

Der neue BMW Achtzylindermotor mit VALVETRONIC

Teil 2: Funktionale Eigenschaften

Mit dem neuen 7er ist ein Fahrzeug der automobilen Oberklasse mit einem außergewöhnlich hohen Innovationsgehalt entstanden. Diesem Anspruch wird auch der Antrieb mit einem neuen Sechsgang-Automatikgetriebe und dem neuen V8-Motor mit VALVETRONIC gerecht. Mit der Einführung dieser Technologie auch bei den neuen Achtzylindermotoren dokumentiert BMW, dass die VALVETRONIC für den kurzfristigen Einsatz in der Großserie geeignet ist und als Basistechnologie zur Verbrauchsreduzierung für alle Motorbauweisen und Märkte eingesetzt wird. Neben der signifikanten Verbrauchsreduzierung werden mit den neuen V8-Motoren auch absolute Spitzenwerte im spezifischen Drehmoment und in der spezifischen Leistung erreicht.



1 Einleitung

Automobile der gehobenen Fahrzeugklasse sind mehr denn je den traditionellen Zielkonflikten in der Entwicklung ausgesetzt. Einerseits wird von Fahrzeugen dieser Klasse ein optimaler Komfort, maximale Fahrleistungen und eine technologische Spitzenstellung erwartet, andererseits müssen auch diese Fahrzeuge den ökologischen Forderungen nach deutlichen Verbrauchsabsenkungen und niedrigsten Emissionen folgen.

Dass es Mittel und Wege gibt, diesen Zielkonflikt durch den konsequenten Einsatz geeigneter Technologien bestmöglich zu lösen, wird mit den neuen V8-Motoren von BMW dokumentiert. Wenn auch ein V8-Motor nicht die geeignete Basis für ein Drei-Liter-Auto ist, so kann man doch auch in diesem Segment einen wesentlichen, umweltwirksamen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten. Mit der VALVETRONIC steht eine Technologie zur Verfügung, die vom Vier- bis zum Zwölfzylindermotor eingesetzt werden kann, die unabhängig von der Kraftstoffqualität ist und die in allen Fahrzeugsegmenten das derzeit größte Potenzial zur Verbrauchsreduzierung besitzt.

2 VALVETRONIC-Motorenbaureihe

Der neue Achtzylindermotor von BMW ist das zweite Mitglied einer neuen Motorenbaureihe, die mit dem neuen Vierzylindermotor von BMW vor kurzem vorgestellt wurde, **Bild 1**.

Das prägende Element dieser neuen Motorenbaureihe ist technologischer Natur: die VALVETRONIC. Die Anforderungen an diese neuen Motoren sind daher in ihren wesentlichen Merkmalen sehr ähnlich:

- eine mindestens zweistellige Verbrauchsverbesserung gegenüber dem Vorgänger
- Erfüllung der niedrigsten Emissionsgrenzwerte
- Spitzenwerte in Drehmoment und Leistung.

Aus den Rahmenbedingungen einer Motorenbaureihe ergeben sich darüber hinaus natürlich auch Synergieeffekte, die in verschiedenen Bereichen wiederzufinden sind:

- hoher Gleichteileanteil bei Motorkomponenten
- weitgehende Funktionsgleichheit im Bereich der Motorsteuerung
- mit dem Vierzylindermotor abgestimmtes Entwicklungskonzept und synchronisierter Entwicklungsablauf.

Durch das bestimmende Technologiemerkmal war es naheliegend, dass die Komponenten der VALVETRONIC weitgehend gleich sind und nur in Ausnahmefällen für den Achtzylindermotor spezifische Anpassungen erlaubt waren. So sind die VANOS-Verstelleinheiten, Ventile, HVA-Elemente, Schleppebel, der VALVETRONIC-Zwischenhebel, der VALVETRONIC-Verstellantrieb, das VALVETRONIC-Sensorkonzept und das VALVETRONIC-Steuergerät identisch oder konzeptionell gleich.

Darüber hinaus ergaben sich aus dem Konzept der Motorbaureihe ähnliche Gleichteilemerkmale, so dass auch Zündspulen, Kurbelwellen- und Nockenwellengeber, Klopfsensoren, Drucksensoren, λ -Sensoren, Einspritzdüsen bis hin zur Motorsteuerung dem konzeptionellen Gleichheitsgrundsatz folgen.

Ebenso wie bei den Hardware-Komponenten sind gerade bei einer grundlegend neuen Technologie die „Software-Komponenten“ ein charakteristisches Merkmal und ermöglichen entsprechende Synergieeffekte. Dies gilt in zweierlei Hinsicht:

1. Der Aufbau einer Wissensbasis in Bezug auf das motorische Verhalten im physikalischen Neuland der VALVETRONIC ist bei ähnlichen Motorkonzepten prinzipiell gleich.
2. Die Steuerung des Motors auf Basis der vorher angesprochenen neuen physikalischen Randbedingungen erfordert eine

Die Autoren



Dipl.-Ing. Johannes Liebl ist Hauptabteilungsleiter Funktionen Ottomotor im Bereich Antriebsentwicklung der BMW Group.



Dr.-Ing. Manfred Klütting ist Abteilungsleiter Funktionen VALVETRONIC-Motoren im Bereich Antriebsentwicklung der BMW Group.



Dipl.-Ing.(FH) Dietrich Achilles ist Teamleiter Funktionen VALVETRONIC-Motoren im Bereich Antriebsentwicklung der BMW Group.



Dipl.-Ing. Friedrich Munk ist Abteilungsleiter Motorelektronik-System im Bereich Antriebsentwicklung der BMW Group.

2 VALVETRONIC-Motorenbaureihe



Bild 1: Neue Motorenbaureihe mit VALVETRONIC
Figure 1: New series of engines with VALVETRONIC

vollkommen neue Funktionalität in der digitalen Motorsteuerung, die aber in ihren wesentlichen Merkmalen vollkommen identisch ist.

Auch im Bereich der Produktentwicklung waren durch den geringen zeitlichen Abstand der Entwicklung von Vier- und Achtzylindermotor die Anforderungen nahezu identisch: verkürzter Produktentstehungsprozess von 30 Monaten, reduzierter Hardware-Aufwand sowie erhöhte

Anforderungen an die Produktqualität bei erhöhter Produktkomplexität.

3 Motorische Eigenschaften

Zu den bereits erwähnten konzeptionellen Merkmalen der neuen Motorenbaureihe gehört die VALVETRONIC, die mit dem Prinzip der „drosselfreien Laststeuerung“ die Ladungswechselverluste in einem weiten Betriebsbereich deutlich reduziert. Um

das gewählte thermodynamische Verfahren des „frühen Einlassschlusses“ zu realisieren, ist ein mechatronisches Ventilhubverstellungssystem zur Darstellung einer variablen Ventilöffnungsdauer und eine Phasenverstellung der Nockenwellen zur Einstellung des gewünschten Schließzeitpunkts notwendig, **Bild 2**. Die Phasenverstellung der Auslassnockenwelle dient ausschließlich zur Restgassteuerung. Sie ist ein effizientes Mittel und ein wesentlicher Bestandteil, um im Bereich kleinster Ventilhube mit zunehmender Drosselung den Wirkungsgrad zu verbessern [1].

Die prinzipiellen Eigenschaften der VALVETRONIC bestimmen in weiten Bereichen das Verhalten des Motors. Neben der ursächlichen Motivation der „drosselfreien Laststeuerung“ sind besonders die Vorgänge am Ventilschlitz prägend für das Betriebsverhalten des Motors in der Teillast und im unteren Lastbereich. Ventilhube von weniger als 2 mm erzeugen eine Ladungsbewegung mit hohem Turbulenzniveau und eine fast ideale Gemischaufbereitung. Diese Eigenschaften sorgen für eine sehr schnelle und robuste Verbrennung, die eine hohe Laufruhe, sehr gute Kaltstarteigenschaften und einen sicheren Warmlauf garantiert [1].

Wenn auch in weiten Bereichen der VALVETRONIC-Entwicklung die gleichen methodischen Werkzeuge und Erkenntnisse beim Vier- und Achtzylindermotor genutzt werden konnten, so ist durch die unterschiedlichen Zylinderzahlen und die unterschiedlichen Bauformen von R- und V-Motoren eine höhere Komplexität beim V8-Motor gegeben. Zu den Besonderheiten des V8-Motors zählen insbesondere:

- eine Laststeuerung mit zwei mechanisch unabhängigen Zylinderbänken
- ein im Vergleich zum Vierzylindermotor sehr geringer Luftbedarf im Leerlauf pro Zylinder

Die Bauform eines V8-Motors und das Prinzip der VALVETRONIC erfordern es, dass pro Zylinderbank die Laststeuerkomponenten (Ventilhubverstellung und VANOS-Steller) vorhanden sein müssen. Die im Bereich der Mechanik nicht zu vermeidenden Toleranzen und der sehr geringe Luftbedarf pro Zylinder im Leerlauf machen es notwendig, dass die angesaugten Luftmassen der beiden Zylinderbänke abgeglichen werden. Da alle Zylinder über einen gemeinsamen Luftsammler versorgt werden und nur ein Luftmassenmesser vorhanden ist, können die bekannten Verfahren zur Bank-Synchronisation nicht angewendet werden. Deshalb wurde ein neues Verfahren, der sogenannte Zylinderbankabgleich, entwickelt.

3 Motorische Eigenschaften

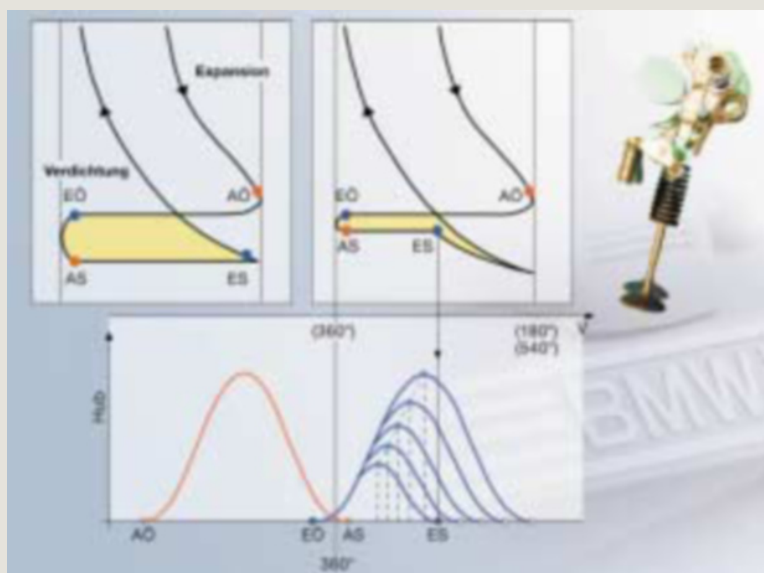


Bild 2: Prinzip „früher Einlassschluss“
Figure 2: Principle of „early intake closure“

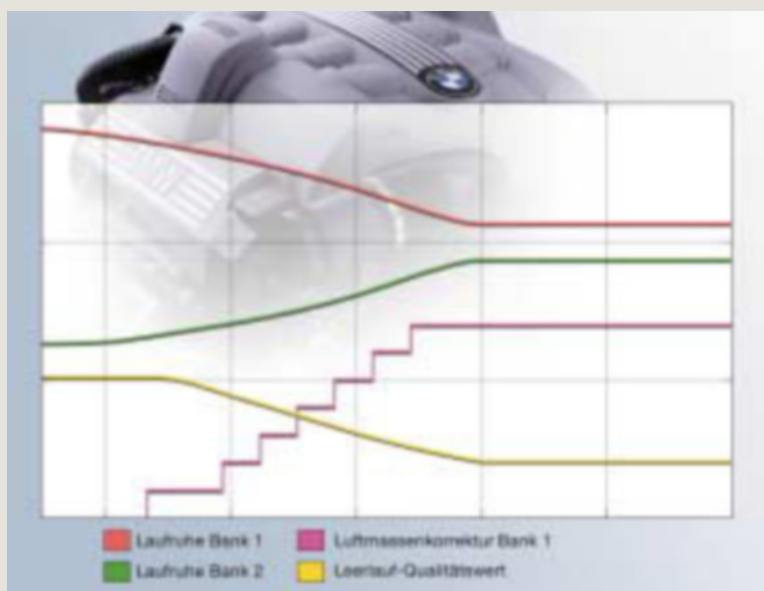


Bild 3: Zylinderbankabgleich
Figure 3: Cylinder bank adjustment

Aus den in der Motorsteuerung vorhandenen Zylinder-Laufunruhwerten der Aussetzererkennung, die ein Maß für die Drehmomentabgabe der Zylinder sind, wird für jede Zylinderbank ein mittlerer Laufunruhwert errechnet. Ergibt sich dabei ein relativer Unterschied, der einen empirischen Schwellwert übersteigt, so wird die Luftmasse der Zylinderbank mit der geringeren Drehmomentabgabe angehoben bis der Schwellwert unterschritten wird, **Bild 3**.

Eine weitere Verbesserung lässt sich erzielen, wenn man neben den Laufunruhwerten auch die Einspritzzeiten pro Zylinderbank auswertet. Bei aktiver, bankweiser stetiger λ -Regelung sollten bei gleicher Zylinderfüllung die Einspritzzeiten gleich sein. Wird auch hier ein relativer Unterschied erkannt, so wird die Luftmasse der Zylinderbank mit der geringeren Füllung so lange angehoben, bis die Einspritzzeiten beider Zylinderbänke gleich sind. Mit dieser Funktionalität, das heißt durch den sinnvollen Einsatz von Software, ist es möglich, Problembereiche auf der mechanischen Seite des Motors auszugleichen, den Aufwand in Grenzen zu halten und einen optimalen Motorlauf darzustellen.

4 Motorsteuerung und Fahrzeugintegration

Für den neuen Achtzylindermotor wurde die bereits im Rahmen der neuen Vierzylindermotoren vorgestellte modular konzipierte digitale Motorsteuerung ME9 der Robert Bosch GmbH eingesetzt [2]. Lediglich die zusätzlich notwendigen Endstufen und ein zusätzlicher Klopfbaustein sind als Bestückungsoption für die Anpassung an den Achtzylindermotor notwendig, **Bild 4**. Das ebenfalls modular aufgebaute VALVETRONIC-Steuergerät [2] wurde in entsprechender Weise auf die Anforderungen des Achtzylindermotors mit je einem Ventilhubverstellungssystem pro Zylinderbank auf Vollbestückung erweitert.

Durch den Serienanlauf in dem innovativen Fahrzeugkonzept des neuen 7ers waren neben den motorspezifischen Änderungen insbesondere auch fahrzeugspezifische Funktionsanpassungen umzusetzen. Im sogenannten „Bordnetz 2000“ wurden hier unter anderem folgende Funktionen realisiert:

- Wakeup-Konzept
- Netzwerkmanagement
- CheckControl-Konzept mit Übermittlung der relevanten Motoranzeigen über ereignisgesteuerte CAN-Botschaften durch die DME
- Gatewayfunktion mit Diagnose und Programmierung über CAN

4 Motorsteuerung und Fahrzeugintegration



Bild 4: Motorsteuerung ME9

Figure 4: ME9 engine management system



Bild 5: Stufentempomatfunktion im Kombiinstrument

Figure 5: Stage cruise control function in the instrument cluster

- Powermanagement mit Ladebilanzberechnung, Batteriezustandsmodell, Ruhestrommonitoring
- programmierbare Geschwindigkeitsregelung.

4.1 Programmierbare Geschwindigkeitsregelung (Stufentempomat)

Die Funktionalität von heute verfügbaren Geschwindigkeitsreglern wurde grundlegend

erweitert. Gegenüber den bisher bekannten Systemen kann der Fahrer bei der „programmierbaren Geschwindigkeitsregelung“ bereits im Stand bis zu sechs verschiedene Wunschgeschwindigkeiten abspeichern. Diese sogenannten Geschwindigkeitsmarken werden – nach Aktivierung der Funktion – im Kombiinstrument als abgesetzte Punkte innerhalb des Geschwindigkeitskranzes dargestellt und können über eine zusätzliche Tippstu-

fe („Überdrücken“) des klassisch ausgeführten FGR-Bedienhebels abgerufen werden, **Bild 5**.

4.2 Systemüberwachung

Das Systemdesign der VALVETRONIC ist generell auf äußerste Robustheit und höchst mögliche Verfügbarkeit ausgelegt. Diagnose und Überwachungsfunktionen monitoren kontinuierlich die Komponenten- und Systemfunktionen.

Beispielsweise ermöglicht der redundante Aufbau des Exzenterwellensensors eine Plausibilisierung der Ist-Position auf Basis des Vergleichs des Führungssensorsignals mit dem Referenzsensordesign. Bei Ausfall einer Signalquelle kann das System über das verbleibende Signal in den entsprechenden Ersatzbetrieb überführt werden.

Die im Systemverbund weiterhin vorhandene Drosselklappe ermöglicht neben der primären Funktion, die Einstellung eines Unterdruckes von 50 mbar für die Tankentlüftung, in diesem Zusammenhang einen besonders komfortablen Ersatzbetrieb bei Totalausfall einer VALVETRONIC-Komponente oder -Funktion.

4.3 Wartungsstrategie

Mit den neuen V8-Motoren mit VALVETRONIC im neuen 7er ist auch eine neue, bedarfsorientierte Wartungsstrategie umgesetzt worden. Die Länge eines Wartungsintervalls wird im Wesentlichen durch die Schmierfähigkeit des Öls, das heißt durch den Ölzustand bestimmt. Mit einem gemeinsam mit TEMIC entwickelten Ölzustandssensor und einem intelligenten Auswerte-Algorithmus des Lastkollektivs kann das Ölwechselintervall sehr zuverlässig und bedarfsgesteuert bestimmt werden. Der Ölzustandssensor beruht auf einem kapazitiven Messprinzip und liefert die Messgrößen Ölniveau, Öltemperatur und Permittivitätszahl ϵ_r des Motoröls.

Die Sensorsignale werden über eine digitale BSD-Schnittstelle von der Motorsteuerung eingelesen. Zur Beurteilung des Ölzustands werden neben den Sensorsignalen noch eine Reihe weiterer Motorbetriebsparameter herangezogen, die Auskunft über das Lastkollektiv geben, das auf das Motoröl einwirkt. Die so gewonnenen Informationen können den Fahrer vor einem zu niedrigen Ölstand warnen, und sie zeigen ihm die verfügbare Restlaufstrecke des Motoröls an, **Bild 6**.

5 Emissionskonzept

Bei der Zielsetzung für den neuen BMW Achtzylindermotor war klar, dass er nicht

4.3 Wartungsstrategie



Bild 6: Ölzustandssensor
Figure 6: Oil quality sensor

5 Emissionskonzept



Bild 7: Luftspaltisolierter Krümmer mit motornahem Katalysator
Figure 7: Air gap insulated manifold with closed coupled catalytic converter

5 Emissionskonzept

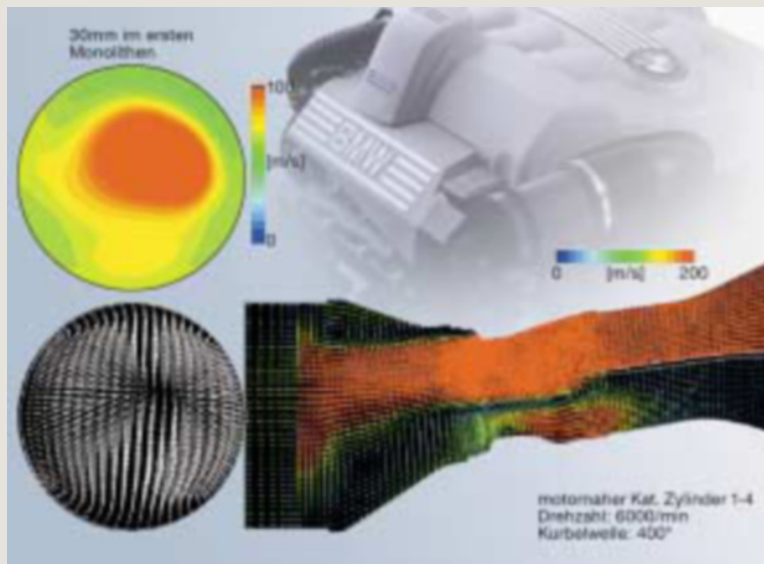


Bild 8: Katalysatoranströmung

Figure 8: Air flow towards the catalytic converter

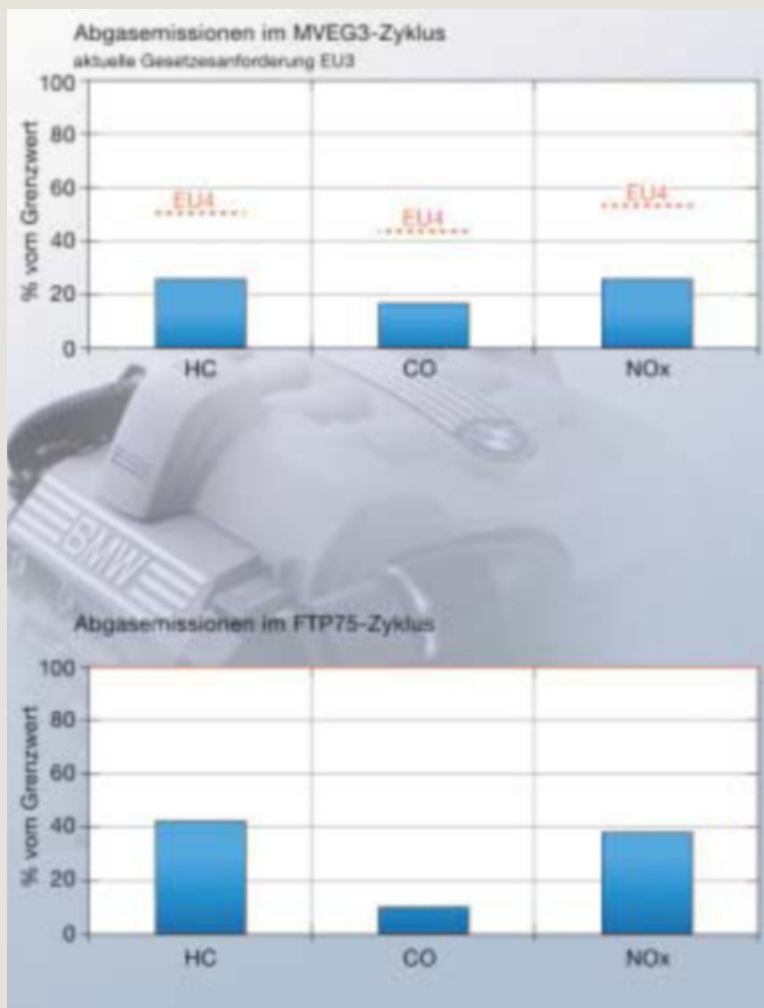


Bild 9: Emissionswerte im MVEG III und FTP 75

Figure 9: Emission values in the MVEG III and FTP 75 cycle

nur die weltweit aktuell gültigen Emissionsgrenzwerte erfüllen muss, sondern auch auf die Erfüllung der zukünftig zu erwartenden Grenzwerte vorbereitet sein muss. Daher lag es nahe, das bisher eingesetzte Emissionskonzept mit den Erfahrungen des motornahen Hauptkatalysators der Sechszylindermotoren zu kombinieren und weiterzuentwickeln [3].

Die neu entwickelten luftspaltisolierten, kompakten Abgaskrümmern sorgen für eine deutlich reduzierte Wärmekapazität der Abgasanlage. Die sehr motornahen Anordnung der Hauptkatalysatoren begünstigt ein schnelles Erreichen der optimalen Arbeitstemperatur der Katalysatorbeschichtung schon kurz nach dem Motorstart, **Bild 7**.

Am Hauptkatalysator kommen Monolithen aus Dünnwandkeramik (4mil/400cpi) mit einer neuen, verbesserten, hochtemperaturfesten Palladium/Rhodium-Beschichtung zum Einsatz. Diese sorgt vor allem in Verbindung mit Sekundärlufteinblasung für ein schnelles „Anspringen“ der Katalysatoren. Die Einschaltdauer der Sekundärluftpumpe wird maßgeblich von der durchgesetzten Luftmasse nach dem Motorstart beeinflusst und beträgt maximal 90 s. Dies gewährleistet vor allem bei Fahrzeugen mit stark gealterten Katalysatoren die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte.

Da ein kompakter, kurzer Abgaskrümmern in der Regel zu Leistungseinbußen aufgrund mangelnder Abgasdynamik führt, wurde diesem Punkt besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Durch eine intensive, rechnergestützte Auslegung wurde ein Krümmernkonzept gefunden, das sowohl eine möglichst lange, getrennte Abgasführung der Zylindergruppen ermöglicht und trotzdem eine vergleichsweise gleichmäßige Anströmung und Erwärmung des Katalysators möglich macht, **Bild 8**.

Die optimale Funktionsweise des Abgasnachbehandlungssystems wird durch eine „Stereo- λ -Regelung“ mit zwei Breitband-Lambdasonden vor und zwei Sprungsonden nach den Katalysatoren in Verbindung mit der stetigen λ -Regelung gewährleistet. Die stetige λ -Regelung bietet unter anderem den Vorteil, von $\lambda=1,0$ abweichende Betriebsbereiche geregelt fahren zu können (Volllast, Bauteilschutz, Warmlauf). Zusätzlich können Gemischabweichungen unter den Einzelzylindern sehr gut ausgeregt werden, was zu einer höheren Gesamtkonvertierung des Systems beiträgt.

Mit dem oben beschriebenen Emissionsnierungssystem des neuen Achtzylindermotors mit VALVETRONIC werden im

neuen 7er selbstverständlich alle zur Zeit weltweit gültigen Emissionsgrenzwerte erfüllt. Darüber hinaus werden die in Europa ab 2005 gültigen Emissionsgrenzwerte (EU4-Norm) bereits heute mit deutlichem Abstand unterschritten, ebenso wie die in USA geforderten LEV-Standards, **Bild 9**.

6 Vollast

Die konsequente Ladungswechselauslegung, eine sorgfältig abgestimmte Saug- und Abgasanlage garantieren sowohl spezifische Spitzenwerte als auch einen fülligen Drehmomentverlauf. Einen wesentlichen Anteil daran hat die variable Sauganlage mit stufenlos verstellbaren Saugrohlängen [3].

In Kombination mit den prinzipiellen Freiheitsgraden der VALVETRONIC, variabler Einlassschluss und Unabhängigkeit vom Sammlervolumen, können saugseitig optimale Verhältnisse für einen guten Ladungswechsel in allen Drehzahlbereichen dargestellt werden.

Die neuen BMW Achtzylindermotoren mit VALVETRONIC werden mit 3,6 l und 4,4 l Hubraum angeboten. Gegenüber dem Vorgänger stieg in der unteren Hubraumstufe das Hubvolumen um zirka 3 % von 3,5 auf 3,6 l, das maximale Drehmoment wurde jedoch um zirka 4,5 % von 345 auf 360 Nm angehoben und die maximale Leistung stieg um 11 % von 180 auf 200 kW, **Bild 10**.

Bei der 4,4 Liter Variante ist bei gleichem Hubraum das maximale Drehmoment um zirka 2 % von 440 Nm auf 450 Nm und die Leistung um 16 % von 210 kW auf 245 kW angehoben worden, **Bild 10**. Im Wettbewerbsumfeld markiert der neue Achtzylindermotor mit bis zu 103 Nm/l und über 55 kW/l absolute Spitzenwerte, **Bild 11**.

Für den subjektiven Fahrleistungseindruck ist die Gestaltung der Drehmomentkurve und die Auslegung des Antriebsstrangs von besonderer Bedeutung.

Beim neuen BMW Achtzylindermotor kommt noch eine Besonderheit hinzu, die durch die VALVETRONIC gegeben ist. Durch die „drosselfreie Laststeuerung“ ergibt sich ein sehr spontanes Ansprechverhalten, da der Befüll- und Entleervorgang des Sammlers bei offener Drosselklappe entfällt.

Der füllige Drehmomentverlauf und das spontane Ansprechverhalten führen im neuen 7er in Kombination mit dem neuen Sechsgang-Automatikgetriebe [4] nicht nur subjektiv zu deutlich verbesserten Anfahrleistungen, auch die objektiven Fahrleistungen des Vorgängers werden

6 Vollast

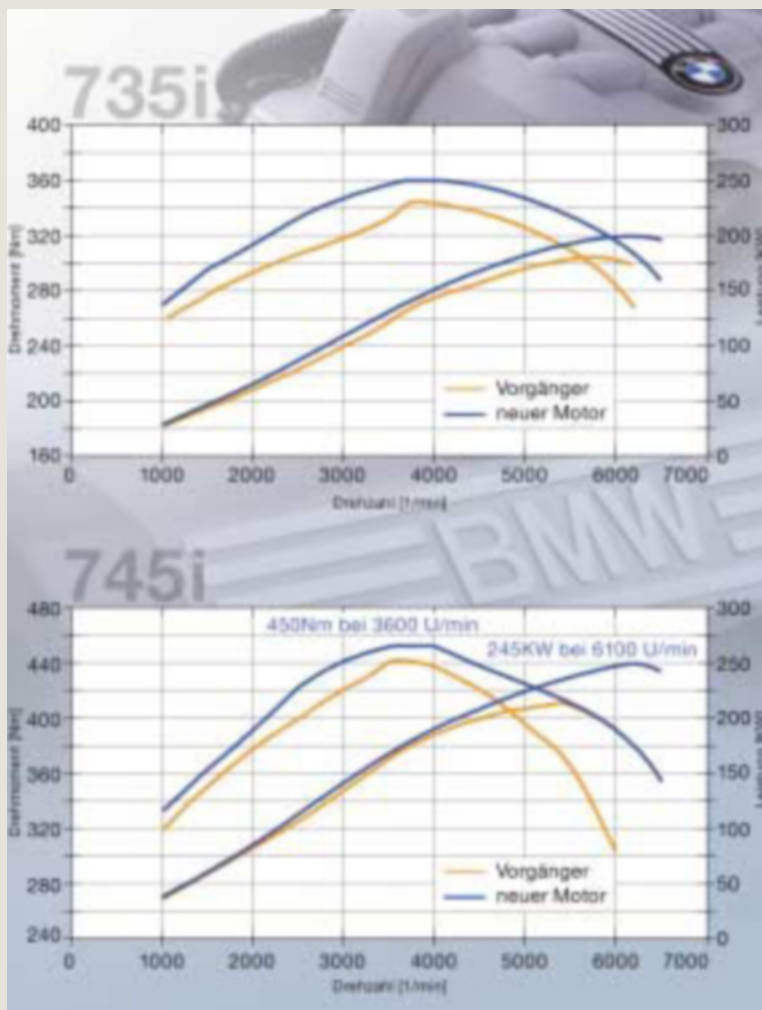


Bild 10: Vollastdaten 3,6 l und 4,4 l VALVETRONIC im Vergleich zu den Vorgängermotoren

Figure 10: Full load data for the 3.6 l and 4.4 l VALVETRONIC compared to their predecessors

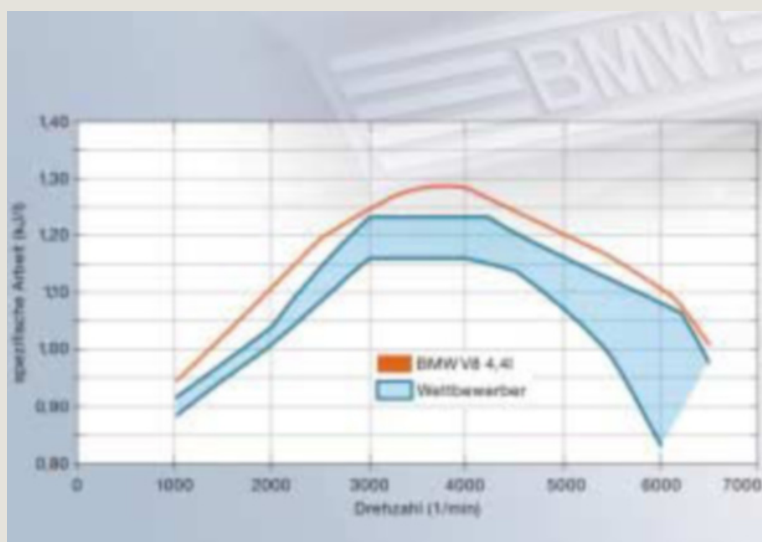


Bild 11: Spezifische Arbeit im Wettbewerbsvergleich

Figure 11: Specific performance compared to competitors

deutlich übertroffen. Im Wettbewerbsumfeld des 7ers werden somit Fahrleistungen möglich, die einen Vergleich auch mit hubraumgrößerem Antrieben nicht zu scheuen brauchen.

7 Verbrauch

Eines der wesentlichen Entwicklungsziele des neuen BMW Achtzylindermotors war eine signifikante Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs. Durch den Einsatz der VALVETRONIC und durch Reibleistungsoptimierungen im Kurbel- und Ventiltrieb konnte eine Verbrauchsverbesserung gegenüber dem Vorgängermotor in dem repräsentativen Teillastbetriebspunkt bei 2000/min und $0,2 \text{ kJ/dm}^3$ von über 12 % erreicht werden, **Bild 12**.

Mit einem spezifischen Kraftstoffverbrauch von 345 g/kWh (4,4-l-Motor) liegt der neue BMW Achtzylindermotor deutlich niedriger als die überwiegende Anzahl der Wettbewerbsmotoren, **Bild 13**. Im Motorleerlauf werden Verbrauchsvorteile von 20 % erreicht. Damit liegen die neuen Achtzylindermotoren deutlich unter konventionellen Drossel-Ottomotoren.

Die größten Verbrauchsvorteile werden durch die drosselfreie Laststeuerung erreicht, diese sind bei niedriger Motorlast am größten und nehmen zur Volllast hin ab [3]. Mit einer moderaten Verdichtungslegung von $\varepsilon=10$ wird ein minimaler spezifischer Kraftstoffverbrauch von 240 g/kWh erreicht. In Kombination mit einer neuen, temperaturstabileren Katalysatorbeschichtung können so auch bei hohen Lasten und Drehzahlen günstigere Kraftstoffverbräuche als mit dem Vorgängermotor gefahren werden, **Bild 12**.

Diese motorischen Maßnahmen führen zusammen mit dem neuen Sechsgang-Automatikgetriebe im MVEG III-Zyklus im neuen 7er zu hervorragenden Verbrauchswerten in dieser Fahrzeugklasse. Mit einem Verbrauch von $10,7 \text{ l/100 km}$ (735i) und $10,9 \text{ l/100 km}$ (745i) setzt BMW neue Maßstäbe, weit unterhalb dessen, was bisher in dieser Fahrzeugklasse üblich war. Damit werden Verbrauchsverbesserungen von bis zu 14 % im MVEG III erreicht, **Bild 14**.

Bei gemäßigter Fahrweise [5] lassen sich im Kundenverbrauch durchaus Kraftstoffverbräuche von weniger als 10 l/100 km erreichen. Auch bei sehr sportlicher Fahrweise mit häufigen Anteilen im oberen Geschwindigkeitsbereich liegen die Verbrauchswerte unter denen des Vorgängers, obwohl die Fahrleistung deutlich verbessert wurde und der Luftwiderstand aufgrund des größeren Fahrzeugs größer geworden ist. In diesem Spannungsfeld

zwischen Fahrleistung und Verbrauch kann sich der neue 7er sichtbar vom Wettbewerb absetzen, **Bild 15**. Mit den neuen Achtzylindermotoren mit VALVETRONIC hat es der Kunde mehr als bisher selbst in der Hand, durch seinen individuellen Fahrstil den Verbrauch zu reduzieren.

8 Schlussbemerkung

Die Hauptanforderungen an bestehende und zukünftige Fahrzeugantriebe werden

vom Kunden und vom Gesetzgeber bestimmt. Neben den dominierenden Leitmotiven Verbrauch und Emission sind aber nicht minder die Forderungen nach mehr Drehmoment, Leistung und Komfort zu erfüllen.

Dem Verbrauch kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu, neben der begleitenden politischen Diskussion wird er zunehmend als Indikator für den Technologiestatus des Produkts angesehen. Mit dem neuen Achtzylinder-

7 Verbrauch

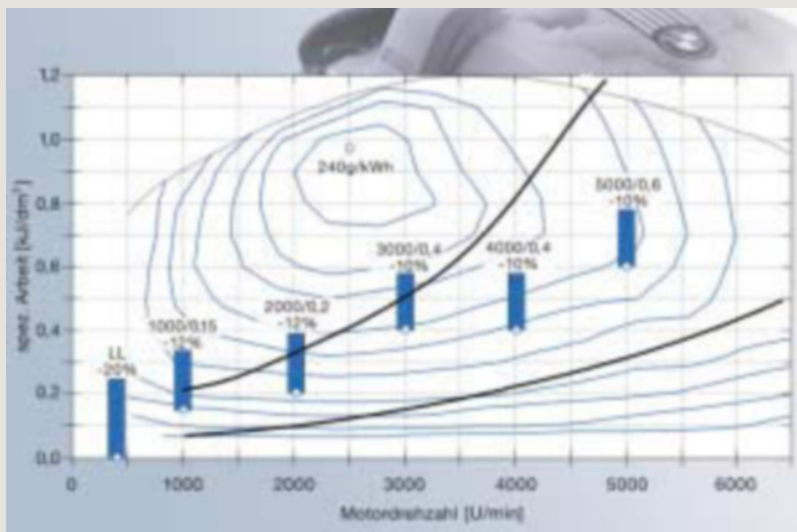


Bild 12: Verbrauchsverbesserungen im Vergleich zum Vorgänger im Kennfeld
Figure 12: Consumption improvements compared to the predecessor in the engine map

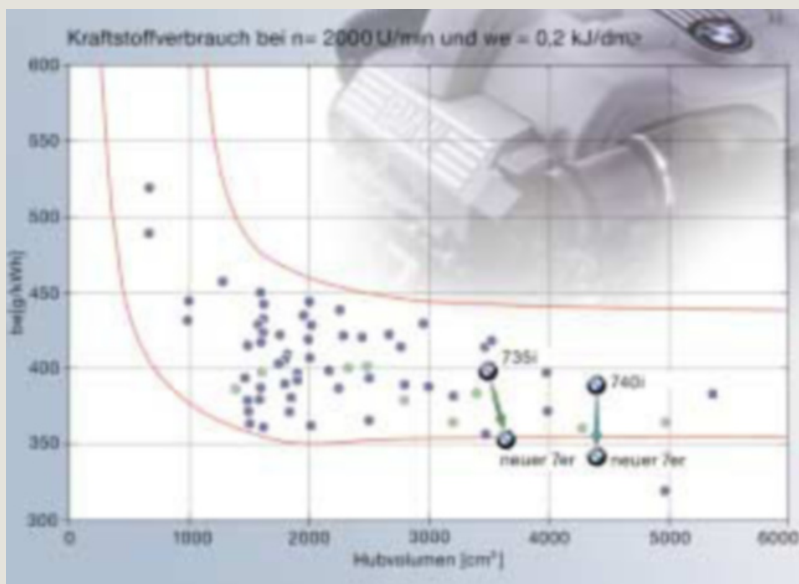


Bild 13: Teillastverbrauch (2000/min, $w_e=0,2 \text{ kJ/dm}^3$)
Figure 13: Part load fuel consumption (2000 rpm, $w_e=0.2 \text{ kJ/dm}^3$)

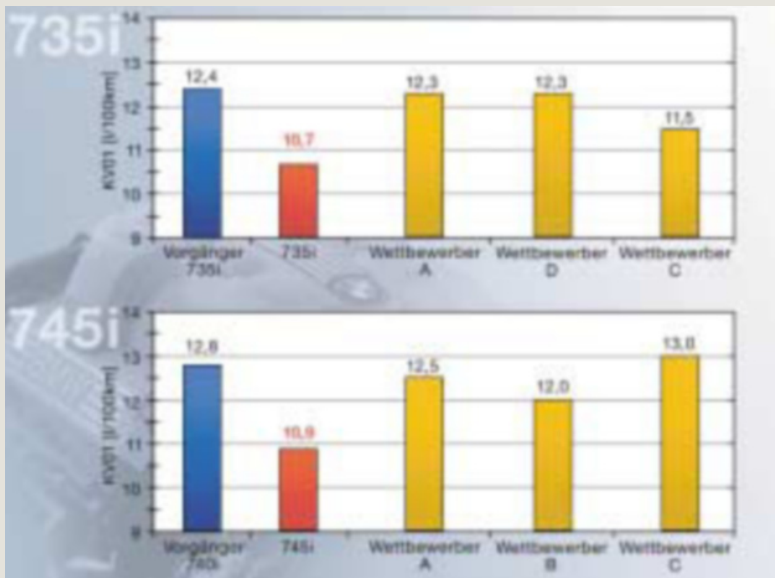


Bild 14: Verbrauch 735i und 745i im Vergleich zu den Vorgänger und Wettbewerbern

Figure 14: Fuel consumption of the 735i and 745i compared to their predecessors and competitors

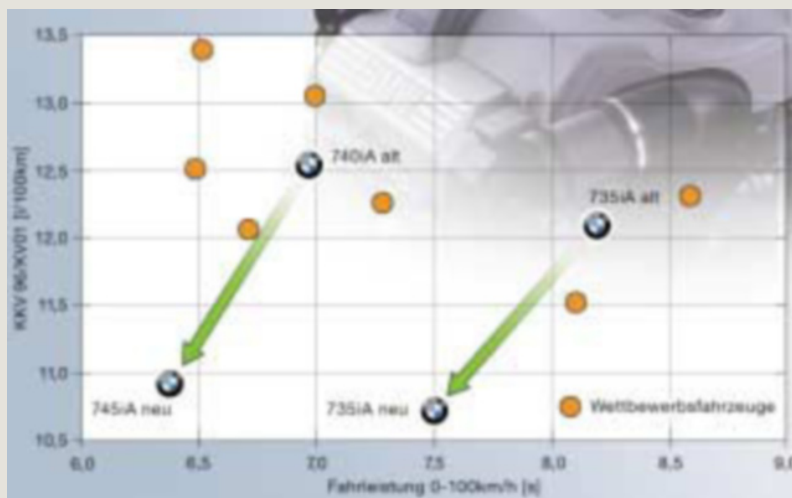


Bild 15: Fahrleistung und Verbrauch des neuen 7ers im Vergleich zum Wettbewerb

Figure 15: Performance and fuel consumption of the new 7 Series compared to its competitors

motor mit VALVETRONIC ist es BMW gelungen, mit anspruchsvoller Technik einen neuen Maßstab in dieser Antriebsklasse zu definieren.

Literaturhinweise

- [1] Liebl, J.; Klütting, M.; Poggel, J.; Missy, S.: Der neue BMW Vierzylindermotor mit VALVETRONIC. In: MTZ 62 (2001), Nr. 7/8
- [2] Liebl, J.; Munk, F.; Hohenner, H.; Ludwig, B.: Die Steuerung der neuen BMW VALVETRONIC-Motoren. In: MTZ 62 (2001), Nr. 7/8
- [3] Borgmann, K.; Hofmann, R.; Jägerbauer, E.;

- Schausberger, Ch.; Schopp, J.: Der neue BMW Achtzylinder-Ottomotor – Teil 1. In: MTZ 62 (2001), Nr. 9
- [4] Hall, W.; Bock, Ch.: Sechsgang-Stufenautomat für den neuen 7er BMW. In: ATZ 103 (2001), Nr. 9
 - [5] Schmidt, G.; Liebl, J.: Senkung der Pkw-CO₂-Emission – wirksame Maßnahmen für alle Betriebsbedingungen. In: MTZ 62 (2001), Nr. 6

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.servic@bertelsmann.de

