

Der neue **BMW V8-Motor** ist nach dem Vierzylindermotor das zweite Mitglied der neuen Ottomotorengeneration mit BMW VALVETRONIC und gleichzeitig der erste Vertreter einer völlig neu entwickelten V-Motoren-Familie. Er verfügt als weltweit erster Motor über eine Sauganlage, bei der die Saugrohrlänge stufenlos variiert werden kann. Der neue V8-Motor erfüllt alle weltweit gültigen Emissionsvorschriften und erreicht in Summe eine bei Ottomotoren bisher nicht vorstellbare Kombination von Produkteigenschaften. Die Markteinführung beginnt im Herbst 2001 in der neuen 7er-Limousine. Zug um Zug wird er in weiteren BMW Fahrzeugbaureihen eingesetzt werden.



# Der neue BMW Achtzylinder- Ottomotor

– Teil 1 –

## 1 Einleitung

Im Jahre 1992 führte BMW eine neue Achtzylindermotoren-Baureihe [1, 2] in die Serienproduktion ein. 1995 und 1998 erfuhren diese Triebwerke jeweils eine umfangreiche technische Überarbeitung [3, 4]. Durch Hubraumerweiterung, reibungsreduzierende Maßnahmen, Ventiltrieb mit Einlass-VANOS, Sekundärluftsystem und eine hocheffiziente Katalysatoranlage nehmen diese Motoren nach wie vor eine Spitzenposition hinsichtlich Leistungsentfaltung, Kraftstoffverbrauch und Emissionsverhalten in ihrem Wettbewerbsumfeld ein.

Mit dem neuen Vierzylinder-Ottomotor mit VALVETRONIC hat BMW vor kurzem den ersten Vertreter der neuen Ottomotoren-Familie in Serie eingeführt [5].

Für die neue 7er-Limousine wird jetzt das zweite Familienmitglied, der neue Achtzylindermotor in den Hubraumvarianten 3,6 l und 4,4 l der Öffentlichkeit vorgestellt. Dieser Motor ist eine völlige Neuentwicklung und wird Zug um Zug in weiteren Fahrzeugbaureihen eingesetzt werden.

Die Entwicklungsziele

- Ausbau der Dynamikführerschaft
  - Verbesserung aller kundenrelevanten Eigenschaften
  - deutliche Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Erfüllung der weltweit schärfsten Emissionsgesetze
  - geringes Gewicht
  - modularer Aufbau zur Ableitung fahrzeugspezifischer Derivate
  - hohes Weiterentwicklungspotenzial
- wurden durch die Einführung der vom Vierzylindermotor bekannten VALVETRONIC bei gleichzeitiger Verwendung von vier VANOS-Verstellungssystemen, einer vollvariablen Sauganlage, die erstmalige Verwendung einer Zahnkette im Steuerungtrieb und zahlreiche Detailverbesserungen im Zuge der kompletten Neukonstruktion erreicht.

## 2 Konstruktive Merkmale

Die Konzeptphase der neuen V-Motoren-Generation wurde von Beginn an mit der Aufgabenstellung gestartet, alle denkbaren Zylinderzahlen (u. a. V6 / V8 / V12) abdecken zu können und hohe Synergie zu den Reihenmotoren sicherzustellen. Bereits bei der Grundkonstruktion der Komponenten wurde eine optimale Auslegung für alle Motorvarianten berücksichtigt.

Da die neue Vierzylindermotoren-Familie zeitlich früher entwickelt wurde,

war außerdem darauf zu achten, dass geeignete Komponenten möglichst unverändert oder nur mit spezifisch notwendigen Änderungen übernommen wurden. Der Gleichteilanteil zwischen Vierzylindermotor und V-Motoren liegt über 40 %.

Der Achtzylindermotor ist nun der erste V-Motor aus dieser Familie, der im neuen 7er in Serie geht. **Bild 1** zeigt den Motorlängs- und -querschnitt, und in der **Tabelle 1** sind die Motorhauptdaten dargestellt.

### 2.1 Kurbelgehäuse

Das Zylinderkurbelgehäuse mit einem V-Winkel von 90° und Zylinderabstand 98 mm ist ungeteilt („deep skirt“) und kann aufgrund der gewählten Open-deck-Ausführung kernlos im Niederdruckgussverfahren in einer Stahlform gegossen werden. Als Werkstoff wird die übereutektische Legierung AlSi17Cu4Mg verwendet, die eisenbeschichteten Kolben laufen hier direkt in der unbeschichteten Bohrung. Die Zylinderlaufbahn wird durch Freilegen der harten Siliziumkristalle erzeugt. Dieses Zurücklegen der Aluminiummatrix – in der Vergangenheit über Ätzbäder realisiert – erfolgt nun mechanisch über spezielle weiche Honleisten.

Der Bankversatz ist bei der V8-Variante 18 mm. Die gewichtsoptimierten Lagerdeckel aus EN-GJS 600-3 werden mit 2 M11x100 gerade verschraubt und mit 2 M8x37 zusätzlich schräg verschraubt. Zur Reduzierung der Pumpverluste im Kurbelraum werden auf beiden Seiten der Lagerdeckel Aussparungen im Lagerstuhl eingebracht. Die Strukturoptimierung des Kurbelgehäuses mittels FEM brachte sowohl in Bezug auf Festigkeit wie auch Steifigkeit hervorragende Werte.

Der Kettenkastendeckel ist als separates Bauteil ausgeführt, um die Montage der Kettenkomponenten zu vereinfachen. Er dient auch als Träger für die Nebenaggregate und wird gemeinsam mit dem Kurbelgehäuse an den Deckflächen bearbeitet, **Bild 2**.

### 2.2 Kurbeltrieb

Die gegossenen Kolben sind gewichtsoptimierte Kastenkolben mit eingearbeiteten Ventiltaschen im Kolbenboden und Eisenbeschichtung. Sie sind aus einer hochwarmfesten Aluminiumlegierung hergestellt und mit drei Kolbenringen (Rechteckring, Nasenminutering, dreiteiliger Ölabbstreifring) versehen. Im Vergleich zum Vorgängermotor konnte das Kolben-gewicht um 50 g reduziert werden. Gekühlt werden die Kolben über die Ölspritzdüsen.

Das geackerte Stahlschmiede-Pleuel ist

## Die Autoren



Dipl.-Ing. Klaus Hirschfelder ist Leiter Konstruktion und Versuch Motorperipherie bei der BMW Group, München.



Dipl.-Ing. Reinhard Hofmann ist Leiter Konstruktion und Versuch Mechanik Ottomotoren bei der BMW Group.



Dipl.-Ing. Ernst Jägerbauer ist Leiter V-Motoren-Projekte bei der BMW Group.



Dipl.-Ing. Christoph Schausberger ist Leiter Entwicklung große Motoren bei der BMW Group.



Dipl.-Ing. Johann Schopp ist Leiter Konstruktion und Versuch Grundmotor V-Motoren bei der BMW Group.

am großen Auge um 30° schräg geteilt, was einen sehr kompakten Kurbelraum ermöglicht und eine Verwendung in allen Varianten der V-Familie sicherstellt. Das Stichmaß ist einheitlich 140 mm. Das obere Auge ist trapezförmig ausgebildet. Über eine intensive Strukturoptimierung mittels FEM konnte das Pleuelgewicht um zirka 40 g im Vergleich zum Vorgänger reduziert werden. Die Lagerbreite ist mit 17 mm ein guter Kompromiss bezüglich Belastung und Gewicht und erlaubt die Verwendung eines handelsüblichen Dreistofflagers.

Die Spähguss-Kurbelwelle aus GGG70 wird induktiv gehärtet. Der Hauptlagerdurchmesser ist weiterhin 70 mm. Der Pleuellagerdurchmesser wurde auf 54 mm vergrößert, um die Steifigkeit der Welle und damit die Akustik zu verbessern.

Die Kurbelwelle ist fünffach gelagert. Das fünfte Lager ist gleichzeitig das Axialführungslager. Als Kurbelwellenaxiallager wird getriebeseitig ein gebautes Spur-lager verwendet. Die beiden Hubraumvarianten mit 81,2 mm (3,6 l) und 82,7 mm (4,4 l) Hub werden aus einem Rohteil fertiggestellt. Trotz deutlicher Steifigkeits-

## 2 Konstruktive Merkmale

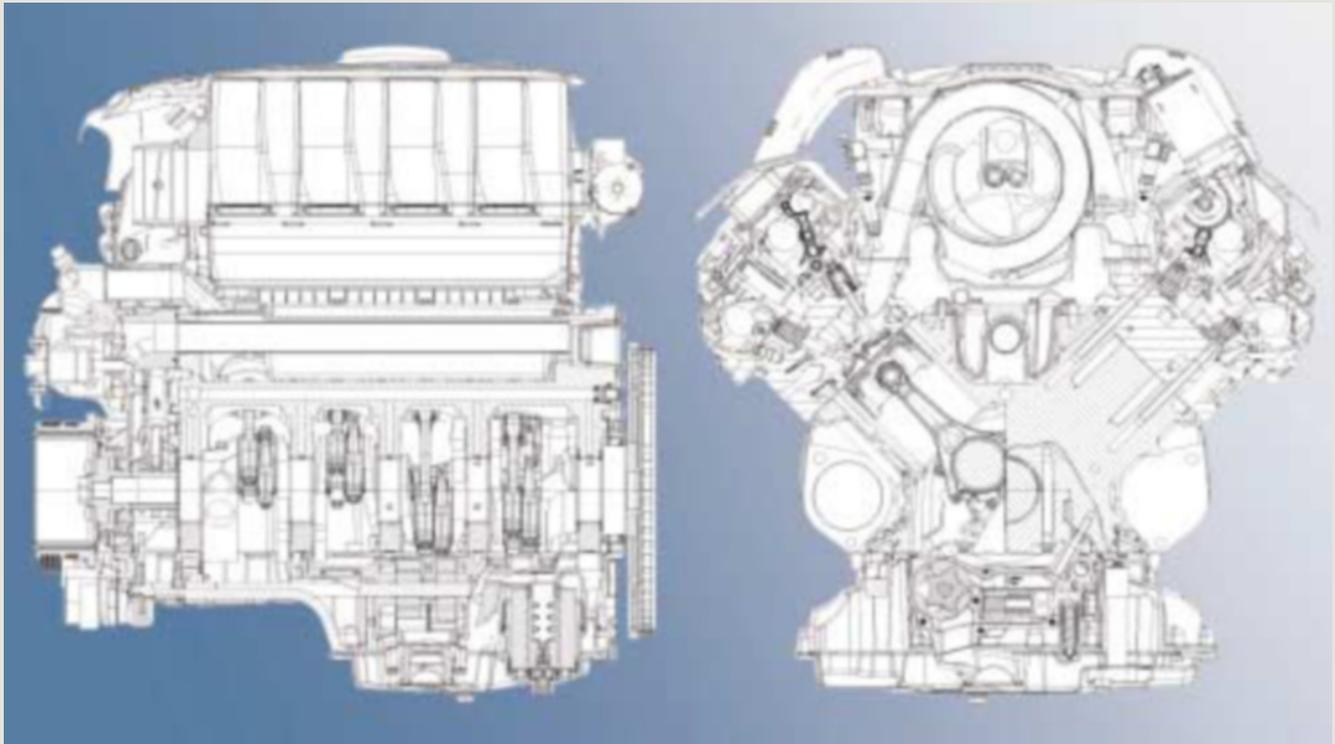


Bild 1: Motorlängs- und -querschnitt  
 Figure 1: Longitudinal and transverse cross-sections of the engine

vorteile der neuen Kurbelwelle konnte über das Hohlgießen im Bereich der Lager 2, 3, 4 das Gewicht auf Vorgängerniveau gehalten werden. **Bild 3** zeigt den gesamten Kurbeltrieb.

### 2.3 Zylinderkopf, Zylinderkopfhaube

Die im Niederdruckguss hergestellten Aluminium-Vierventil-Zylinderköpfe sind mit Querströmung im Wassermantel gestaltet. 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 Brennraum wird komplett spanend bearbeitet, wie auch Teilbereiche der Ein- und Auslasskanäle. Die Lagerbrücke, die die Komponenten der VALVETRONIC aufnimmt, wird zusammen mit dem Zylinderkopf fertig bearbeitet. Im Zylinderkopf ist die Luftverteilungsleitung für die Sekundärluftzufuhr integriert, **Bild 4**.

Die Zylinderkopfhaube aus Kunststoff ist mit einer Gummiprofildichtung und Gummielementen an den Befestigungsschrauben akustisch vom Zylinderkopf

entkoppelt. In die Haube ist ein Labyrinthsystem und das Regelventil für die Ölabscheidung integriert. Die Stabzündspulen werden in der Zylinderkopfhaube zentriert und über Kunststoffrohre mit aufvulkanisierten Dichtungen zum Ölraum abgedichtet.

Der obere Kettenkastendeckel nimmt sowohl die VANOS-Magnetventile wie auch auf der linken Seite die Unterdruckpumpe auf, die den Unterdruck für die Bremskraftverstärkung liefert, **Bild 5**.

### 2.4 Zylinderkopfdichtung

Die Zylinderkopfdichtung ist eine dreilagige Stahlsickendichtung. Die Elastomer-Beschichtung wird im Siebdruck aufgebracht. Anstelle eines Falzblech-Stoppers wird das Zwischenblech mit einer geprägten Wellensicke ausgeführt. Sowohl die Anzahl der Wellen wie auch die Höhenprofilierung sind den Bauteilsteifigkeiten angepasst.

### 2.5 Nocken- und Ventiltrieb

Als Hauptstellglied in der VALVETRONIC-Laststeuerung des Motors kommt dem Ventiltrieb eine zentrale Bedeutung zu.

Die konstruktive Gestaltung und das Funktionsprinzip mit seinen thermodynamischen Vorteilen für den Ladungswechsel bauen auf dem VALVETRONIC-System auf, das bereits erfolgreich mit dem Reihenvierzylindermotor im 3er Compact in Serie gegangen ist. Die Beschreibung des Systems beschränkt sich deshalb auf die wesentlichen Merkmale der V-Motor-Variante, bei der aufgrund des größeren Zylinderabstands und der V-spezifischen Platzverhältnisse einige Komponenten angepasst werden mussten.

Der Antrieb der Nockenwellen erfolgt erstmals für BMW über Zahnkette, die bekannte Vorteile wie Wartungsfreiheit und Belastbarkeit mit einer deutlichen Verminderung der Geräuschentwicklung vereint. Das Layout des Kettentriebs ist als jeweils ein Dreieckstrieb für jeden Kopf gestaltet, **Bild 6**. Die Kettenführung erfolgt durch eine Gleitschiene zwischen den Nockenwellenrädern, eine Führungs- und eine Spannschiene, die sich auf einem hydraulischen Kettenspanner abstützt.

Die Ventilsteuerzeiten sind über hydraulische Nockenwellenversteller für Ein- und Auslassseite stufenlos verstell-

## 2 Konstruktive Merkmale

Technische Daten:		
Motor	N62B36	N62B44
Bauart	8 Zyl. V	8 Zyl. V
V-Winkel	90°	90°
Hubraum (cm <sup>3</sup> )	3600	4398
Bohrung/Hub (mm)	84/81,2	92/82,7
Zylinderabstand (mm)	98	98
Bankversatz	18 mm	18 mm
Hauptlager ø der Kw (mm)	70	70
Pleuellager ø der Kw (mm)	54	54
Pleuellänge	140 mm	140 mm
Leistung (kW)	200	245
bei Drehzahl (U/min)	6200	6100
Drehmoment (Nm)	360	450
bei Drehzahl (U/min)	3700	3600
Abregeldrehzahl (U/min)	6500	6500
Verdichtungsverhältnis	10,2	10,0
Motorgewicht (kg)	211	211
(Baugruppe 11 bis 13)		
Motorlänge (mm)	704	704
Kraftstoffauslegung (ROZ)	98	98
Zündfolge	1-5-4-8-6-3-7-2	1-5-4-8-6-3-7-2

Technische Daten des Rollenschlepphebeltriebs:		
Motor	3,6l	4,4l
Ventile/Zylinder	4	4
Einlassventil ø	32 mm	35 mm
Auslassventil ø	29 mm	29 mm
Ventihub Einlass	0,3 – 9,85 mm	0,3 – 9,85 mm
Ventihub Auslass	9,7 mm	9,7 mm
Ventilöffnungswinkel Einlass (max.-Hub)	282° Kw	282° Kw
Ventilöffnungswinkel Auslass	254° Kw	254° Kw
Vanos-Verstellbereich	60° / 60°	60° / 60°
Ein- / Auslass		
Ventilfeder Einlass F1/F2	178 N/460 N	178 N/460 N
Ventilfeder Auslass F1/F2	240 N/483 N	240 N/483 N

Tabelle 1: Motorhauptdaten  
Table 1: Main engine data

### 2.1 Kurbelgehäuse



Bild 2: Kurbelgehäuse mit Kettenkastendeckel  
Figure 2: Crankcase with timing chain cover

bar. Der Verstellbereich beträgt jeweils 60° (NW). Es kommen, wie beim Reihenvierzylindermotor, Flügelzellenversteller zum Einsatz, die bei gleichem Öldruck eine höhere Verstellgeschwindigkeit gegenüber Systemen mit Schrägverzahnung ermöglichen.

Wesentliches Merkmal der VALVETRONIC ist die zusätzliche Variabilität des Einlassventilhubs für eine drosselklappenfreie Laststeuerung. Die bekannten Elemente aus dem BMW Vierzylindermotor wie Exzenterwelle, Nockenwellen, Zwischenhebel, Schleppebel mussten für den kompakten Zylinderkopf der V-Motorenfamilie neu angeordnet werden, **Bild 7**.

Um den Anforderungen des V8-Motors an die Ventilhub-Gleichverteilung gerecht zu werden, kommen spezielle HVA-Elemente zum Einsatz, die eine Überprüfung des minimalen Ventilhubes in der Zylinderkopfmontage ermöglichen. Die Anforderungen an die Präzision der Mechanik erreichen mit diesem System eine neue Qualität für die Motorenfertigung.

### 2.6 Motorinterner Kühlkreislauf

Die Kühlmittelführung zum Zylinderkopf geht über die Kurbelgehäuse-Rückseite in den auslassseitigen Wassermantel des Kurbelgehäuses, der gegenüber dem Vorgänger deutlich kürzer gestaltet wurde, um sowohl den Temperaturhaushalt wie die Verzugseigenschaften der Laufbuchse den gestiegenen Anforderungen anzupassen, **Bild 8**.

Durch eine konsequente Weiterentwicklung des Querstromkühlungskonzepts im Zylinderkopf wurden die Druckverluste deutlich reduziert, gleichmäßigere Bauteiltemperaturen und eine Absenkung der 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.

### 2.7 Ölhaushalt

Der Ölhaushalt muss die Versorgung aller Lagerstellen, der Ölspritzdüsen für Kolbenkühlung, des Kettentriebs, des Kettenspanners, der Gleitschienen, der HVA-Elemente, der Ölspritzleisten für den Ventiltrieb und der vier VANOS-Versteller sicherstellen. Dazu war die Entwicklung einer völlig neuen Ölpumpe erforderlich.

Das Aluminium-Pumpengehäuse beinhaltet zwei, in separaten Kammern laufende Pumpenrotoren, sowie ein Regel- und ein Berstdruckventil. Damit konnten die Anforderungen aller Verbraucher im

Ölvolumenstrom selbst im Heißleerlauf bei minimaler Drehzahl sichergestellt werden. Durch die separate Anordnung der zwei unabhängig geschalteten Pumpenrotoren wurde die Pumpenantriebsleistung minimiert.

Unmittelbar an der Ölpumpe ist der Ölfilter angebracht. Dadurch konnten die Ölkanäle verkürzt werden, was sich positiv auf den Druckverlust und die Filtergröße auswirkt. Der Ölfilter ist über eine Öffnung in der Ölwanne von unten zugänglich. Die komplette Ölpumpen-/Filtereinheit, in die auch ein Ölholer integriert ist, wird direkt an die Kurbelwellenlagerdeckel verschraubt, **Bild 9**. Dadurch konnten Kettenspanner oder Einstellelemente für den Rollenkettenantrieb vermieden werden. Für die zuverlässige Ölversorgung des Zylinderkopfs beim Kaltstart sind drei Ölrückschlagventile im Zylinderkopf untergebracht.

Das Aluminium-Ölwanneoberteil hat im Frontbereich Anschraubpunkte für Sekundärriemenspanner und Lenkhilfepumpe. Die detailliert ausgesteifte Ölwanne trägt zusammen mit dem Kurbelgehäuse erheblich zur Versteifung des Motor-Getriebe-Verbands bei. 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. Diese Messgröße erlaubt zusammen mit den Betriebsparametern des Motors eine Aussage über die Restlaufstrecke bis zum nächsten Ölwechsel. Mit diesem System werden sich die Ölwechselintervalle für die BMW V8-Motoren auf durchschnittlich 30.000 km im Kundenbetrieb verlängern. Bei idealer Betriebsweise sind bis zu 40.000 km erreichbar. Die neuen V8-Motoren wurden von Beginn an für den Einsatz von „BMW Longlife-01 FE“-Motorölen vorbereitet, die besonders niedrig viskos und reibungsarm sind und damit einen Beitrag zur Kraftstoffverbrauchsreduzierung leisten.

### 2.8 Nebenaggregateantrieb

Der Nebenaggregateantrieb wurde als wartungsfreier Zweiriementrieb ausgelegt. Im Haupttrieb mit sechsrilligem Riemen liegen Kurbelwelle, Wasserpumpe, Generator und Lenkhilfepumpe einschließlich Konusspanner und Umlenckrolle, im Nebetrieb mit vierrilligem Riemen der Klimakompressor mit Konusspanner. Das Konzept wird aufgrund der hohen Flexibilität in der Aggregateanordnung in der V-Motoren-Familie durchgängig Anwendung finden können, **Bild 10**.

An der Wasserpumpe, an den Konusspannern und an den Umlenkrollen kom-

## 2.2 Kurbeltrieb



Bild 3:  
Kurbeltrieb  
Figure 3:  
Cranktrain

## 2.3 Zylinderkopf, Zylinderkopfhaube



Bild 4:  
Zylinderkopf  
Figure 4:  
Cylinder  
head



Bild 5:  
Zylinderkopf  
mit Zylinder-  
kopfhaube  
Figure 5:  
Cylinder head  
with cylinder  
head cover

## 2.5 Nocken- und Ventiltrieb



Bild 6: Kettentrieb  
Figure 6: Chain drive



Bild 7: Querschnitt VALVETRONIC-System  
Figure 7: Cross section VALVETRONIC system

## 2.6 Motorinterner Kühlkreislauf



Bild 8: Motorinterner Kühlkreislauf  
Figure 8: Internal cooling circuit

## 2.7 Ölhaushalt



Bild 9: Ölwanne, Ölpumpe und Ölfilter  
Figure 9: Oil sump, oil pump and oil filter

men zur Senkung von Gewicht und Geräuschentwicklung feinoptimierte Kunststoff-Riemenscheiben zum Einsatz. Die Riemenspanner in Konusbauweise wurden neu entwickelt und sind besonders leicht und kompakt.

### 2.9 Vollvariable Sauganlage

Eines der wesentlichen Ziele bei der Neuentwicklung des Motors war, das hohe Drehmomentniveau des Vorgängermotors weiter zu verbessern. Erreicht wurde dies durch die weltweit erste Sauganlage, bei der die Saugrohrlänge stufenlos variiert werden kann.

Die Anlage besteht aus einem luftdichten Magnesium-Außengehäuse und einem luftführenden verstellbaren Kunststoff-Innenteil, ihre prinzipielle Ausführung ist in **Bild 11** zu sehen. Der verlängerte Einlasskanal wird tangential an ein kreisförmiges Saugrohr angeschlossen. Die Saugrohr-Außenwand umfasst als feststehendes Kunststoffteil die ganze Anlage. Durch den drehbaren Läufer wird der Innenkanal definiert und der Lufttrittsbereich sowie der Einlauftrichter verstellt. Der zentrale Bereich im Inneren rund um die Wellen dient als Sammlervolumen.

Die kürzeste Saugrohrlänge entsteht, wenn der Einlauftrichter unmittelbar an den Einlasskanal anschließt. Durch die Drehung des Läufers um die Mittelachse wird die maximale Saugrohrlänge eingestellt. Es wird eine Verstellung der Einlasskanallänge von 230 auf 670 mm erreicht. Der Verstellwinkel ist im Wesentlichen von der Drehzahl abhängig. Bis 3500/min bleibt die längste Saugrohrstellung, darüber werden die Läufer stetig verkürzt. Der Verstellbereich beträgt 236° und wird in weniger als einer Sekunde überstrichen.

Für jede Zylinderbank gibt es vier Läuferringe. Aus Steifigkeitsgründen wurden

## 2.8 Nebenaggregateantrieb



Bild 10: Nebenaggregate-Riementrieb  
Figure 10: Ancillary belt drive

## 2.9 Vollvariable Sauganlage

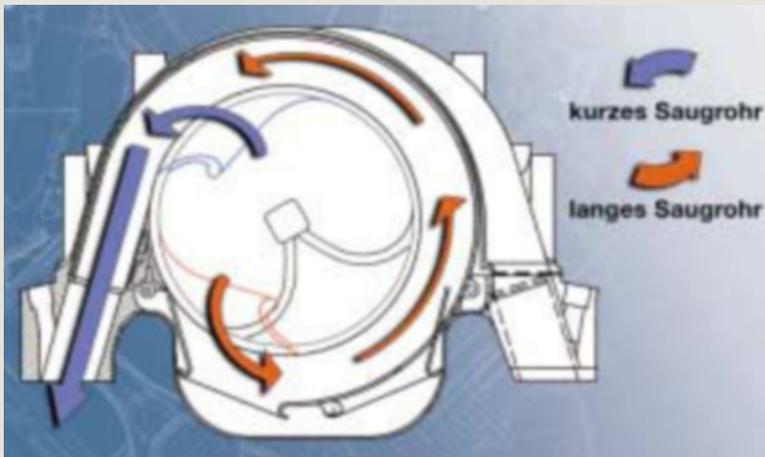


Bild 11: Sauganlage – Prinzipbild  
Figure 11: Intake system – design principle



Bild 12: Sauganlage  
Figure 12: Intake system

die vier Läufer einer Bank auf jeweils einer Welle platziert. Die beiden Wellen werden über ein Zahnradpaar synchronisiert, sie laufen gegensinnig. Eine gute Abdichtung des Läufers gegen das Kunststoffgehäuse durch dünne „Kolbenringe“ verhindert Übersprechen zwischen den einzelnen Zylindern und verbessert die Leistung der Anlage nochmals deutlich.

Als Material für das Kunststoffgehäuse und die Läufer wurde zur Gewährleistung der Form- und Temperaturbeständigkeit ein Duroplast-Werkstoff gewählt. Aus Gewichtsgründen wird die Außenschale der Anlage aus Magnesium hergestellt. Sie trägt die gesamte Konstruktion einschließlich der Anbauteile und sichert die erforderliche Dichtheit. **Bild 12** zeigt eine aufgeschnittene Sauganlage.

Das zur Verstellung der Läuferwellen erforderliche Antriebsmoment wird in der Antriebseinheit von einem Elektromotor über ein Schneckengetriebe erbracht. Die Antriebseinheit ist auf der Rückseite der Anlage montiert und wirkt auf nur eine Läuferwelle. Auf der Welle der Antriebseinheit sitzt ein Potentiometer zur Lagerückmeldung an die Motorsteuerung.

Die Sauganlage ist Träger für verschiedene Hilfseinrichtungen und Anbauten, wie Kurbelgehäuseentlüftung und Tankentlüftung. Ein integrierter Differenzdrucksensor stellt für beide Funktionen einen konstanten Unterdruck von 50 mbar sicher. Vor dem Verbau am Motor wird die vollvariable Sauganlage mit Kraftstoffleitung und Einspritzventilen zum kompletten Saugmodul vormontiert und über Blechsickendichtungen starr mit den Zylinderköpfen verschraubt.

Die Auslegung der Sauganlage erfolgte nahezu vollständig berechnungsgestützt. Aufgrund der komplexen Innengeometrie konnte die klassische 1-D Betrachtung mit Rohren und Behältern hier nicht angewendet werden. Deshalb wurde das Bauteil komplett dreidimensional abgebildet (FIRE) und in ein entsprechendes 1-D Motormodell (PROMO) integriert. Die in dieser Weise 1-D/3D-gekoppelte Berechnung liefert Zustandsdaten an jedem Ort der Sauganlage und zu jedem Zeitpunkt eines Arbeitsspiels.

Wichtigste Erkenntnis daraus war die sorgfältige Ausführung des Trichterbereichs im Übergang zwischen Schwingrohr und Sammler, um eine möglichst ebene Reflektion der Wellenfronten sicherzustellen und damit den Nachladeeffekt zu maximieren.

**Bild 13** zeigt die Strömung im Einlauf und im kreisförmigen Bereich des Saugrohrs in der Drehmoment- und Leistungsstellung.

## 2.10 Rücklauffreies Kraftstoffsystem

Die funktionalen Potenziale von Motoren mit VALVETRONIC-Laststeuerung – geringer Kraftstoffverbrauch sowie höchste Spontaneität und bestmögliche Laufruhe – basieren nicht zuletzt auf einer deutlich verbesserten Gemischbildung. Die Auslegung und Konstruktion des Kraftstoffeinspritzsystems muss auf die veränderten Ladungswechselbedingungen hin optimiert werden. Dies wurde beim neuen BMW V8-Motor zum einen über eine zielgerichtete Kraftstoffeinspritzung, zum anderen über eine verbesserte Kraftstoffhydraulik realisiert.

Die Einspritzventile wurden geometrisch so in das Saugrohr integriert, dass auf Grund der geringen Distanz zwischen Abspritzpunkt und Einlassventil ein großer Strahlkegelwinkel bei minimierter Wandfilmbildung umgesetzt werden konnte. Grundlegend unterstützt wurde diese konstruktive Gestaltung durch ein optimiertes Einspritzventil, dessen Abspritzpunkt weit in die Luftführung hineinragt.

Zur Realisierung einer optimalen Kraftstoffgleichverteilung wurden die beiden Kraftstoffrails für die rechte und linke Zylinderbank durch eine elastische Leitung miteinander verbunden, die Kraftstoffdruckschwankungen nahezu vollständig eliminiert. Weiterhin wurde durch eine verbesserte Kraftstoffeinspeisung ins Rail und durch eine gezielte Anpassung des Railvolumens das Hydrauliksystem so

abgestimmt, dass eventuell auftretende Resonanzen bei kleinstmöglichen Amplituden außerhalb des relevanten Betriebsbereichs liegen. Die verbleibenden Abweichungen der Kraftstoffgleichverteilung liegen nach erfolgter Optimierung bei maximal 1 %.

## 2.11 Sekundärluftsystem

Zur sicheren Einhaltung der weltweit schärfsten Abgasgesetze EU4 und US-LEV besitzt der neue BMW V8-Motor ein Sekundärluftsystem, bestehend aus einstufiger, elektrischer Sekundärluftpumpe, einem neu entwickelten Sekundärluftventil je Zylinderbank und in den Zylinderkopf integrierten Sekundärluftleitungen.

Die Pumpe saugt während der Warmlaufphase aus dem Luftfiltergehäuse Reinsluft an und fördert diese über Druckleitungen und Ventile in die Auslasskanäle des Zylinderkopfs. Ihre Einschaltdauer wird von der Motorelektronik in Abhängigkeit von Kühlmitteltemperatur, Motordrehzahl und Luftmasse gesteuert und beträgt maximal 90 s.

Durch Verwendung neu entwickelter Sekundärluftventile konnte auf eine Unterdruckansteuerung verzichtet werden. Die Sekundärluftventile werden durch den Pumpendruck der Sekundärluftpumpe geöffnet. Sobald diese abgeschaltet wird, schließen auch die Ventile und verhindern somit zuverlässig das Zurückströmen des Abgases.

## 2.12 Abgaskrümmer mit motornahem Katalysator

Kennzeichnend für die Abgasanlage sind die neu entwickelten luftspaltisolierten Abgaskrümmer mit innenhochdruck-umgeformten Rohren sowie neue motornah Hauptkatalysatoren mit Monolithen aus Dünnwandkeramik (4,3 mil/400 cpsi).

Bei den 4-in-2-in-1-Abgaskrümmern wurden unter Berücksichtigung der Zündfolge die jeweils vier Abgasrohre pro Zylinderbank auf zwei D-förmige Innenrohre zusammengeführt. Dieses Doppel-D endet in einer Düse, in der die Regelsonde so untergebracht wurde, dass sie von allen Zylindern gleichmäßig beaufschlagt wird. Die Düse ist hinsichtlich Durchmesser und Abrisskante in Verbindung mit dem luftspaltisolierten Kat-Eingangstrichter so ausgelegt, dass eine optimale Katalysatoranströmung erreicht wird.

Diese Abgaskrümmerkonstruktion ermöglicht die packagekonforme Darstellung eines Hauptkatalysators im Motorraum mit je 1,55 l Monolithenvolumen ( $\varnothing$  105,7 x 75 mm und  $\varnothing$  105,7 x 101,6 mm) für jede Zylinderbank. Der im Vergleich zum

## 2.9 Vollvariable Sauganlage

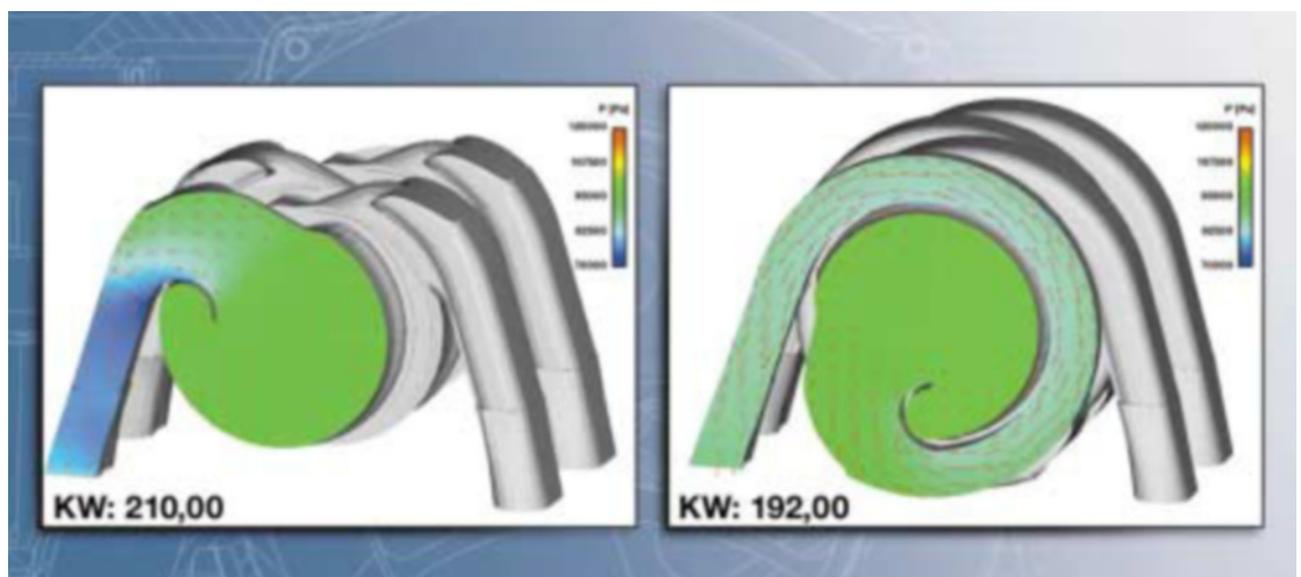


Bild 13: Strömungsverlauf in der Sauganlage  
Figure 13: Flow progress in the intake system

## 2.8 Nebenaggregateantrieb



Bild 14: Abgaskrümmer mit motornahem Katalysator  
 Figure 14: Exhaust manifold with close-coupled catalyst



Bild 15: Motorbauteile „Explosionsanordnung“  
 Figure 15: Engine components

Vorgänger kompaktere Krümmer bietet eine reduzierte Wärmekapazität, und durch die motornahen Anordnung der Hauptkatalysatoren wird ein schnellstmögliches Erreichen der optimalen Katalysatortemperatur sichergestellt, **Bild 14**. Die Monitorsonde ist im luftspaltisolierten Auslasstrichter untergebracht. Dieses motornahen Gesamtsystem Abgaskrümmer/Katalysator ermöglicht die Erreichung der EU4- und US-LEV-Emissionsgrenzwerte; es konnte somit auf aufwändigere Konzepte mit zusätzlichen Unterbodenkatalysatoren verzichtet werden.

Für die Serienmontage wurde wie

bereits beim Vorgängermotor die Verschraubung zum Zylinderkopf konstruktiv so gestaltet, dass eine automatische Schraubstation zum Einsatz kommen kann. Dies ermöglicht optimale Verschraubungsverhältnisse durch zeitgleiches Anziehen aller Muttern auf die vorgegebenen Anzugsmomente.

Für Kundendienstbelange wurde darauf geachtet, dass ohne Demontage des Motors die Krümmer mit den Katalysatoren im Fahrzeug ausgebaut werden können. Ebenso sind alle Lambdasonden mit handelsüblichen Werkzeugen im Fahrzeug zugänglich.

Die angestrebte hohe Entwicklungsqualität sowie die Effizienz des Entwicklungsablaufs wurden durch ein differenziertes System von Entwicklungswerkzeugen umgesetzt. Im Mittelpunkt stehen dabei methodische Elemente, problemangepasste Berechnungsverfahren für die Abgasströmung mit Katalysatorbeaufschlagung und mechanischen Belastungen sowie verschiedene Komponentenprüfungen.

## 3 Zusammenfassung

Mit dem komplett neu entwickelten V8-Ottomotor in den Hubraumvarianten 3,6 l und 4,4 l ist es BMW gelungen, innerhalb einer Entwicklungszeit von deutlich unter 36 Monaten die vorgegebenen anspruchsvollen Entwicklungsziele zu erreichen. Eine „Explosionsanordnung“ der Motorbauteile zeigt **Bild 15**.

Durch die führende Konzeption mit den innovativen BMW Entwicklungen VALVETRONIC und vollvariable Sauganlage wird eine Kombination von Produkteigenschaften erreicht, die bisher bei Ottomotoren nicht vorstellbar war.

Der 4,4-l-Motor erreicht mit 245 kW und einem Verbrauch von nur 10,9 l/100km in der neuen 7er-Limousine eine völlig neue Dimension von kundenwerten Produkteigenschaften. Gleichzeitig erfüllen die Motoren die weltweit schärfsten Emissionsvorschriften inklusive der in Europa erst ab 2005 zur Anwendung kommenden EU4 und erreichen Ölservice-Intervalle bis zu 40.000 km.

Eine ausführliche Darstellung der funktionalen Eigenschaften dieses Motors folgt in einem später erscheinenden Artikel.

## Literaturhinweise

- [1] Brox, W.; Fischer, A.; Hofmann, R.; Rech, H.; Schlott, H.; Ziermann, P.: Die neuen BMW V8-Motoren. In: MTZ 53 (1992), Nr. 5
- [2] Brox, W.; Fischer, A.; Hofmann, R.; Rech, H.; Schlott, H.; Ziermann, P.: Die neuen BMW V8-Motoren. In: MTZ 53 (1992), Nr. 7/8
- [3] Bauer, R.; Brox, W.; Fischer, A.; Hofmann, R.; Lemberger, H.; Städter, J.: BMW V8-Motoren – Steigerung von Umweltverträglichkeit und Kundennutzen. In: MTZ 57 (1996), Nr. 2
- [4] Absmeier, C.; Fischer, A.; Klering, M.; Riedl, W.; Sailer, W.; Städter, J.: BMW V8-Motoren – Lösungen für mehr Umweltverträglichkeit und Kundennutzen. In: MTZ 59 (1998), Nr. 2
- [5] Flierl, R.; Hofmann, R.; Landerl, C.; Melcher, T.; Steyer, H.: Der neue BMW Vierzylinder-Ottomotor mit VALVETRONIC. In: MTZ 62 (2001), Nr. 6

**Enjoy It in English!**  
 For an English version of this article, see **MTZ worldwide**  
 For information on subscriptions, just call us or send an email or fax.

**MTZ** Vieweg Verlag Postfach 1546 D-65173 Wiesbaden  
 Hotline 06 11/78 78-151 Fax 06 11/78 78-423  
 email: vieweg.service@bertelsmann.de

**1/1**

**APO/Visteon**

**S. 641**