventilsteuerung mit der Benzin-Direkteinspritzung. Die von den 4- u. 8- Zylindermotoren bekannte BMW VALVETRONIC übernimmt die drosselarme und damit verbrauchssenkende Teillaststeuerung. Die Benzin-Direkteinspritzung für Homogenbetrieb steigert dank der Vorteile der inneren Gemischbildung das Leistungsverhalten spürbar, erlaubt erstmals den weltweiten Einsatz der Direkteinspritzung ohne Rücksicht auf Kraftstoffqualitäten und erfüllt die schärfsten Abgasgesetze. Die Kombination dieser beiden innovativen Technologien macht den neuen Motor zum leistungsstärksten und gleichzeitig zum verbrauchsgünstigsten V12-Saugmotor in der Luxus- Fahrzeugklasse.

Abstract

During the renewal of its complete petrol engines line-up BMW have, after the R4 and V8 engines, developed a completely new V12 engine for the 760i vehicle topping the new petrol engine generation. The classic and uncompromising 60° design has a displacement of 6 litres. For the first time worldwide it combines a fully variable valvetrain with a petrol direct injection. The BMW VALVETRONIC, well known from the 4 and 8 cylinder engines, is responsible for low throttle losses and efficient part load control. The petrol direct injection running homogeneously improves the performance of the engine thanks to the internal mixture preparation. In addition this homogeneous combustion in combination with a 3-way catalyst enables the use of the engine in all markets regardless of fuel properties and it complies with the most stringent emission regulations worldwide. The combination of these two innovative technologies results in the most powerful and fuel efficient, naturally-aspirated engine in the luxury vehicle class.



Bild 1: Der neue BMW V12- Motor
Figure 1: The new BMW V12 Engine

1. Einleitung

V12- Motoren sind die Krönung der Motortechnik für Personenkraftwagen. Sie vereinen wie kein anderer Motortyp Eigenschaften in bester Ausprägung: der naturgemäß relativ große Hubraum garantiert absolute Souveränität beim Beschleunigen aus niedrigen Drehzahlen. Das Fehlen jeglicher freien Massenwirkung des Kurbeltriebes bei der klassischen Anordnung von zwei 6- Zylinder- Reihenbänken unter einem Winkel von 60° fördert die Drehfreude und damit Spitzenleistungen. Gleichzeitig liefert dieser physikalisch optimale Kurbeltrieb in Verbindung mit den geringen und konstanten Zündabständen eine unerreichte Laufkultur. Die Summe dieser Eigenschaften prädestinieren V12- Motoren daher als faszinierende Spitzenmotorisierungen für Luxuslimousinen.

BMW hat 1987 den ersten 12- Zylindermotor im BMW 7er eingesetzt /1/. Dieser Motor wurde in verschiedenen Baustufen überarbeitet und bis 2001 ca. 96.000 mal gebaut. Weltweit hat BMW damit - verglichen mit allen anderen Herstellern - bis heute die größte Anzahl von Fahrzeugen mit 12- Zylindermotoren gebaut. Der neue BMW 7er wurde 2001 mit den Benzinermodellen 735i/745i in Serie eingeführt. Im September 2002 folgten die Serieneinsätze der Dieselmotoren 730d/740d. Im Januar 2003 wurde schließlich die Serienproduktion der Spitzenmodelle 760i/760Li mit dem neuen 12- Zylindermotor begonnen.

Für den neuen Motor wurden folgende strategische Zielsetzungen definiert:

- absolut souveräne Fahrleistungen im neuen 7er
- Fokussierung auf „Freude am Fahren“ durch
- hohen Response, Agilität und ein breites Drehzahlband
- herausragende Komfoteigenschaften
- Verbrauchsreduzierung gegenüber dem Vorgänger
- Erfüllung aller Gesetzesanforderungen weltweit
- hohes Weiterentwicklungspotenzial

Das Konzept des Motors wurde im Rahmen der neuen BMW V-Motorenfamilie dargestellt und mit geringem zeitlichen Abstand zum V8- Motor entwickelt. Grundsätzlich galt bei allen Technikentscheidungen das Prinzip der Kompromisslosigkeit.

2. Technikentscheidungen

2.1 Grundmotorkonzept

Der Bohrungsabstand wurde mit 98mm identisch zum 8- Zylindermotor ausgeführt. Damit wurden 6,0l Hubraum realisiert und ausreichendes Weiterentwicklungspotenzial geschaffen. Die Zylinderanordnung erfolgte in Form von 2 Reihen- 6- Zylinderbänken unter einem Winkel von 60° und damit optimal in Bezug auf das NVH Verhalten.

2.2 Brennverfahren

Für höchste spezifische Leistung wurde die Direkteinspritzung gewählt. Zur Erfüllung aller weltweiten Abgasgesetzgebungen wurde ein Verbrennungsverfahren mit stöchiometrischem Luftverhältnis definiert. Die Verbrauchsreduzierung ebenso wie die exzellenten Responseeigenschaften wurden durch die VALVETRONIC Technologie realisiert.

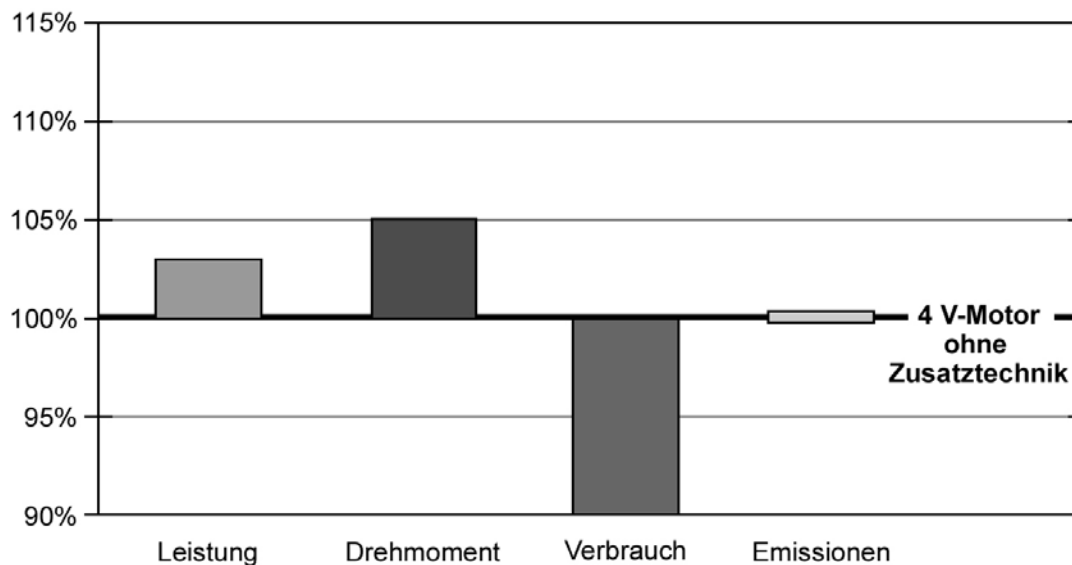


Bild 2: Einfluss von VALVETRONIC und Direkteinspritzung auf die Motoreigenschaften
Figure 2: Effect of VALVETRONIC and Direct Fuel Injection on Engine Characteristics

Mit dem Brennverfahren Direkteinspritzung und VALVETRONIC werden gegenüber einem Standard 4-Ventilkonzept mit Saugrohreinspritzung unter gleichen Randbedingungen Volllastvorteile von 5% bei Drehmoment und 3% bei Leistung ermöglicht. Die Kombination mit der VALVETRONIC ergibt gleichzeitig eine Verbrauchsreduzierung von bis zu 10% im Kennfeld. Das Brennverfahren ist stöchiometrisch ausgelegt, unterliegt keinen Restriktionen bezüglich Kraftstoffqualität, kann weltweit eingesetzt werden und erlaubt die Erfüllung der strengsten Emissionsvorschriften. BMW ist damit der erste Hersteller, der nicht nur die Direkteinspritzung weltweit einsetzt, sondern diese auch noch mit einem vollvariablen Ventiltrieb zur drosselarmen Teillaststeuerung kombiniert (Bild 2). Als weiteren Vorteil dieser Technologiekombination ist das spürbar bessere Ansprechverhalten des Motors zu nennen.

3. Konstruktive Merkmale

3.1 Kurbelgehäuse und Kurbeltrieb:



Bild 3: Zylinderkurbelgehäuse

Figure 3: Crankcase

Das Zylinderkurbelgehäuse zeigt die für 12-Zylindermotoren klassische V- Anordnung von zwei 6-Zylinder- Reihenbänken unter einem Winkel von 60° . Der Versatz der beiden Bänke zueinander beträgt 18 mm, der Zylinderabstand 98 mm. Das Kurbelgehäuse ist ungeteilt („deep skirt“) und wird dank der gewählten open-deck-Ausführung kernlos im Niederdruckgussverfahren in einer Stahlform gegossen. Als Werkstoff wird eine übereutektische Aluminium-Legierung verwendet (Bild 3).

Die Zylinderlaufbahn wird durch Freilegen der harten Siliziumkristalle erzeugt. Die eisenbeschichteten Kolben laufen direkt in dieser unbeschichteten Bohrung.

Die Kolben werden aus einer hochwarmfesten Aluminiumlegierung gegossen und über Ölspritzdüsen gekühlt.

Das gecrackte Stahlschmiede-Pleuel ist am großen Auge um 30° schräggeteilt, was einen sehr kompakten Kurbelraum ermöglicht und mit einem einheitlichen Stichmaß von 140 mm die Verwendung in allen V-Motor-Varianten der neuen Generation erlaubt.



Bild 4: Kurbeltrieb
Figure 4: Crankshaft Drive

Die Kurbelwelle ist aus Stahl geschmiedet, hat 12 Ausgleichsgewichte und ist 7-fach gelagert (Bild 4).

3.2 Zylinderkopf:

Die Vierventil-Zylinderköpfe in Aluminium-Kokillenguss werden vom Kühlwasser quer durchströmt. Die Ventile mit einem Schaftdurchmesser von 6 mm sind in einem Winkel von 30,5° angeordnet, wodurch sich ein sehr kompakter Brennraum mit optimalem Oberflächen-/Volumenverhältnis ergibt. Der komplette Brennraum und Teilbereiche der Ein- und Auslasskanäle werden spanabhebend bearbeitet. Das Verdichtungsverhältnis wurde auf 11,3 : 1 angehoben. Die zentral im Brennraum angeordneten Longlife- Zündkerzen müssen nur alle 100.000 km gewechselt werden. Die Düsen der Direkteinspritzung sind unterhalb der Einlasskanäle unter einem Winkel von 30° angeordnet. Die beiden Kraftstoffhochdruckpumpen sind über den Auslass- Nockenwellen angeordnet und werden von diesen über einen 3fach- Nocken zwischen Zylinder 4 und 5, bzw. 10 und 11 betätigt (Bild 5).

Die beiden Schalenhartguss-Nockenwellen je Zylinderbank werden von je einem Dreieck-Hülsenkettentrieb mit hydraulischem Spanner von der Kurbelwelle angetrieben. Die Auslass-Nockenwelle der Zylinderbank 1 treibt eine an der Motorstirnseite angeordnete mechanische Unterdruckpumpe zur Bremskraftunterstützung an.

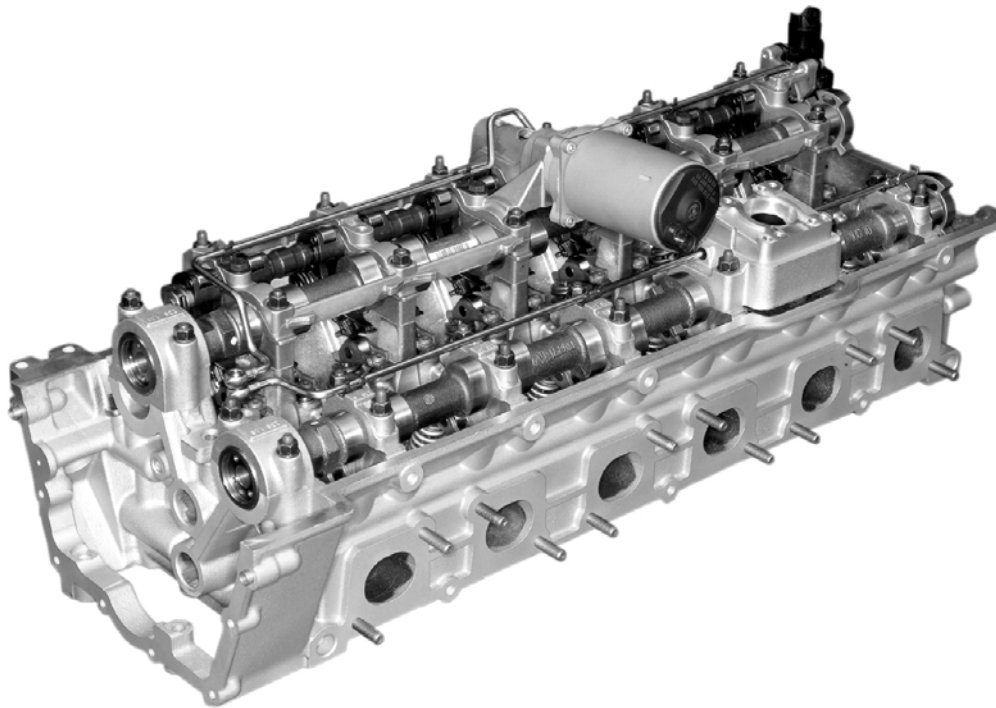


Bild 5: Zylinderkopf
Figure 5: Cylinder Head

Wesentlicher integraler Bestandteil des Zylinderkopfes ist die VALVETRONIC, die durch das Prinzip des „frühen Einlass- Schluss“ eine drosselverlustarme und damit verbrauchsenkende Teillaststeuerung des Motors ermöglicht. Das Funktionsprinzip sowie die konstruktive Umsetzung sind identisch mit den seit zwei Jahren in Produktion befindlichen Lösungen der BMW 4- und 8- Zylindermotoren und wurde bereits mehrfach beschrieben /2/, /3/, /4/. Die Bauteile und Komponenten im einzelnen, wie hydraulische Nockenwellensteller (VANOS) für Ein- und Auslass-Nockenwellen, Excenterwellen, Zwischenhebel, Rollenschlepphebel und HVA- Elemente sind, abgesehen von zylinderzahlspezifischen Merkmalen, bau- und anordnungsgleich zu den 8- Zylindermotoren. Lediglich die Anordnung der Elektromotoren für die Verstellung der Excenterwellen wurde aus Package-Gründen von der Einlass- zur Auslassseite verlagert (Bild 6).

Die Zylinderkopfhauben enthalten integrierte Ölabscheider, sind aus Magnesium und werden im Druckgussverfahren hergestellt.

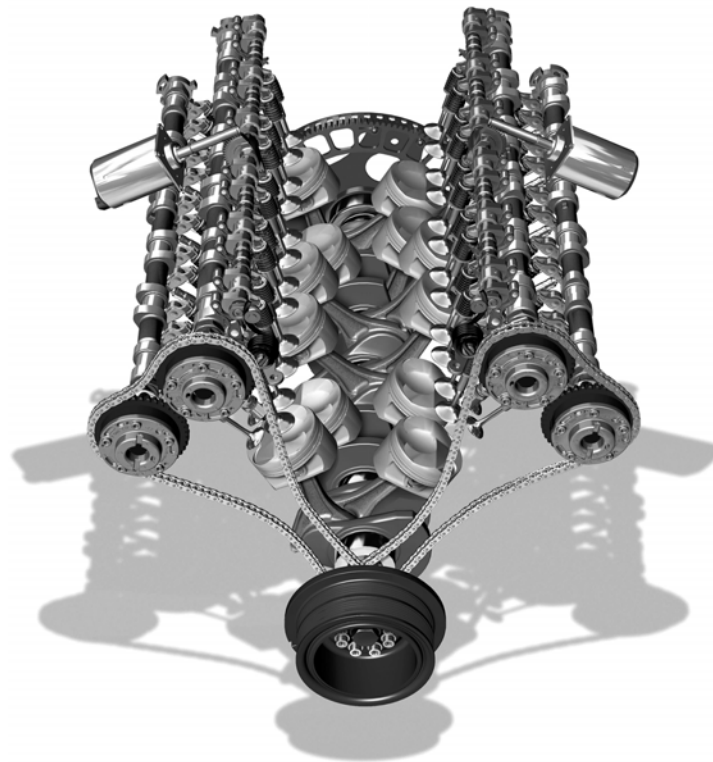


Bild 6: BMW VALVETRONIC am V12- Motor
Figure 6: BMW VALVETRONIC in the V12 Engine

3.3 Motorinterner Kühlkreislauf:

Die Wasserpumpe fördert das Kühlmittel durch die Mitte des V-Raumes zum hinteren Ende des Motors. Von dort wird es in die beiden Zylinderbänke eingespeist, tritt auslassseitig vom Kurbelgehäuse nach oben in die Zylinderköpfe über, durchströmt diese quer, wird einlassseitig gesammelt und nach vorne zum Kennfeld-Thermostat geführt.

Durch diese Form des Querstrom- Kühlkonzeptes im Zylinderkopf werden sowohl die Druckverluste deutlich reduziert als auch sehr gleichmäßige Bauteiltemperaturen und niedrige Spitzentemperaturen in den temperaturkritischen Bereichen im Zylinderkopf erreicht. Der kennfeldgesteuerte Kühlmittelthermostat ist in das Gehäuse der Wasserpumpe integriert, der flüssigkeitsgekühlte Generator wird direkt aus dem Wasserpumpengehäuse versorgt.

3.4 Ölkreislauf/Nebenaggregate:

Das Aluminiumgehäuse der neuentwickelten Ölpumpe beinhaltet zwei, in separaten Kammern laufende, Rotoren, sowie ein Regel- und ein Berstdruckventil. Der Ölfilter ist über eine Öffnung in der Ölwanne von unten zugänglich. Die komplette Ölpumpen-/Filtereinheit, in die auch ein Ölhobel integriert ist, wird direkt an die Kurbelwellenlagerdeckel verschraubt. Dadurch konnten Kettenspanner oder Einstellelemente für den Kettenantrieb vermieden werden. Das Ölwanneunterteil aus Doppelblech nimmt den neu entwickelten Ölzustandssensor auf, der neben Füllstand und Öltemperatur auch ein Messsignal liefert, das Rückschlüsse auf den Ölzustand erlaubt. Zusammen mit den Betriebsparametern des Motors wird damit eine individuelle, belastungsabhängige Aussage über

die Restlaufstrecke bis zum nächsten Ölwechsel ermöglicht. Mit diesem System ergeben sich im Kundenbetrieb Ölwechselintervalle von durchschnittlich ca. 25.000 km. Die Nebenaggregate Kühlwasserpumpe, Lenkhilfe- und Dynamic- Drive- Pumpe sowie der Flüssigkeits- gekühlte Generator werden von der Kurbelwelle mit einem 6- Rippen- Poly- V- Riemen angetrieben. Den Klimakompressor treibt ein zweiter, 4- Rippen- Riemen an.

3.5 Kraftstoff- Direkteinspritzsystem:

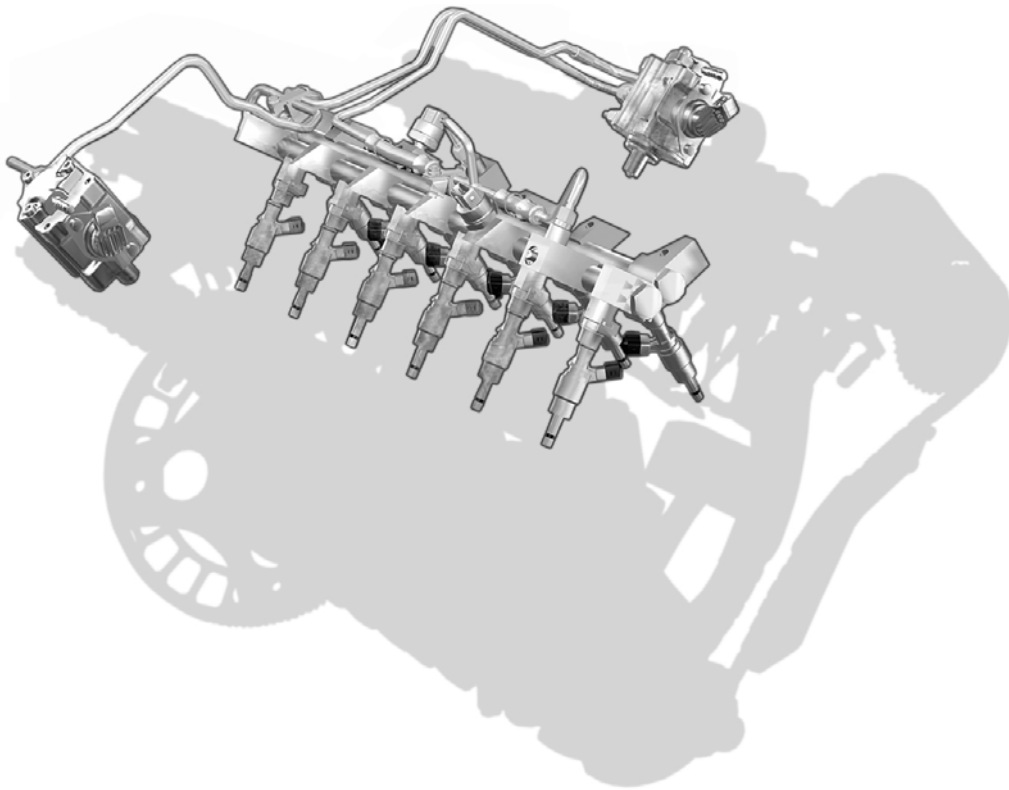


Bild 7: Kraftstoff- Direkteinspritzsystem
Figure 7: Direct Fuel Injection System

Der neue V12- Motor ist als erster BMW Ottomotor mit Benzin- Direkteinspritzung ausgerüstet. Das zusammen mit der Fa. Bosch entwickelte System ist für weltweiten Einsatz ausgelegt.

Die von der jeweiligen Auslassnockenwelle betätigte Stößel- Hochdruckpumpe jeder Zylinderbank speist über ein integriertes Mengensteuerventil den bis auf maximal 120 bar verdichteten Kraftstoff in das jeweilige Hochdruckrail zur Verteilung an die Injektoren ein, die unterhalb der Einlasskanäle im Zylinderkopf angeordnet sind. Die Rails sind, außer mit Sicherheitsdruckbegrenzungsventilen, mit Hochdrucksensoren ausgerüstet, die den augenblicklich anliegenden Rail- Druck als Applikationsregelgröße an die Motorsteuerung weitergeben (Bild 7).

Sämtliche mit Kraftstoff in Berührung kommenden Bauteile sind aus Edelstahl und damit ethanolverträglich. Dies erlaubt den Einsatz der Motoren nicht nur in Europa, sondern weltweit in allen Märkten, insbesondere in USA und sogar in Südamerika ohne ein Risiko durch eventuelle Alkoholatbildung.

3.6 Sauganlage:

Die beiden Zylinderbänke des V12- Motors haben vollkommen voneinander getrennte Ansaugluftführungen. Die beiden Sauganlagen sind jeweils 2-schalig in Magnesium-Druckguss hergestellt. Die beiden Schalen werden miteinander verklebt und mit Schrauben fixiert. Die beiden Sammler beinhalten je einen Resonator zur akustischen Dämpfung der 1,5ten Motorordnung.

Die beiden stirnseitig an den Sammlern angeflanschten, elektrisch betätigten Drosselklappen übernehmen während des Motorstarts die Luftmengen- Steuerung. Diese Betriebsart reduziert die Kaltstart- Emissionen. Zudem haben die Drosselklappen die Aufgabe, einen für die Kurbelgehäuse- und die Tankentlüftung erforderlichen Unterdruck in der Sauganlage von 50 mbar sicherzustellen. Die eigentliche Laststeuerung des Motors übernimmt die VALVETRONIC.



Bild 8: Sauganlage
Figure 8: Intake Manifold

3.7 Abgasanlage:

Dank des stöchiometrischen Brennverfahrens kann zur Abgasnachbehandlung eine hochwirksame 3Weg- Katalysatoranlage, unterstützt durch Sekundärlufteinblasung nach dem Kaltstart, eingesetzt werden. Die Katalysatoren, je einer pro Zylinderbank, sind motornah hinter doppelwandigen, luftspaltisolierten Abgaskrümmern und Mischrohren angeordnet. Der erste Dünnwandkeramik-Monolith hat 600 Zellen, der zweite 400 Zellen. Die λ - Regelung jeder Bank geschieht durch je eine Breitband- Sonde vor dem Katalysator. Die Kat-Alterung wird durch je eine Monitorsonde hinter dem Katalysator überwacht und die Regelparameter der Motorsteuerung immer optimal nachgeführt (Bild 9).

Die Schalldämpfung übernehmen im weiteren Verlauf der Abgasanlage je ein Absorptionsvorschalldämpfer, ein gemeinsamer Absorptionszwischenchalldämpfer sowie zwei Reflexionsnachschalldämpfer. Zur Lösung des Zielkonfliktes zwischen Abgasgedrückt bei Volllast und Endrohrmündungsgeräusch im Leerlauf ist eines der beiden Endrohre mit einer Unterdruck betätigten Abgasklappe ausgerüstet.

Aus Korrosionsschutzgründen ist die gesamte Abgasanlage aus Edelstahl hergestellt.

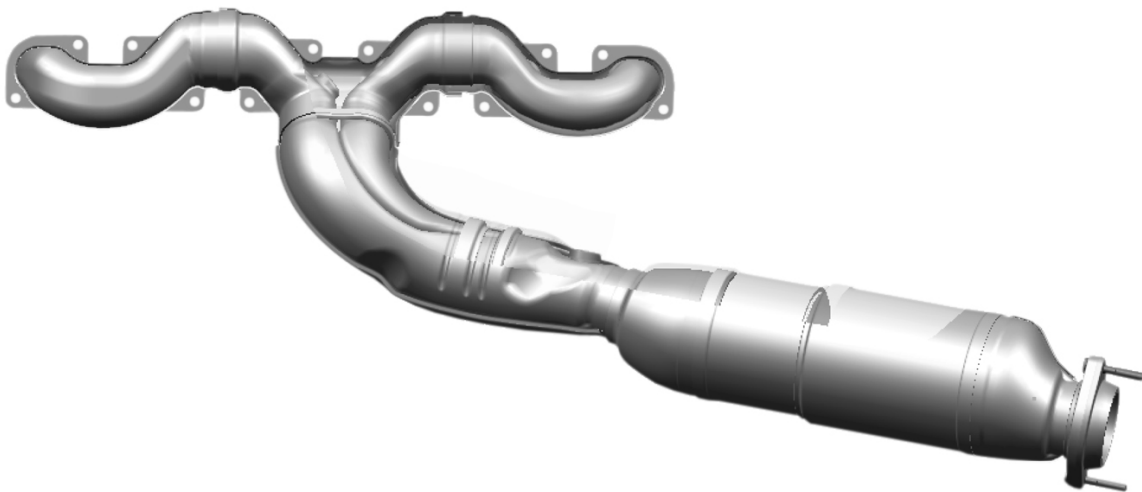


Bild 9: Abgaskrümmern mit motornahem Katalysator
Figure 9: Exhaust Manifold with Closed Coupled Catalyst

3.8 Motorsteuerung:

Der hohe Innovationsgehalt des neuen BMW V12- Motors spiegelt sich auch in einem anspruchsvollen, weltweit einmaligen Motorsteuergeräteverbund wieder:

Die Basis bildet die für die neuen BMW V8- Motoren entwickelte Bosch DME ME9.2, die für den Einsatz im neuen V12- Motor weiterentwickelt wurde. Sie hat einen 2 MB Speicher und arbeitet mit 40 MHz. Der V12- Motor besitzt zwei solcher ME9.2 Steuergeräte - für jede Zylinderbank eines – die im Master/Slave- Verbund die Grundfunktionalität übernehmen. Daneben ist ein zusätzliches VALVETRONIC- Steuergerät allein für die Laststeuerung des Motors verantwortlich. Schließlich hat jede Zylinderbank zusätzlich ein eigenes Hochdruckeinspritzventilsteuergerät. Sämtliche Motorsteuergeräte sind in einer E- Box untergebracht und kommunizieren miteinander über einen eigenen Powertrain- CAN- Bus.

Die Funktionen der Motorsteuerung wurden für das neue Brennverfahren neu entwickelt und auf die besonderen Anforderungen des Motors mit den zwei getrennten Luftpfaden angepasst.

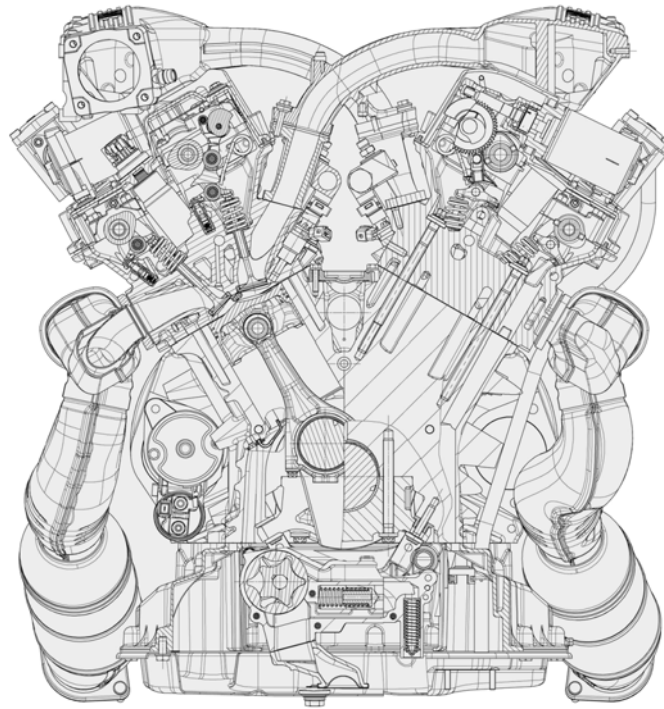


Bild 10: Motorquerschnitt
Figure 10: Engine Cross Section

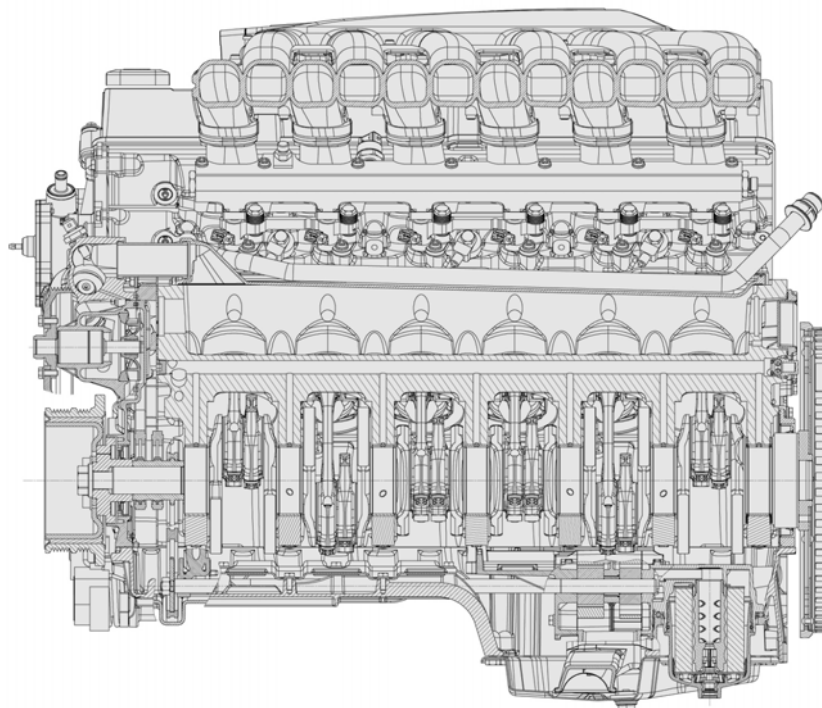


Bild 11: Motorlängsschnitt
Figure 11: Engine Longitudinal Section

		BMW 760 i	BMW 750 i
Bauart / V- Winkel	- / °	V12 / 60	V12 / 60
Zündfolge	-	1-7-5-11-3-9-6-12-2-8-4-10	1-7-5-11-3-9-6-12-2-8-4-10
Zylinderabstand	mm	98	91
Bohrung / Hub	mm	89/80	85/79
Hubraum	dm ³	5,972	5,379
Ventile pro Zylinder	-	4	2
Einlassventil- Ø	mm	35	42
Einlassventil- Hub	mm	0,3 – 9,85	10,3
Auslassventil- Ø	mm	29	36
Auslassventil- Hub	mm	9,7	10,3
Verdichtungsverhältnis	-	11,3 : 1	10 : 1
Kraftstoffqualität	ROZ	91- 98	91- 98
Gewicht	kg	280	248
Leistungsgewicht	kg/kW	0,86	1,03

Tabelle 1: Konstruktive Motordaten
Table 1: Engine Design Datas

4. Motorfunktionen

4.1 Gemischbildung und Brennverfahren

Die Einspritzdüsen sind unterhalb der Einlasskanäle angeordnet und haben folgende Merkmale:

Einbauwinkel zur Zyl. Achse	°	60
Strahlform	-	Kegelstrahl
Kegelwinkel	°	70
Strahl- Knickwinkel	°	15

Die Entwicklung des Brennverfahrens mit der Vielzahl der Wechselwirkungen zwischen Einspritzstrahlgeometrie, Kolbengeometrie und Zylinder-Innenströmung bei verschiedenen Ventilhuben machte umfangreiche Simulationsrechnungen notwendig.

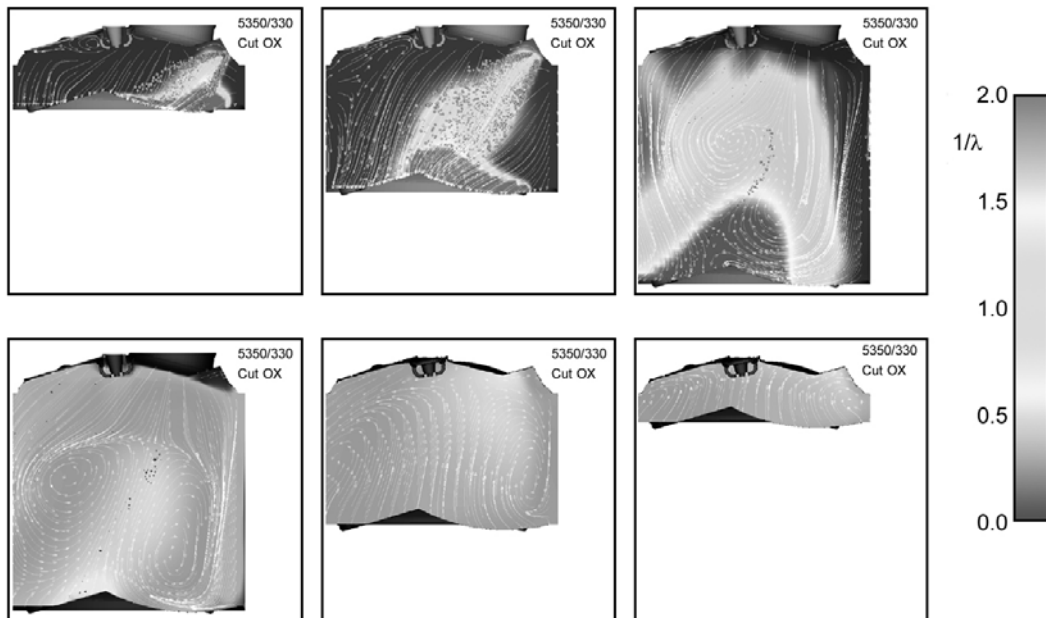


Bild 12: Gemischbildung mit Direkteinspritzung und VALVETRONIC
 Figure 12: Mixture Formation with Fuel Direct Injection and VALVETRONIC

Bild 12 zeigt einen charakteristischen Gemischaufbereitungsvorgang bei mittlerer Last. Der Ventilhub beträgt 6,2 mm. Das Einlassventil wird bei diesem Ventilhub symmetrisch umströmt. Es stellen sich im Ventilspalt hohe Einströmgeschwindigkeiten ein. Beim Einspritzvorgang wird der Kolben zunächst mit Kraftstoff benetzt. Die Lufteinströmung trifft ebenfalls auf den Kolben und wird dort umgelenkt. Dabei stellt sich eine starke Aufwärtsströmung ein. Diese Strömung führt zum Verdampfen des Kraftstoffs am Kolben. Die Aufwärtsströmung transportiert den verdampften Kraftstoff weg vom Kolben in Richtung Brennraumdach. Die starke Zylinderinnenströmung durch die kleinen Ventilquerschnitte der VALVETRONIC führt zu einer vollständigen Homogenisierung des Gemisches.

4.2 Volllast

Die Volllastcharakteristik des Motors wurde durch Abstimmung der Saug- und Abgasseite geformt. Zusätzlich wurden alle den Ladungswechsel bestimmenden Bauteile hinsichtlich Durchströmverhalten und Akustik optimiert. Damit wurde ein fülliger Drehmomentverlauf bei gleichzeitig hohen spezifischen Werten erzielt. Die Nennleistung wird bei 6000 min^{-1} erreicht. Diese Charakteristik erzeugt die Drehwilligkeit des Motors, die maßgeblich zur „Freude am Fahren“ beiträgt.

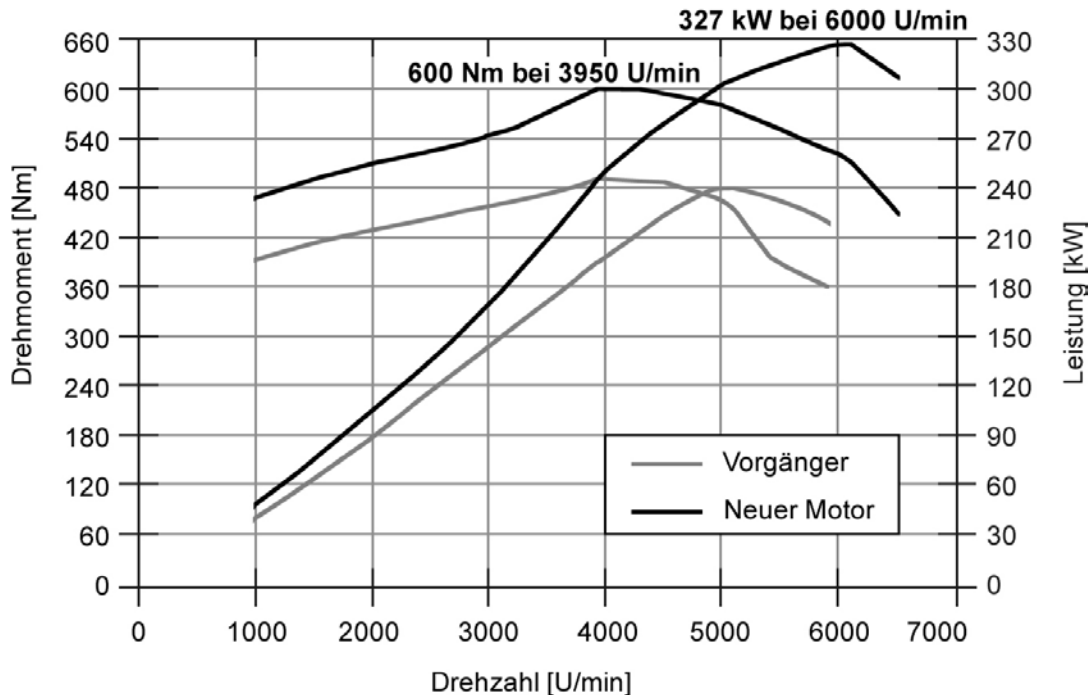


Bild 13: Leistung und Drehmoment
Figure 13: Power and Torque

Die Benzin-Direkteinspritzung wurde zu einer zusätzlichen Anhebung der Volllast im gesamten Drehzahlbereich eingesetzt. Die Zylinder saugen hier kein Kraftstoff/Luftgemisch an, sondern nur Luft. So steigt die Zylinderfüllung, da der Kraftstoffanteil durch Sauerstoff ersetzt wird. Der Kraftstoff, der mit hohem Druck in das Zylinderinnere eingespritzt wird, reduziert die Temperatur der Brennraumladung. Die Klopfneigung wird deutlich reduziert. Das Verdichtungsverhältnis kann erhöht werden.

In Kombination mit den Freiheitsgraden der VALVETRONIC und den um 11% von 5,4 auf 6,0 Liter angehobenem Hubraum ergeben sich gegenüber dem Vorgängermotor deutliche Volllaststeigerungen im gesamten Drehzahlband (Bild 13). Der Drehmoment- Maximalwert wurde um 22% von 490 Nm auf 600 Nm erhöht und die Leistung gleichzeitig um 36% von 240 kW auf 327 kW gesteigert. Mit fast 55 kW/l und 100 Nm/l werden damit in dieser Motor-/Fahrzeugkategorie hubraumspezifische Volllastspitzenwerte erreicht.

4.3 Kraftstoffverbrauch

Die VALVETRONIC ermöglicht optimale Ventilsteuerzeiten für alle Betriebspunkte und damit einen weitestgehend entdrosselten Betrieb in der Teillast. Zusätzlich verbessert sich die Gemischaufbereitung bei Saugrohreinspritzern bei kleinen Ventilhüben erheblich. Damit sind Verbrauchsvorteile von ca. 12% gegenüber herkömmlichen 4- Ventilmotoren möglich. Diese Verbrauchsvorteile liegen im Bereich heutiger Magerbrennverfahren, benötigen aber keinen DeNOx- Katalysator und sind für weltweit alle Kraftstoffsorten einsetzbar.

In Kombination mit der homogenen Direkteinspritzung verbessert das höhere Verdichtungsverhältnis zusätzlich den Kraftstoffverbrauch. Gleichzeitig entfällt der Vorteil der Gemischaufbereitung in den engen Ventilquerschnitten. In Summe ergibt sich an dem neuen 12- Zylindermotor für die Kombination VALVETRONIC und Direkteinspritzung im Kennfeld ein Vorteil von bis zu 10% gegenüber dem Vorgänger (Bild 14).

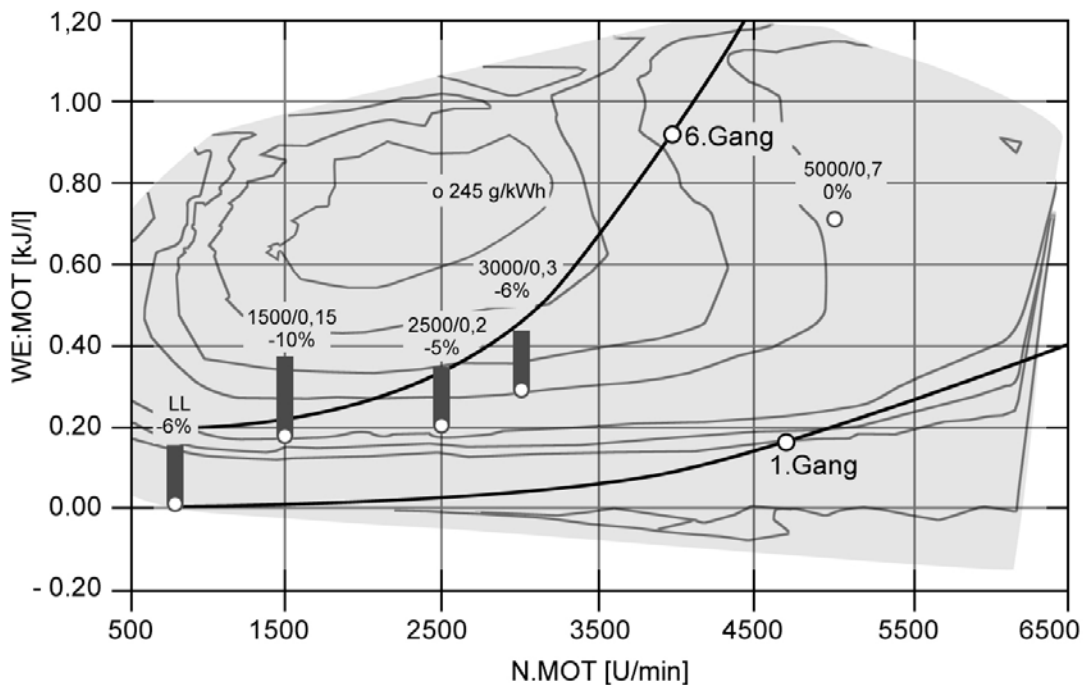


Bild 14: Verbrauchskennfeld

Figure 14: Fuel Consumption Map

4.4 Noise, Vibration, Harshness

Das NVH-Verhalten des neuen Motors im 760i wurde im Gesamtsystem Motor/Getriebe/Fahrzeug entwickelt und in Form von Einzelzielen für alle Bauteile definiert.

Der V12 in klassischer 60° Bauweise bietet bezüglich Ausgleich freier Massenkräfte und Massenmomente sowie kleiner Zündabstände eine ideale Ausgangsbasis für herausragende Laufkultur. Gegenüber dem V12 im Vorgänger 750i gelang es, den Eintrag mechanischer Geräuschanteile in die Karosserie durch gezielte Strukturmaßnahmen am Grundmotor nochmals deutlich zu reduzieren.

So konnte die Eigenfrequenz des Verbandes Motor/Tragarm von 420 Hz auf über 800 Hz angehoben werden, wodurch die Pegel an den Emissionsstellen Motorlager sowohl in der Zündordnung als auch in der Kettenordnung deutlich reduziert werden konnten.

Für eine gute Innenraumakustik ist auch eine möglichst hohe Eigenfrequenz des Motor-/Getriebeverbundes wichtig. Optimierungsmaßnahmen an Ölwanne und Kurbelgehäuse sowie die kompakte Bauweise des neuen 6-Gang-Automatikgetriebes führten zu einer Anhebung der Eigenfrequenz von 160 Hz auf 180 Hz.

Weitere wichtige Bausteine für eine stimmige Antriebsakustik sind die Abgasanlage und das Ansaugsystem. Gewählt wurde eine Abstimmung, die einerseits einen dem Fahrzeuganspruch adäquaten Leerlauf- und Langsamfahrkomfort sichergestellt und andererseits unter hoher Last den Hubraum- und Dynamikeindruck durch ein dezent wahrnehmbares, sonores Lastgeräusch unterstützt.

Dazu verfügt der 760i über ein Abgasanlagenkonzept mit zwei parallelen Nachschalldämpfern. Das Endrohr des inneren Dämpfers ist mit einer kennfeldgesteuerten Abgasklappe versehen. In Abhängigkeit vom Last- und Fahrzustand wirkt der Dämpfer bei geschlossener Klappe als Helmholtz-Resonator und bei geöffneter Klappe als durchströmter Reflexionsdämpfer. Auf der Ansaugseite werden im Rohluftbereich über Klappen im oberen Drehzahl- und Lastbereich Zusatzluftöffnungen freigegeben.

Während der Parallelentwicklung von Fahrzeug und Motor wurde durch den Einsatz von Akustik-Referenzfahrzeugen das Gesamtsystem kontinuierlich überprüft und optimiert. Bild 15 zeigt bei Volllast den Innengeräuschpegel am Fahrersitz des 760i im Vergleich zum Vorgänger 750i und zum aktuellen 745i. In Summe konnten die hohen Zielsetzungen der Antriebsakustik vollständig erfüllt werden.

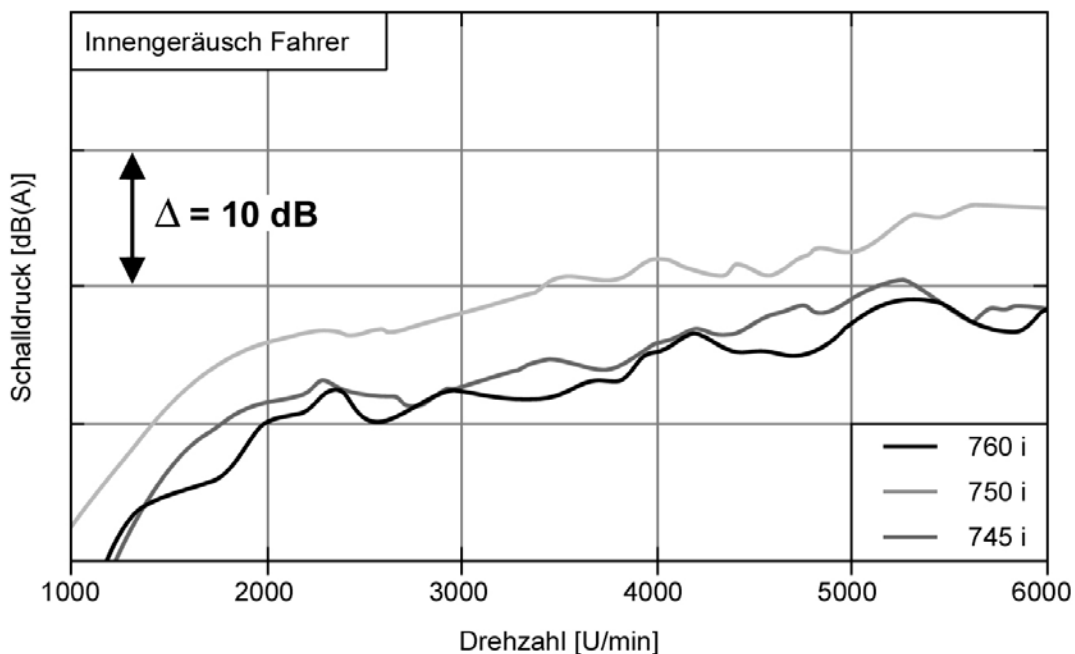


Bild 15: Innengeräusch am Fahrerohr

Figure 15: Interior noise driver's ear

4.5 Abgasemissionen

Das Fahrzeug 760i/760Li ist in Europa nach EU4 und in USA nach LEV zugelassen. Die Wahl des Brennverfahrens und der Abgastechnik ermöglichen den weltweiten Einsatz des Fahrzeuges ohne technische Modifikationen und ohne Restriktionen für den Kunden bei der Kraftstoffwahl.

4.6 Fahrleistungen/Kraftstoffverbrauch

Der neue 12-Zylindermotor führt zusammen mit dem 6-Gang-Automatikgetriebe in der BMW 7er Spitzenlimousine zu herausragenden Verbrauchs- und Fahrleistungswerten. Gegenüber dem Vorgängermodell wird die Beschleunigung aus dem Stand um 1,3 s von 6,8 s auf 5,5 s verkürzt und der Verbrauch trotz des größer gewordene Fahrzeuges gleichzeitig um 0,5 l/100km reduziert (Bild 16). Die Höchstgeschwindigkeit wird elektronisch auf 250 km/h begrenzt.

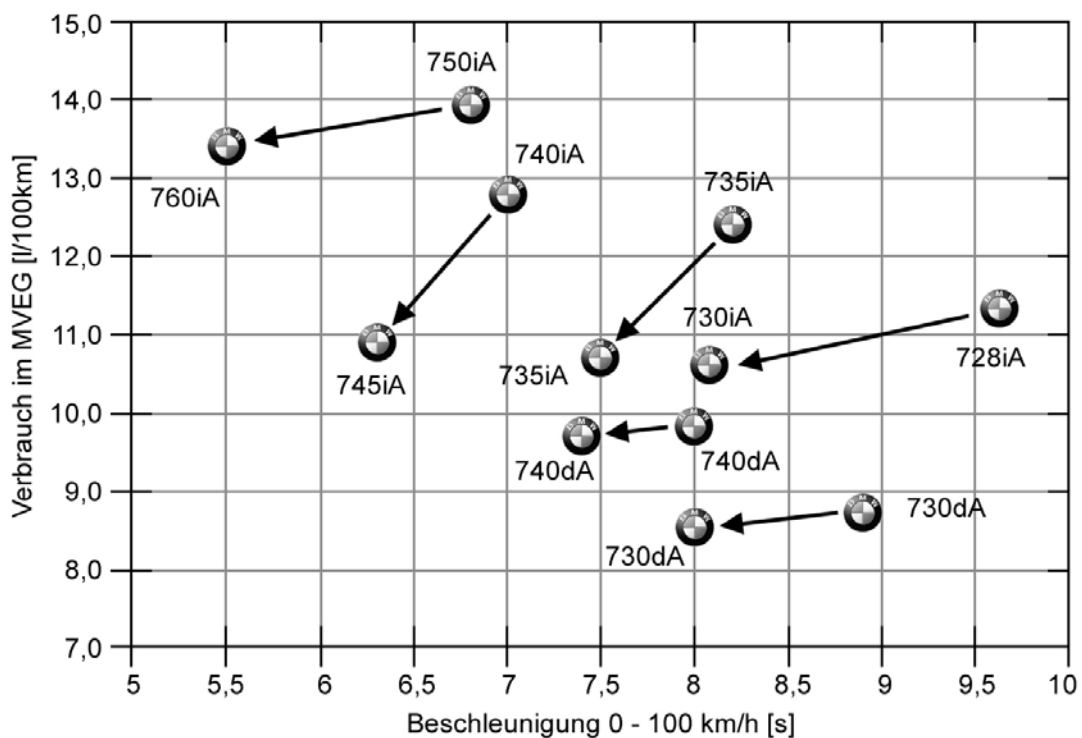


Bild 16: Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch

Figure 16: Road Performance versus Fuel Consumption

Im Rahmen der 7er Motorisierungen übernimmt der neue 12- Zylindermotor die Spitzenstellung bei Dynamik und setzt die konsequente Entwicklung von effizienter Dynamik, d.h. Steigerung der Fahrleistungen bei gleichzeitiger Verbrauchsreduzierung fort.

		BMW 760 i	BMW 750 i
Leistung (.1	kW	327	240
bei Drehzahl	min	6000	5500
Spez. Leistung	kW/l	54,8	44,6
Drehmoment (.1	Nm	600	490
bei Drehzahl	min ⁻¹	3950	3900
Spez. Drehmoment	Nm/l	100	91
Fahrzeug- Leergewicht	kg	2165	2055
cw x A	m ²	0,69	0,71
Getriebe	-	6 Gang ZF 6HP26	5 Gang ZF 5HP24
Achs- Übersetzung	-	3,15	2,81
0 – 100 km/h (.1	s	5,5	6,8
0 – 4 sec (.1	m	43,1	40,6
v_{max}	km/h	250	250
Verbrauch (MVEG) (.1	l/100km	13,4	13,9
Emissionsgesetze			
Europa	-	EU4	EU3
USA	-	LEV	LEV
(.1 mit ROZ 98			

Tabelle 2: Motor- und Fahrzeugeigenschaften
 Table 2: Engine and Vehicle Characteristics

5. Zusammenfassung

Mit dem neuen 12- Zylindermotor ist es gelungen, alle Zielsetzungen für eine Spitzenmotorisierung im Premium-Segment zu erfüllen.

Der vollkommen neu entwickelte V12- Leichtmetallmotor in klassischer Bauart hat einen Hubraum von 6 l. Die Einlassventile der 4- Ventil- Brennräume werden über die BMW VALVETRONIC vollvariabel betätigt. Die Gemischbildung erfolgt erstmals bei einem V12-Motor durch Direkteinspritzung. Der Motor erreicht mit 327 kW eine Nennleistung, die um 36 % über der des Vorgängers liegt. Beim maximalen Drehmoment von 600 Nm ist eine Steigerung von 22% gelungen. Insbesondere durch die VALVETRONIC konnte gleichzeitig der Kraftstoffverbrauch im Kennfeld um bis zu 10 % gesenkt werden.

Kombiniert mit dem neuen 6- Gang- Automatikgetriebe beschleunigt der neue V12- Motor das Fahrzeug 760i in 5,5 sec von 0 auf 100 km/h. Das Fahrzeug verbraucht im europäischen Testzyklus 13,4 l/100 km und liegt damit um ca. 9% günstiger als der nächste Wettbewerber. Gleichzeitig erfüllt das Fahrzeug 760i die europäische Abgasstufe EU 4 und in USA die LEV- Gesetzgebung. Mit dieser einmaligen Kombination von Eigenschaften setzt dieser innovative V12- Antrieb auf Jahre hinaus neue Maßstäbe in der Antriebstechnologie für High-End- Fahrzeuge und wird darüber hinaus dazu beitragen, den Erfolg und die Faszination der BMW 12- Zylindermotoren in die Zukunft fortzuschreiben.