



Die neuen BMW 6-Zylindermotoren **The new BMW 6 Cylinder Engines** **Dr. Gerhard Schmidt, Dr. Flierl,** **Reinhard Hofmann, Johannes Liebl,** **Erhard Otto**

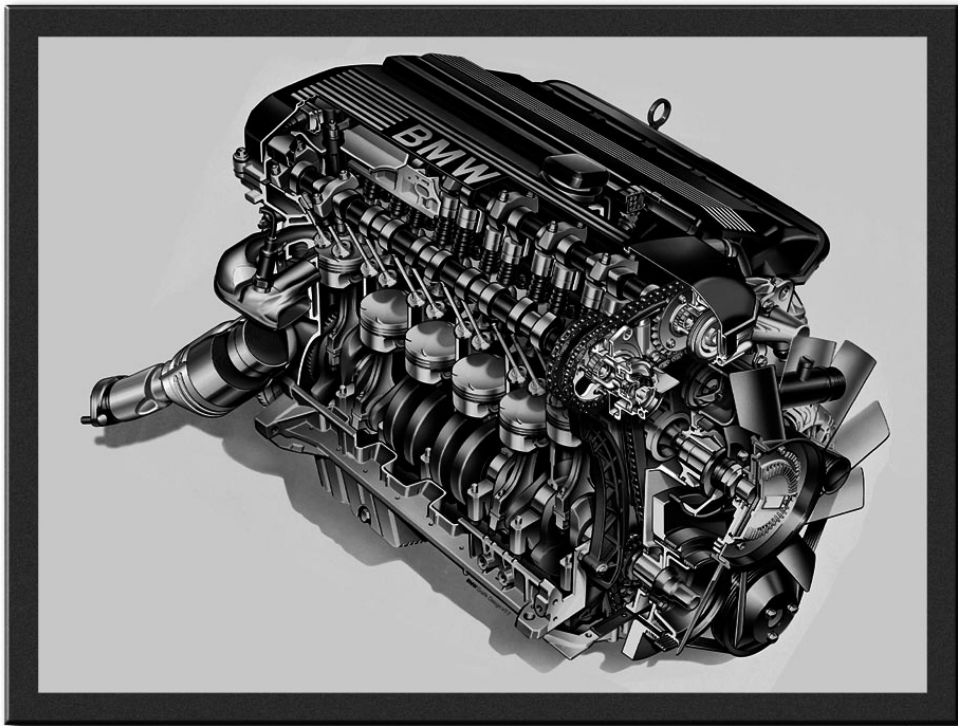


Abb. 1:
Der neue BMW
6-Zylindermotor

Zusammenfassung

Die neuen BMW 6-Zylinder-Reihenmotoren wurden konstruktiv vollkommen überarbeitet. Dabei wurde die bewährte Hubraumstaffelung beibehalten und konsequent ein Gleichteilekonzept innerhalb der Baureihe verwirklicht.

Durch den Einsatz von Doppel-VANOS, die stufenlose und vollautomatische Verstellung von Ein- und Auslaßnockenwelle über den gesamten Drehzahlbereich, und einer Schaltsauganlage mit integriertem Turbulenzsystem zur Unterstützung einer emissionsarmen Verbrennung entstanden Motoren mit einem deutlich verbesserten Drehmomentverlauf und

Emissionsverhalten. Der Fahrer des neuen BMW 3er kann bereits zwischen Leerlaufdrehzahl und 3000 Motordrehungen bis zu 90 Prozent des Nenn-drehmoments nutzen.

Die motortemperaturabhängige stufenlose Verstellung der Nockenwellen, in Verbindung mit einem motornahen Hauptkatalysator und einem nur mehr den Zylinderkopf durchströmenden Kühlsystem mit geregelter Kennfeld-Thermostat ermöglichen ein sehr schnelles Anspringen des Katalysators und dadurch deutlich geringere Emissionen nach dem Kaltstart.

Die neuen Motoren erfüllen in der Europa-Version die EU III-D- sowie die voraussichtlichen EU III-Grenzwerte, in der US-Version die LEV-Grenzwerte. Die

Grundmotoren haben bereits die Voraussetzungen, die derzeit für Benzin-Motoren schärfsten Abgasgrenzwerte ULEV in USA zu erfüllen.

1. Einleitung

Die Bedeutung von Antrieben und Motoren in BMW-Automobilen geht traditionell über die bloße Fortbewegung des Fahrzeuges hinaus. Die Kombination von Spitzenwerten in objektiv bewertbaren Kriterien wie:

- überdurchschnittlich hoher Vollastwerte bei
- niedrigen Kraftstoffverbrauch und
- geringster Rohemission

und subjektiv wahrnehmbaren Eigenschaften wie:

- seidenweicher Motorlauf
- angenehmer Akustik Response,
- spontanem und spielerischem Handling von Motor und Getriebe bei
- ästhetischer Motoroptik

heben traditionell BMW Antriebe heraus.

Traditionell setzt BMW auch ab 2l Hubraum 6-Zylinder-Reihenmotoren ein. Gegenüber hubraumgleichen 4-Zylindermotoren zeichnen sich diese aufgrund der geringeren Drehungleichförmigkeit sowie fehlender freier Massenwirkungen des Kurbeltriebs durch eine hohe Laufkultur aus. Der einzige Nachteil des R6-Prinzips, die größere Motorlänge gegenüber V6-Motoren, spielt in BMW-Fahrzeugen mit längs eingebauten

Frontmotoren und Heckantrieb eine untergeordnete Rolle.

Die 6-Zylinder-4V-Reihenmotoren (**Abb. 2**) in den neuen 3er-Modellen sind komplette Neukonstruktionen verbunden mit einem „Feuerwerk“ von Innovationen.

Die wichtigsten davon sind:

- Leichtmetall-Kurbelgehäuse mit eingegossenen Büchsen und Versteifungsrahmen
- neuer Zylinderkopf in Lost Foam-Gießverfahren hergestellt
- neuartige innere Kühlung mit reduziertem Kühlmittelumlauf im Kurbelgehäuse
- Kennfeld-Kühlwasser-Thermostat
- stufenlos variable Nockenspreizung (VANOS) ein- und auslaßseitig
- Resonanz-Sauganlage (DISA)
- E-Gas-Drosselklappe
- motornaher 3-Wege-Katalysator.

Diese weltweit wohl modernsten High-Tech 6-Zylindermotoren werden in der neu-en BMW 3er Reihe in drei Hubraum/Leistungs-Varianten angeboten:

- mit 2,0l Hubraum und 110kW/190Nm
- mit 2,5l Hubraum und 125kW/245Nm
- mit 2,8l Hubraum und 142kW/280Nm.

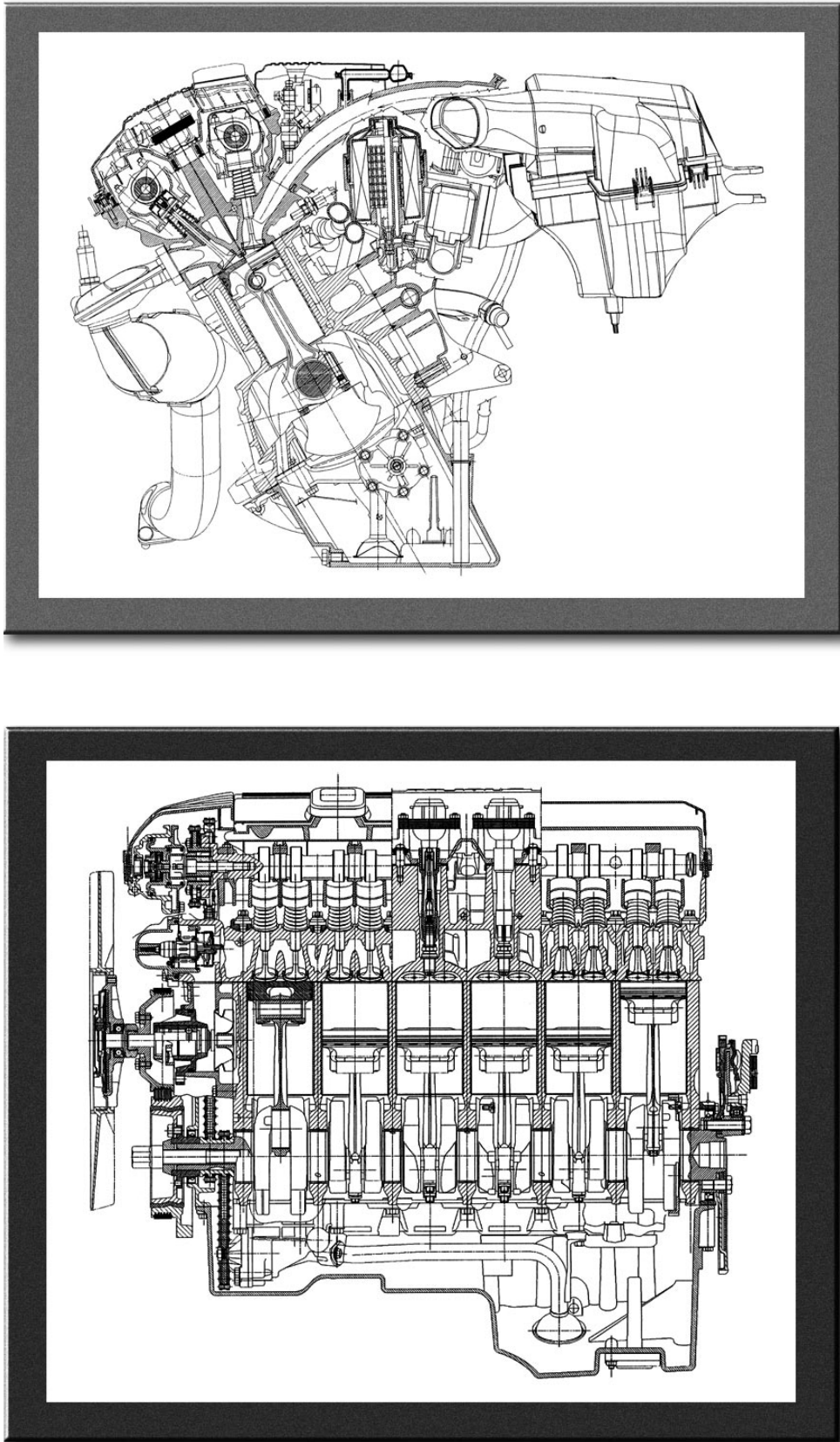


Abb. 2: Motorlängs- und Querschnitt

2. Kurbelgehäuse und Triebwerk

Das close deck Kurbelgehäuse dieser 6-Zylindermotoren erhielt eine komplett neue Struktur, die auf der Auslass- und Einlaßseite durch einen aufwendigen, fein-detaillierten Rippenverband, auf der Ölwannenseite durch einen zusätzlichen Versteifungsrahmen erkennbar ist. (**Abb. 3**) Diese Strukturmaßnahmen führten zu einer deutlichen Anhebung der Eigenfrequenzen.

Im Motorgetriebeverband konnte dadurch die 1. Biegeeigenfrequenz der Querbiegung um 20% und die der Hochbiegung um 10% angehoben werden. Die Schallabstrahlung wurde zu dem durch Bombierung des äußeren Wassermantels reduziert.

In das Kurbelgehäuse werden GG-Buchsen mit einer Wandstärke von 1,5 mm nach dem Honen eingesetzt. Die

GG-Buchsen werden thermisch gefügt. Durch exakte Einhaltung und Optimierung der Fertigungstoleranzen wird durch eine Temperaturdifferenz von 200°C beim Fügen eine Mindestüberdeckung von 120 µm erzeugt. Hierbei wird das KGH auf 220°C aufgeheizt.

Auf dem, zwischen den Buchsen verbleibenden Aluminiumsteg von 2,75 mm dichtet die Sicke einer 3-Lagen Stahldichtung die Zylinder sicher gegeneinander ab.

Die Kurbelwellen wurden im Hubzapfenbereich versteift und das Kurbelwellengeberrad vom Kurbelwellenende auf die Kurbelwange zwischen den 5. und 6. Zylinder verlegt, um das Drehzahlsignal nicht durch Kurbelwellenschwingungen zu stören.

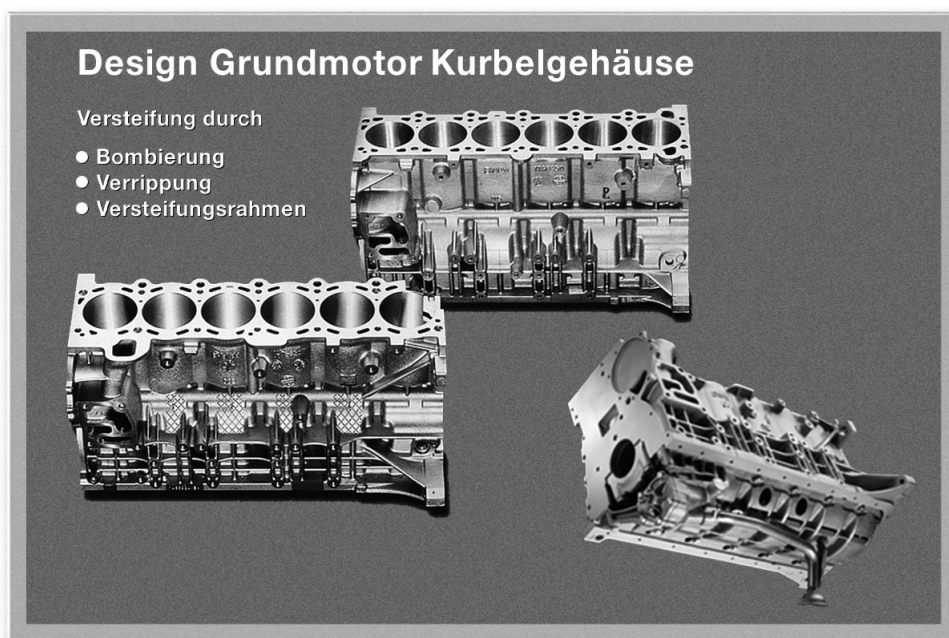


Abb. 3:
Kurbelgehäuse mit
eingepreßten
Zylinderlaufbuchsen

Die Geometrie der Pleuel (**Abb. 4**) wurde mit einem Optimierungsprogramm überarbeitet. Der oszillierende Massenanteil konnte dabei um weitere 20 % abgesenkt werden. Der Werkstoff dieser Stahlpleuel wurde auf C70S6 ModY

umgestellt, um in der Bearbeitungslinie das große Auge durch cracken zu trennen. Vor dem Cracken wird durch eine mit Laser eingebrachte Kerbe der Bruchausgang festgelegt.

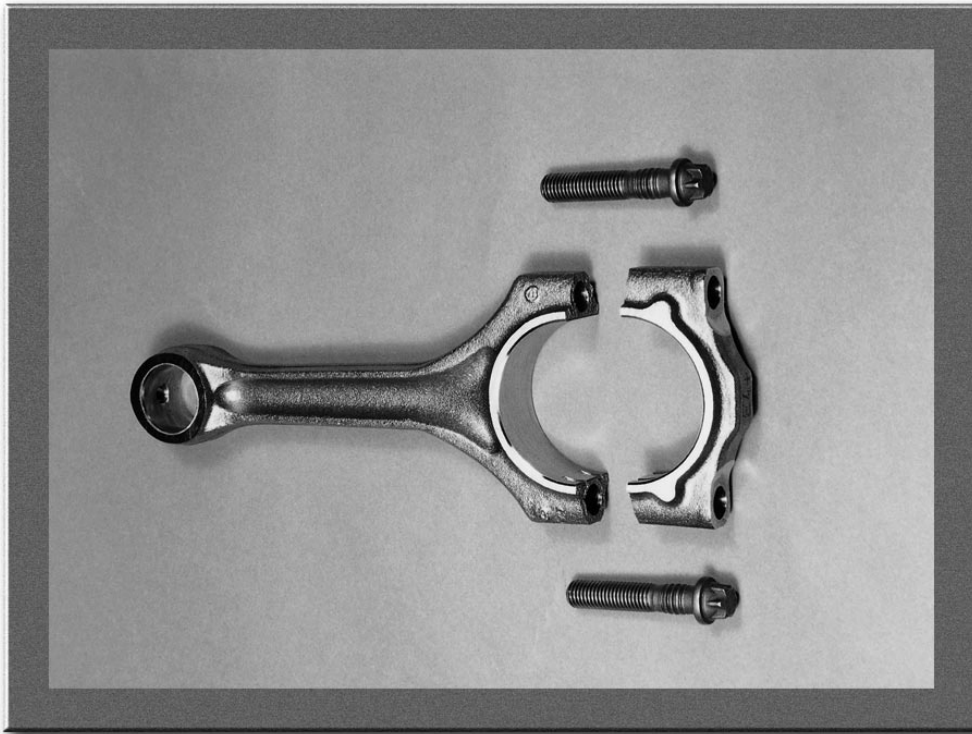


Abb. 4:
Stahlpleuel gecrackt

3. Kühlung

Die wohl größten Änderungen an den neuen 6-Zylindermotoren wurden im Kühlungsbereich durchgeführt. Wie in (**Abb. 5**) und (**Abb. 6**) gut zu erkennen, wird der Kurbelgehäusewassermantel nicht mehr zwangsdurchströmt. Das Kühlmittel wird von der Wasserpumpe über einen seitlichen Kanal direkt dem Zylinderkopf zugeführt und strömt hier auf der Einlaßseite in einem Längskanal zu den Zylindern 5 und 6, um sich von dort aus im Wassermantel zu verteilen und wieder nach vorne zum 1. Zylinder zu strömen.

Die Strömung im Zylinderkopf ist damit prinzipiell eine eindeutige Längsströmung mit einem entsprechenden Druckverlust über die Motorlänge. Diese Druckdifferenz indiziert eine Durchströmung des Kurbelgehäusewassermantels, wobei die Strömungsgeschwindigkeit, und damit die Temperaturen an den Büchsen durch die Größe und Lage der Durchtrittsöffnungen in der Zylinderkopfdichtung gesteuert werden (**Abb. 7**).

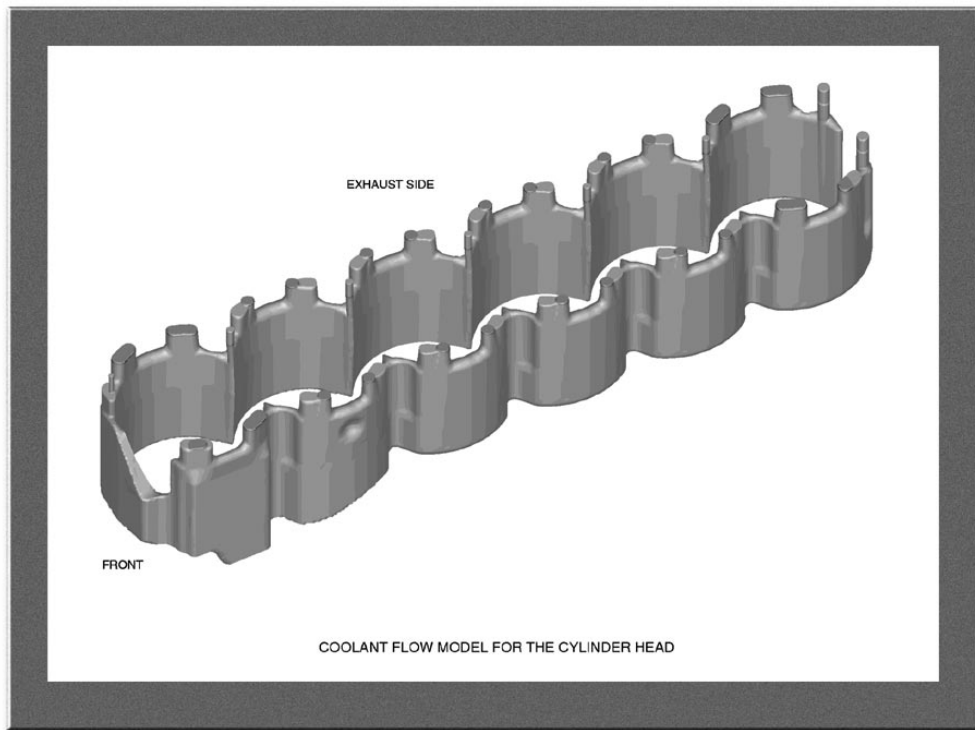


Abb. 5:
Modell des Wassermantels

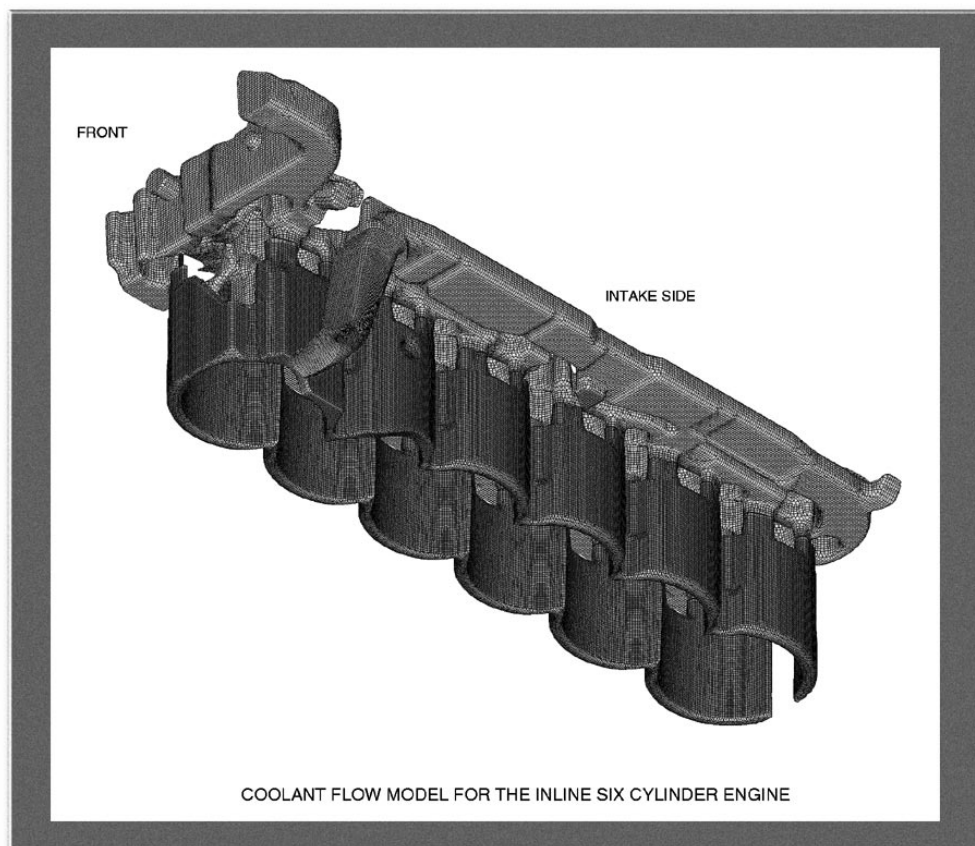


Abb. 6:
Kurbelgehäuse Wassermantel mit Durchtrittsöffnungen in der Zylinderkopfdichtung

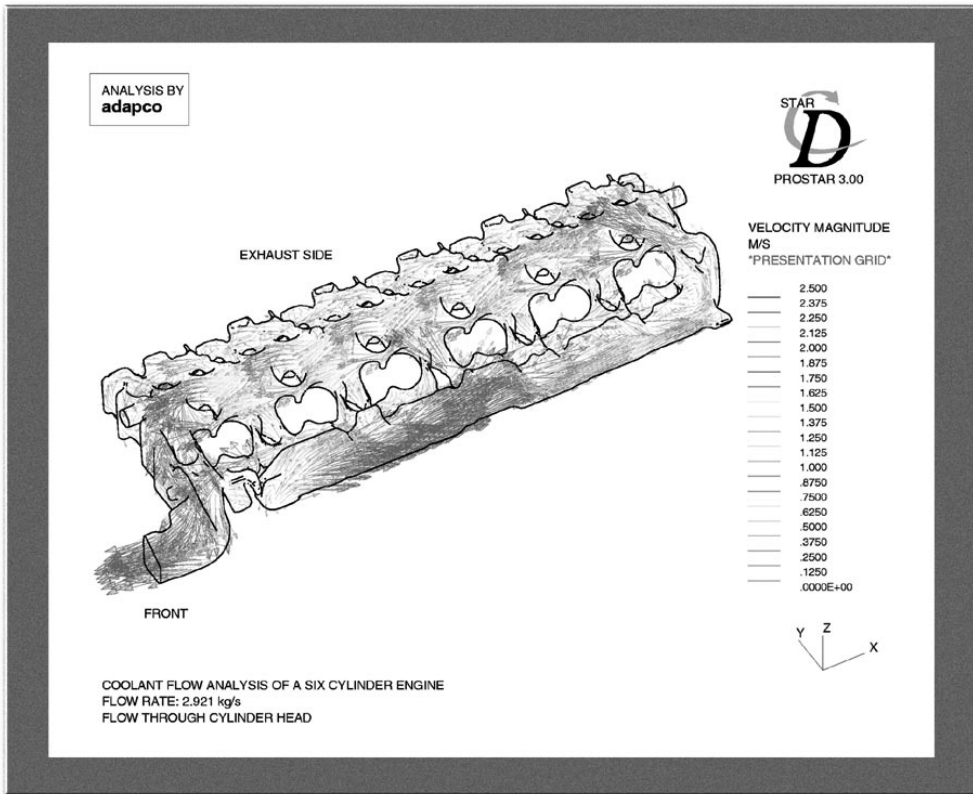


Abb. 7:
Strömungsgeschwin-
digkeitsverteilung
im Kurbelgehäuse
Wassermantel

Mit diesem Kühlkonzept konnten die üblicherweise relativ niedrigen Temperaturen an den Zylinderbüchsen von Aluminiumkurbelgehäusen deutlich angehoben werden. Der Kraftstoffvorteil durch eine geringere Kolbenreibung infolge höherer Öltemperaturen beträgt ca. 2 %. Mit dem geregelten Kenn-

feldthermostat wird die Motortemperatur gegenüber dem Vorgängermotor von 95° auf 105° in der Teillast angehoben. Bei hoher Last oder hoher Drehzahl regelt die Motorsteuerung durch Bestromung des Kennfeldthermostaten eine Temperatur von 85°C ein.

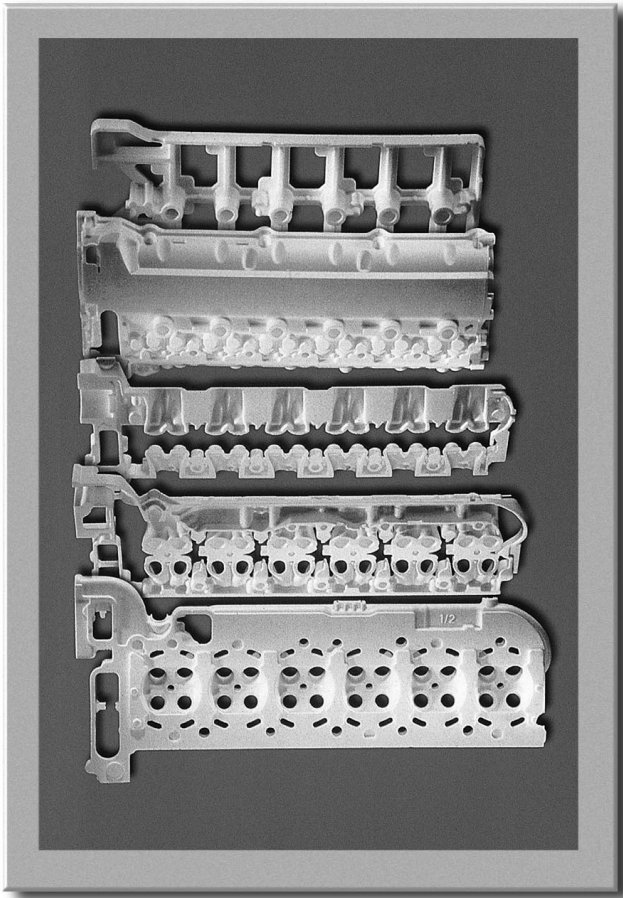
4. Zylinderkopf

Zur Herstellung des Zylinderkopfrohteils wird bei BMW erstmalig das Lost Foam-Gießverfahren zusätzlich zum Niederdruckguß und Kokillenguß eingesetzt. Dabei wird der Zylinderkopf als Positivmodell aus Styropor hergestellt (**Abb. 8**). Dieses Styropormodell wird, verbunden mit einem Anschnittsystem, mit einer gasdurchlässigen Schlichte überzogen und nach einem entsprechenden Trocknungsprozeß in einem Behälter in Gießsand eingebettet. Gießt man flüssiges Aluminium in das Anschnittsystem, so wird das Styropor während des Gießvorganges verdampft, wobei das dabei ent-

stehende Gas – im wesentlichen Wasserdampf – durch die Schlichte und den Formsand entweicht.

Das Styropor-Modell des Zylinderkopfes wird durch mehrere Styroporscheiben aufgebaut, die miteinander verklebt sind. Jede einzelne Scheibe für sich wird aus einem eigenen Schäumungswerkzeug entformt. Mit dieser Scheibentechnik ist es möglich,

- Ölkanäle in nahezu beliebiger Form
- Wasserräume mit aufwendig geformte Strömungsrippen
- gekrümmte Ein- und Auslaßkanäle zu gießen.



Weitere Vorteile sind:

- deutlich genauere Toleranzen im Brennraumbereich
- Einsatz von nur einem Schäumwerkzeug für die gesamte Produktionsdauer.

Für die US-Varianten wurde ein thermisch abgekoppelter Sekundärluftkanal auf der Auslaßseite integriert.

Abb. 8:
Lost Foam-Zylinderkopf
(Kern für Gießverfahren)

5. Ventiltrieb

Im Ventiltrieb werden weiterhin Taschenstößel mit einem hydraulischen Ventilspielausgleich eingesetzt. Im Laufe der Entwicklung wurde der Stößeldurchmesser von 35 mm auf 33 mm verringert. Die Reibungsverluste in diesem Ventiltrieb konnten durch Detailoptimierungen soweit abgesenkt werden (**Abb. 9**), daß der Abstand zu Rollentrieben sehr klein geworden ist. Erreicht wurde dies durch eine Feinabstimmung der Ventilbeschleunigung, der bewegten Masse und der Federkräfte. Die Entwicklung der Federkräfte seit der Einführung der 4-Ventiltechnik bei BMW zeigt **Abb. 10**.

Der neue 6-Zylindermotor weist nun auf der Einlaß- und Auslaßnockenwelle einen regelbaren Phasenversteller auf. Dieses System, geregeltes Doppel-VANOS genannt, ermöglicht eine stufenlose Spreitzungsverstellung der Einlaß- und Auslaßnockenwelle relativ zur Kurbelwelle. Die dadurch mögliche betriebspunktabhängige Anpassung der Nockenwellensteuerzeiten führt zu folgenden Vorteilen:

- Verbesserung der Leerlaufqualität
- höheres Drehmoment im unteren Drehzahlbereich (**Abb. 11**)
- verminderte Rohemissionen, insbesondere der Stickoxidemissionen
- und reduzierter Kraftstoffverbrauch durch Verringerung der Ladungswechselperluste im Teillastbereich.

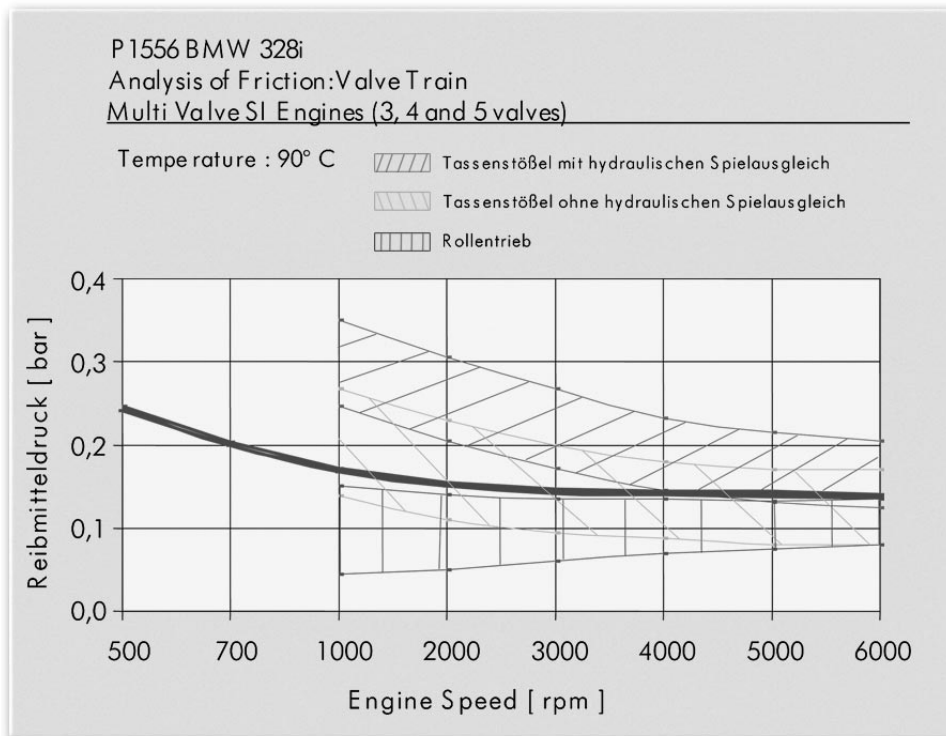


Abb. 9:
Reibungsmittel-
druck des
Zylinderkopfes und
Kettentrieb

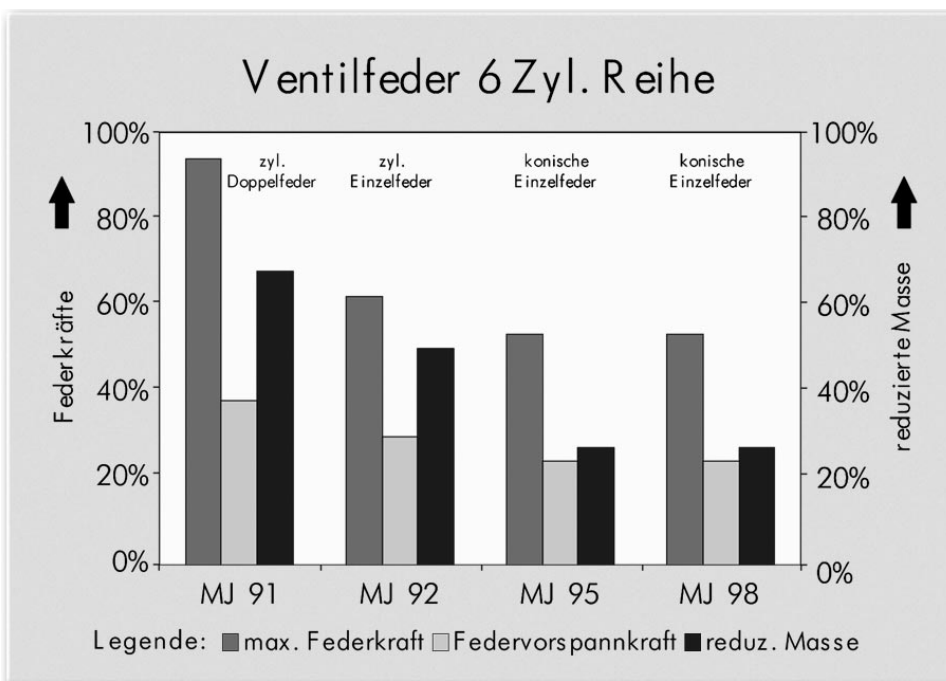


Abb. 10:
Federkräfte und
bewegte Massen der
BMW-Reihensechs-
zylindermotoren

Vollast Doppel-VANOS und Resonanzsauganlage

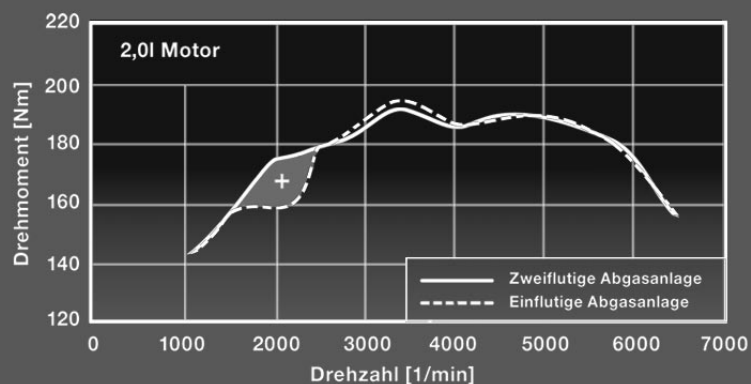
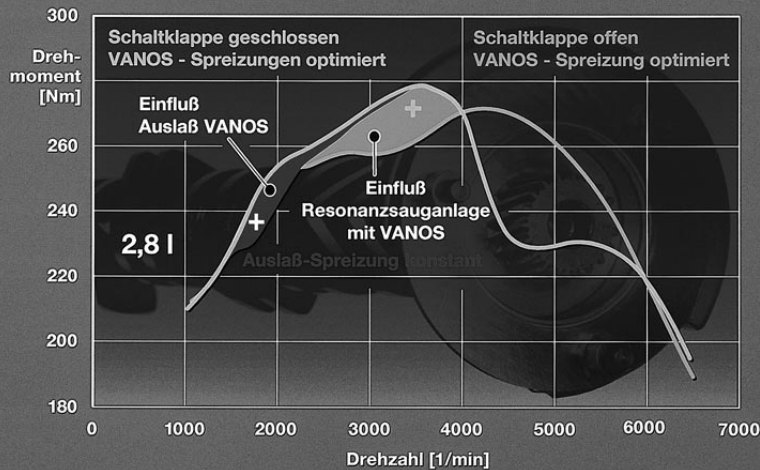


Abb. 11:
Drehmomenteinfluß
von Doppel-VANOS,
Schaltsauganlage
und zweiflutiger Ab-
gasanlage

Das Doppel-VANOS ist wie bei der Vorgängerausführung modular aus der hydraulischen Verstelleinheit und dem Verstellgetriebe im Sekundärkettentrieb zwischen Einlaß- und Auslaßnockenwelle aufgebaut. Der Verstellbereich wurde auf der Einlaßseite von 15°KW auf 40°KW erhöht und auf der Auslaßseite auf 25°KW festgelegt.

Der komplette hydraulische Umfang wurde zur Montagevereinfachung in eine Verstelleinheit integriert, bestehend aus Druckgußgehäuse, Verstellkolben, Ölkanälen und Magnetventilen (**Abb. 12**). Die hydraulische Verstellenergie bezieht dieses System aus dem Motorölkreislauf über eine externe Leitung am Ölfiltergehäuse.

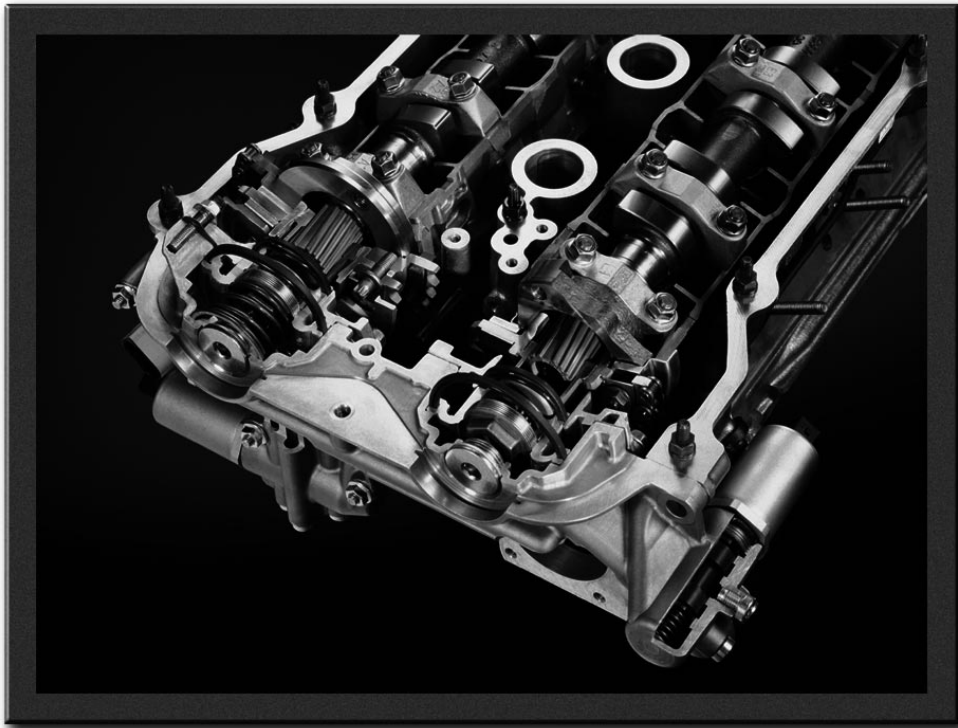


Abb. 12:
Doppel-VANOS
Verstellsystem

Im Verstellgetriebe wird über eine drehbar im Verstellkolben gelagerte Zahnwelle der Verstellkolbenhub durch eine Schrägverzahnung in eine Drehung der Nockenwellen, relativ zu den antreibenden Kettenrädern, umgewandelt. Eine Kompensation der durch Fertigungstoleranzen zwangsläufig vorhandenen Spiele im Verstellgetriebe erreicht eine Tellerfeder auf der Auslaßseite und eine Wellscheibe auf der Einlaßseite.

Durch das Nockenwellenantriebsmoment werden beide Nockenwellen in Richtung „spät“ verdreht. Da bei Motorstart und im Leerlauf eine möglichst kleine Ventilüberschneidung erforderlich ist, muß die Auslaßnockenwelle in Richtung „früh“ verschoben werden. Zur Unterstützung wird deshalb auf der Auslaßseite eine Druckfeder eingesetzt.

Die Sollstellungen sind abhängig von den Motorbetriebsparametern Last, Drehzahl und Motortemperatur. Zwei baugleiche elektromagnetische 4/6-Wege Ventile für die Einlaß- und Auslaßseite steuern die Öldruckbeaufschlagung der Verstellkolben. In der Mittelposition der Steuerkolben werden beide Ölschläuche zum Verstellkolben versperrt und ein Halten der Nockenwellenposition erreicht.

Der Drehmomentvorteil durch das geregelte Auslaß-VANOS bei niedrigeren Drehzahlen ist in (**Abb. 11**) dargestellt. Zwischen 1500 und 2000 1/min stellt sich ein Drehmomentvorteil von bis zu 10 Nm ein.

6. Sauganlage

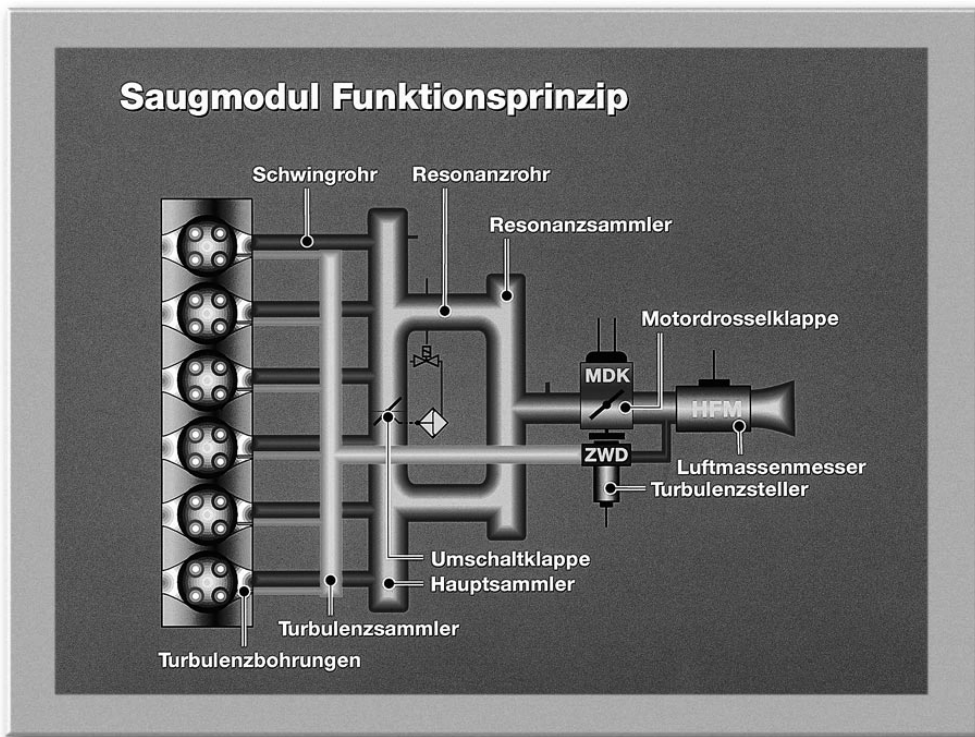


Abb. 13: Funktionsprinzip der Resonanzsauganlage

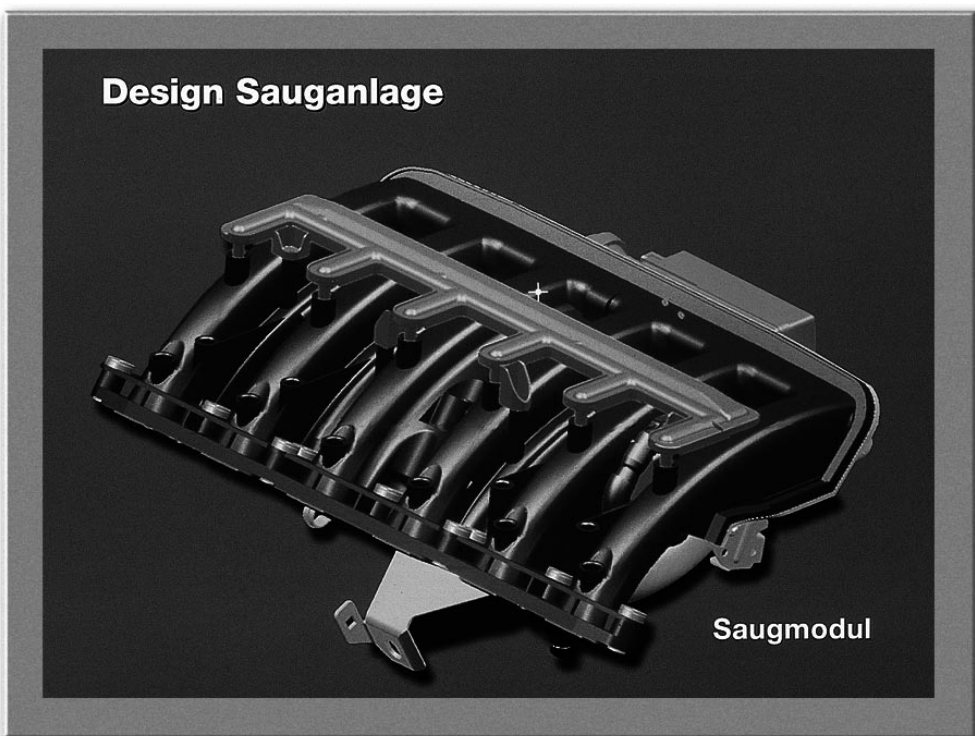


Abb. 14: Saugmodul

In der gleichen Abbildung sind auch die Vorteile der Resonanzsauganlage in Verbindung mit dem geregelten Einlaßventil dargestellt. Zwischen 2500 und 4000 U/min ergibt sich ein weiterer Drehmomentzuwachs von bis zu 20 Nm.

Das Systembild der hier verwendeten Schwingrohr-Resonanzansauganlage ist in (**Abb. 13**) dargestellt. In der Drehmomentstellung ist die Resonanzsteuerklappe geschlossen, so daß zwei „Dreizylinder“-Sauganlagen mit großen

Rohrlängen wirksam sind. In der Leistungsstellung ist die Klappe geöffnet und die kurzen Schwingrohre werden aus dem Hauptsammler gespeist. Die Querschnitte und Längen der Schwing- und Resonanzrohre wurden mit PROMO abgestimmt und optimiert, die Einläufe in die Sammler und die Querschnittsübergänge mit CFD-Berechnungen optimiert.

Die Sauganlage wird kostengünstig aus zwei Halbschalen durch Reibschweißen hergestellt (**Abb. 14**). Aus dem Systembild ist zu erkennen, daß in dieser Sauganlage ein Zusatzsaugsystem, bestehend aus Turbulenzsammler, Turbulenzrohre und Turbulenzsteller, integriert ist. Über die Turbulenzrohre wird Luft durch Turbulenzbohrungen tangential in den Einlaß-

kanal eingeblasen. Die Menge der Luft wird Drehzahl- und lastabhängig durch einen Turbulenzsteller geregelt. Die tangential eingeblasene Luft führt zu einer Erhöhung der Turbulenz der in den Zylinder einströmenden Gemischmasse und darüber zu einer vollständigen Verbrennung bzw. geringeren HC-Rohemissionen. Ein zweiter Effekt tritt im instationären, kalten Motorbetrieb auf. In diesem Betriebsbereich (**Abb. 15**) vermindert die tangential in den Kanal einströmende Zusatzluft den Kraftstoffwandfilm und reduziert in diesem extrem abgasrelevanten Bereich (ca. 80 % der HC-Emissionen werden im Abgastest innerhalb der ersten Minute emittiert) die HC-Emissionen um mehr als 30 %.

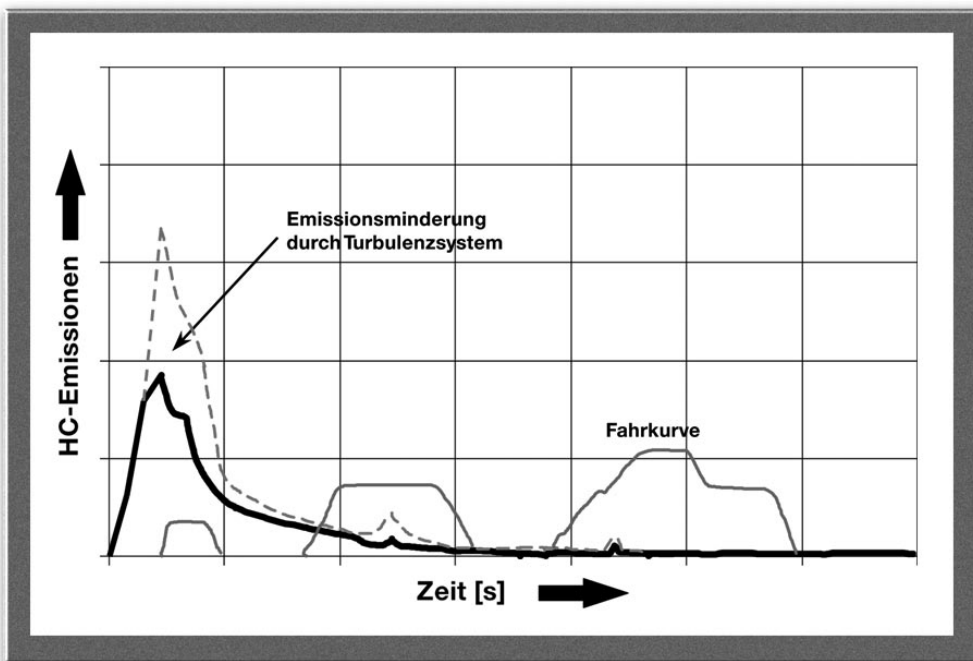


Abb. 15:
HC-Warmlauf-Emissionen im MVEG III mit und ohne Turbulenzsystem

Eine weitere Warmlaufmaßnahme ist das sogenannte Katalysatorheizen (**Abb. 16**). In diesem Fall wird durch Wirkungsgradverschlechterung die Füllung des Motors und die Abgastemperatur erhöht. Dies wird erreicht durch Spätzündung und starke Entdrosselung mittels erhöhter Abgasrückführungsmengen durch das

VANOS-System. Dadurch verringern sich zusätzlich die instationären Wandfilmeffekte, da ein Drehmomentaufbau nicht nur durch Füllungsänderung, sondern vornehmlich durch Zündwinkelfrüherstellung erreicht wird. Die Saugrohrdruckänderung ist hierbei geringer als nur bei alleinigem Füllungseingriff.

Auch für diese Strategie ist die verbrennungsstabilisierende Wirkung des Turbulenzsystems notwendig.

Alle diese Maßnahmen bewirken in Summe eine deutliche Verminderung der HC-Rohemissionen im Warmlauf und ein schnelleres Katalysatoranspringen.

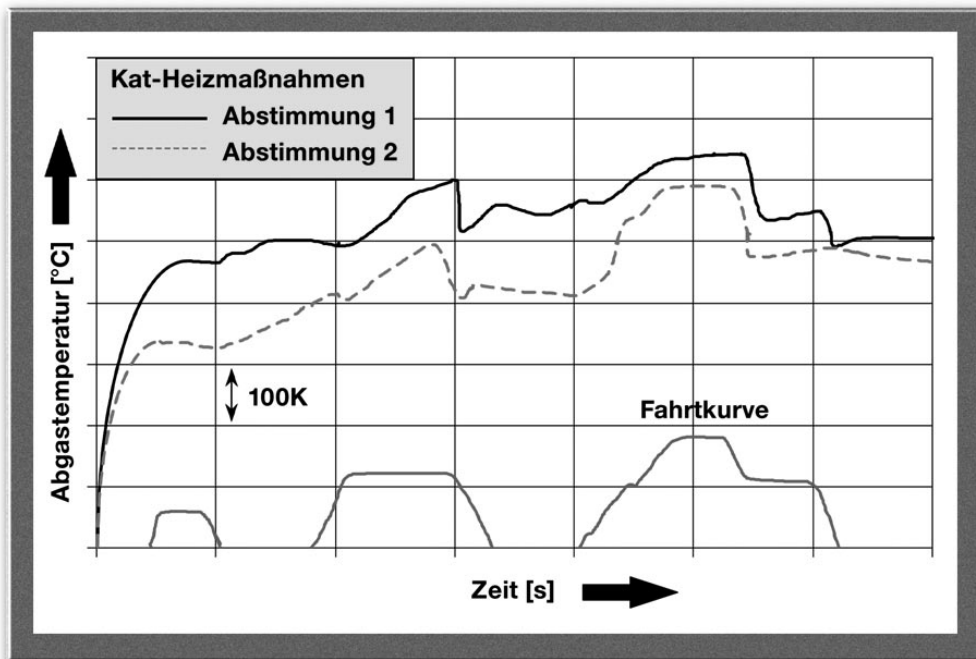


Abb. 16:
Einfluß von Katalysator Heizmaßnahmen auf die Abgastemperatur im MVEG III Warmlauf

7. Abgasanlage

Die Abgasanlage, welche im Bereich der Katalysatoren und bis zum Ausgang des ersten Schalldämpfers zweiflutig gestaltet ist, wird nun auch für die 2.0 l und 2.5 l-Motoren eingesetzt. Die Wirkung der getrennten Strömungsführung für das Abgas der Zylindergruppe 1 bis 3 und 4 bis 6 ist in Abb. 11 aufgezeigt. Der Drehmomentgewinn beträgt bis zu 17 Nm am 2.0 l-Motor im Drehzahlbereich 1500 bis 2500 u/min.

Den motornahen Katalysator zeigt **Abb. 17**. Im Inneren befinden sich zwei Metallträgerkatalysatoren mit unterschiedlichen Durchmessern und Länge. Dadurch wird eine Wärmekaskade mit dem Vorteil eines hervorragenden Ansprungsverhaltens gebildet. Trotz des relativ geringen Katalysatorvolumens von weniger als 1,9 l werden sehr niedrige Emissions-

werte erreicht. Die Vorteile dieses Konzepts sind schnelles Anspringen des Katalysators und die Verschiebung des Betriebstemperaturkollektivs zu höheren Temperaturen. Der Einsatz eines solchen Katalysatorkonzepts wurde erst durch die Fortschritte in der katalytischen Beschichtungstechnologie, insbesondere bei der Temperaturstandfestigkeit, ermöglicht.

Die Lambda Meßsonden sind im Krümmer untergebracht und gewährleisten ein schnelles Ausregeln von Gemischabweichungen. Für eine Katalysatorüberwachung sind Monitorsonden nach Katalysator vorgehalten. Durch die Verlagerung des Katalysators an die motornah Position wird der entstandene Bauraum für einen zusätzlichen Zwischenschalldämpfer genutzt.



Abb. 17:
Motornaher
Katalysator

Aufheizverhalten des motornahen Katalysators im MVEG III Testzyklus

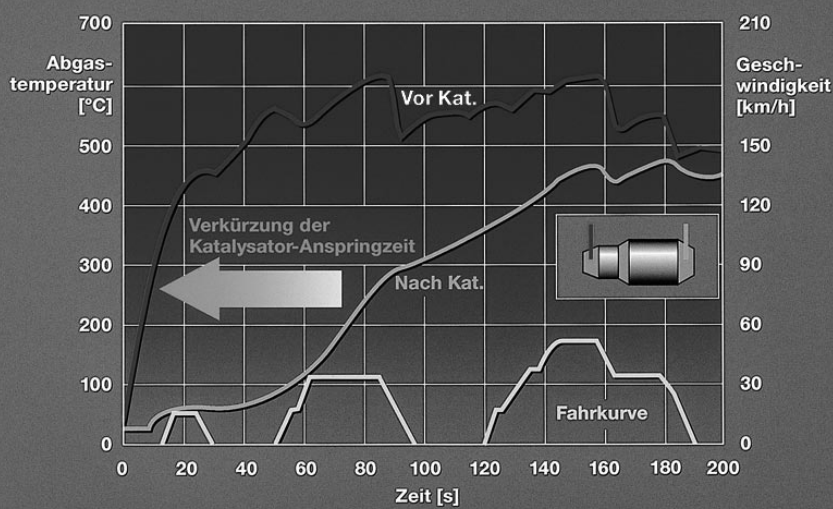


Abb. 18:
Abgastemperaturen
im FTP 75

Nach dem Motorstart wird durch die motornahen Katalysatorposition und die Katalysatorheizmaßnahmen ein steiler Temperaturanstieg vor dem Katalysator erreicht (**Abb. 18**). Nach 10 Sek. Leerlauf werden ca. 300°C gemessen. Der Katalysator springt an und wird innerhalb von 70 Sek. vollständig auf seine Betrieb-

temperatur erwärmt. Dadurch wird ein sehr geringes Emissionsniveau erreicht. Die Gesamtemissionen zeigen auch nach Alterung des Katalysators einen deutlichen Abstand zu den LEV und EU III Grenzwerten (**Abb. 19** und **20**) und damit ein ausreichendes Potential für weitere gesetzliche Anforderungen.

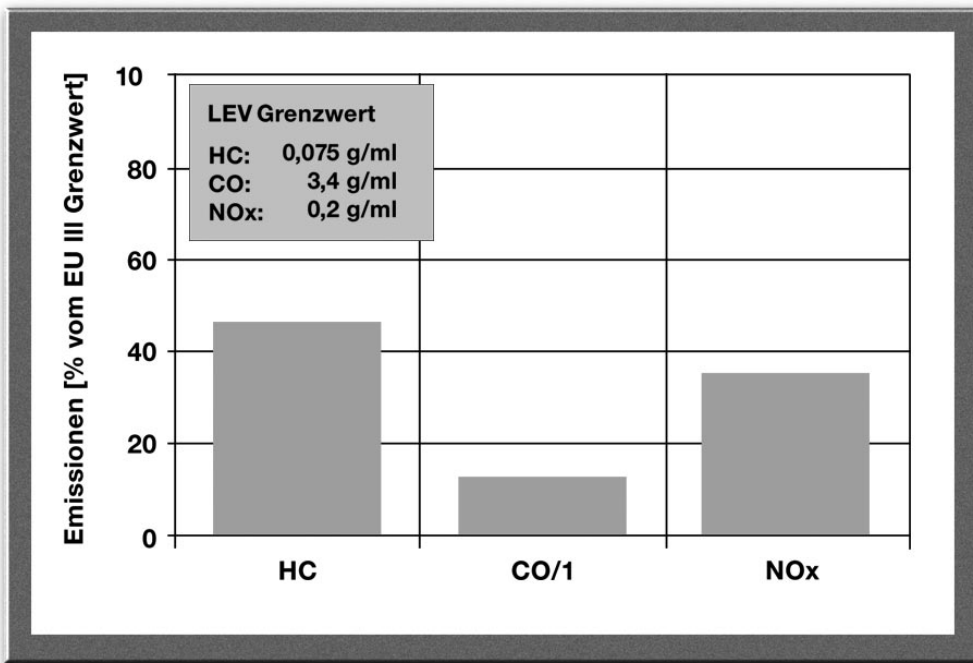


Abb. 19:
FTP-75 Abgas-
testergebnis

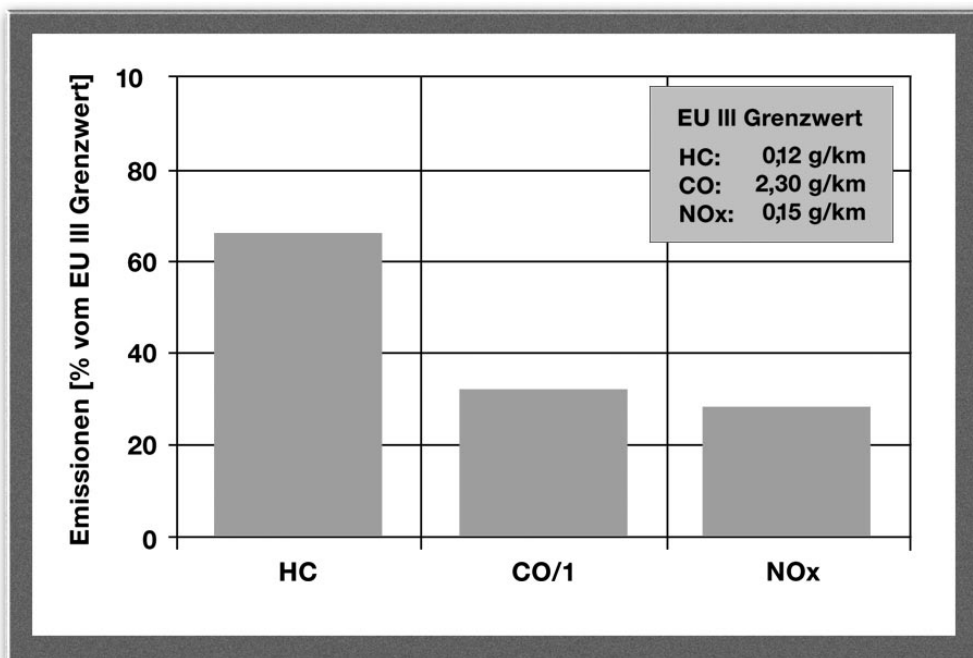


Abb. 20:
MVEG III Abgas-
testergebnis

8. Drehmoment und Fahrleistungen

Die Gesamtwirkung der neuen Konzeptelemente für die BMW 6-Zylinder-Motoren ist erheblich und verstärkt das Durchzugspotential dieser Antriebe um bis zu 10%. Die typgeprüften Kurven für Leistung und Drehmoment zeigt **Abb. 21**. Die Nennwerte und die Fahrleistungen für die Handschaltversionen der neuen

BMW 6 Zylindermodelle der neuen 3er Reihe sind aus **Tabelle 1** zu entnehmen.

Zielgemäß sind die eindrucksvollsten Verbesserungen im Anfahr- und Elastizitätsverhalten der Modelle 320i und 323i zu verzeichnen. Bei der Beschleunigung in der 5. Gangstufe von 80 auf

120 km/h betragen die Verbesserungen gegenüber den Vorgängerfahrzeugen 0,8 bzw. 1,9 Sekunden.

Im Vergleich des spezifischen Drehmoments mit 6-Zylinder-Motoren des Wett-

bewerbs (2,0 l bis 2,9 l Hubraum) zeigen die drei neuen BMW 6-Zylinder ihre hervorragende Stellung bei unteren Drehzahlen und ihr hohes Niveau bei mittleren und oberen Drehzahlen (**Abb. 22**).

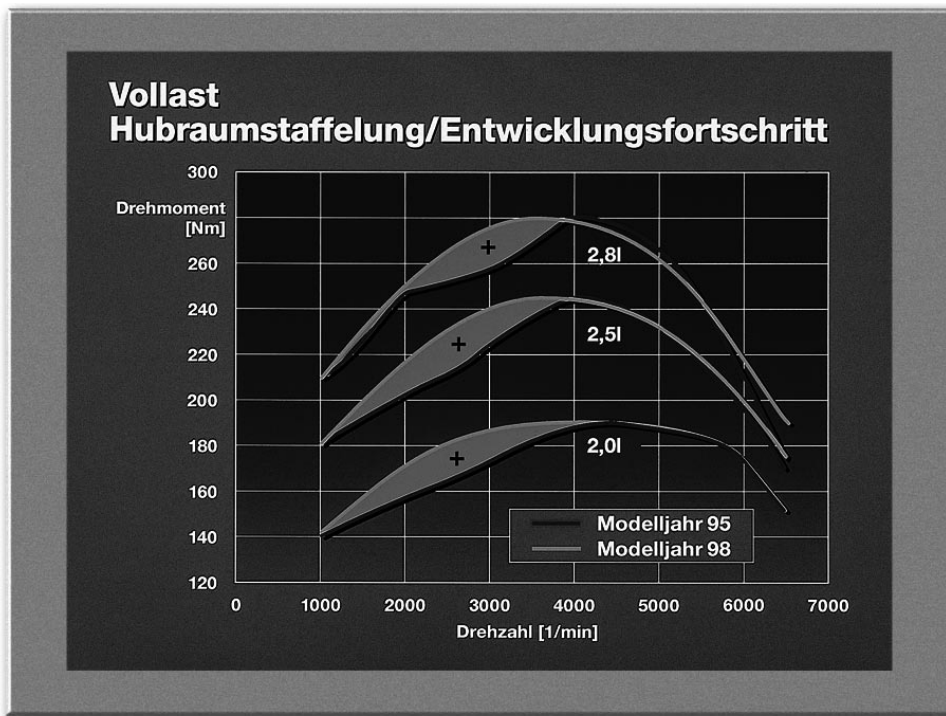


Abb. 21:
Drehmoment der
BMW 6-Zylinder-
motoren

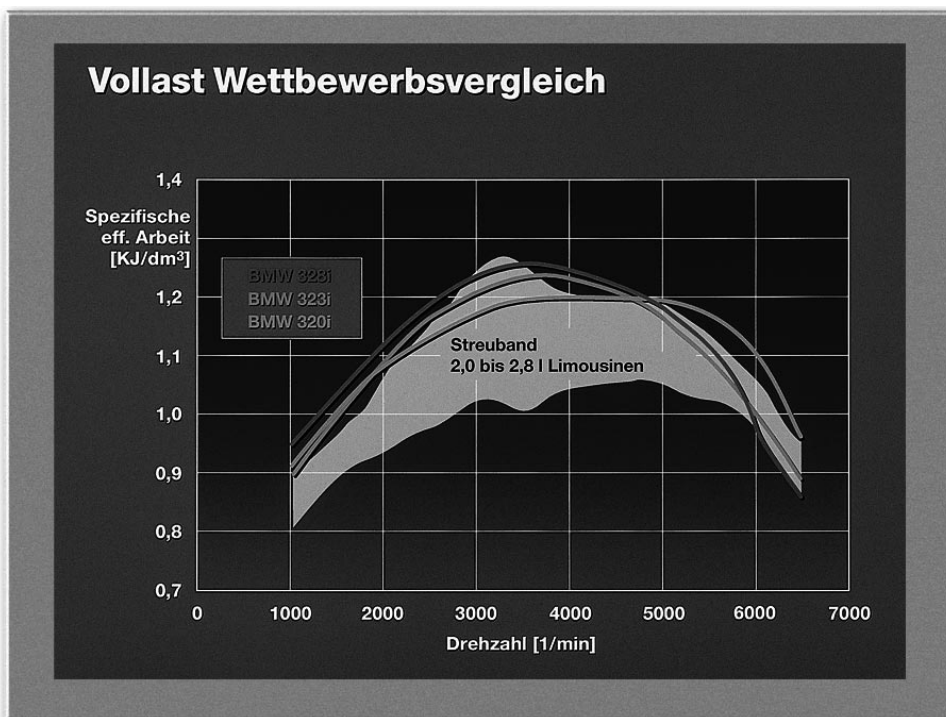


Abb. 22:
Spezifische effektive
Arbeit der BMW
6-Zylindermodelle
und Wettbewerber

Fahrzeug		320i	323i	328i
Max. Leistung	KW	110	125	142
Bei Drehzahl	1/min	5900	5500	5500
Max. Drehmoment	Nm	190	245	280
Bei Drehzahl	1/min	3500	3500	3500
Höchst-drehzahl	1/min	6500	6500	6500
Max. Spezifische Leistung	kW/dm ₂	55	50	50,7
Max. Spezifisches Drehmoment	Nm/dm ₂	95	98	100
Max. spezifische Arbeit	kJ/dm ₂	1,20	1,23	1,26
Leerlauf-drehzahl	1/min	720	720	720
Fahrleistung				
Fahrleistungsgewicht	Kg	1565	1570	1595
Achsgetriebeübersetzung	--	3,45	3,07	2,93
Höchstgeschwindigkeit	km/h	219	231	240
Beschleunigung				
0-100 km/h	S	9,9	8,0	7,0
0-400 m	S	17,0	15,8	15,0
0-1000 m	S	30,7	28,9	27,0
80-120 km/h im 4. Gang	S	9,7	8,4	7,5
80-120 km/h im 5. Gang	S	12,5	10,8	9,9

Tabelle 1

9. Wartungsintervalle

Bereits seit Anfang der 80er Jahre setzt BMW ein elektronisches System zur Bestimmung individueller Wartungsintervalle ein, die Service-Intervall-Anzeige (SIA). In der neuen 3er-Reihe wird nun erstmalig eine weiterentwickelte Variante der SIA eingesetzt (**Abb. 23**). In Verbindung mit niedrig viskosen Motorölen (BMW Long Life-Ölliste) werden durchschnittliche Ölwechselintervalle von über 20.000 km ermöglicht. Bei schonender Betriebsweise können deutlich über 25.000 km erreicht werden. Auch Wenigfahrer werden von den Neuerungen profitieren, da der zeitliche Abstand zwischen den Ölwechseln auf bis zu 2 Jahren verlängert wurde.

Die Abfolge der Wartungen mit Ölwechseln und Inspektionen wird beibehalten, so daß auch der Zeitraum für alle weiteren Wartungsumfänge verlängert wurde. Die Zündkerzen müssen sogar nur bei jeder 2. Inspektion erneuert werden (durchschnittlich ca. 90.000 km). Dazu stellt eine neuartige „Multifunktionskerze“ mit 4 Massen- und Platin-Mittelelektrode nach dem Gleitfunkenprinzip eine Selbstreinigungswirkung und geringen Elektrodenabbrand sicher. Für den Kunden ergibt sich insgesamt eine Reduzierung der Wartungskosten um ca. 40 % gegenüber dem Vorgängermodell.

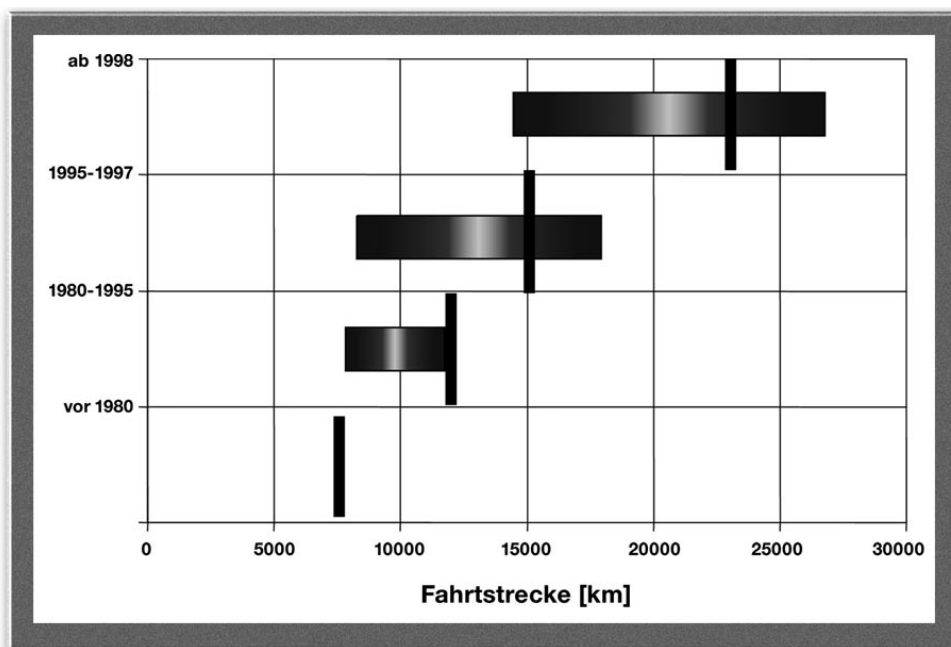


Abb. 23:
Entwicklung der BMW
Wartungsintervalle