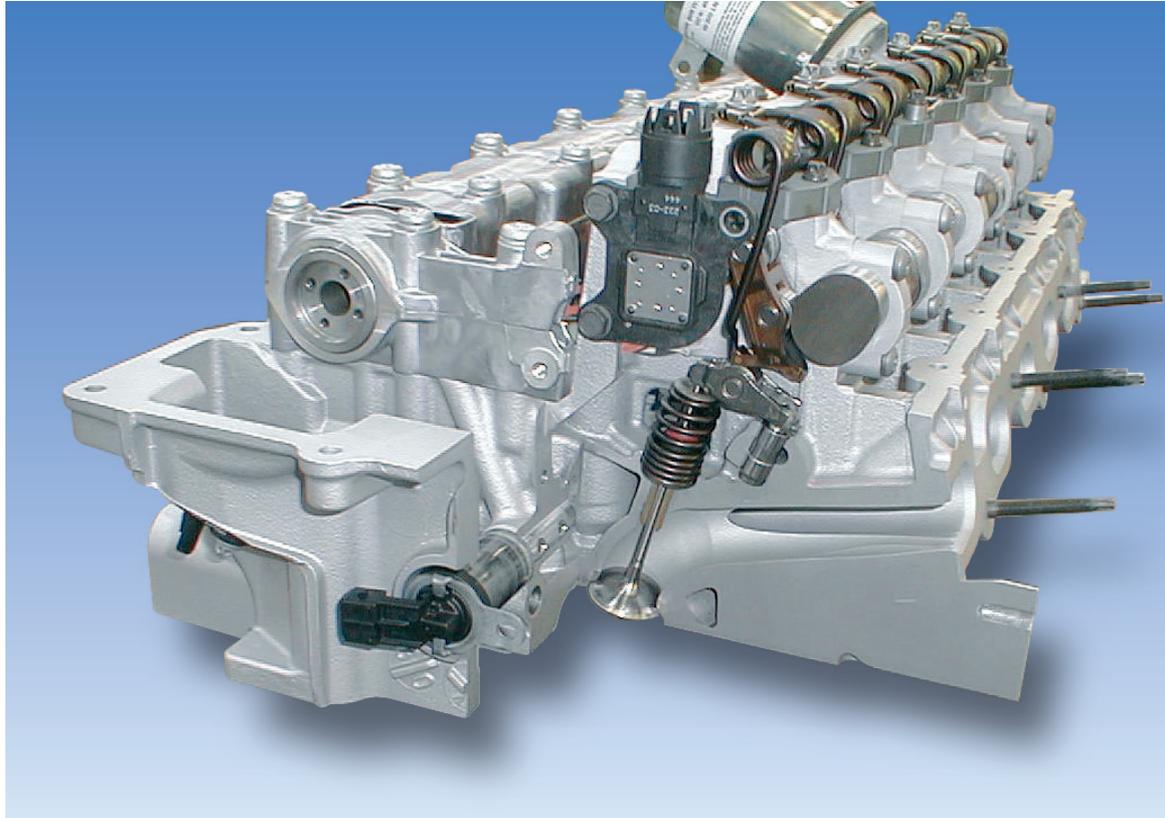


Aftersales Training - Produktinformation VALVETRONIC



BMW Service

Die in der Produktinformation enthaltenen Informationen sind neben dem Arbeitsbuch ein fester Bestandteil der Trainingsliteratur des BMW Aftersales Trainings.

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweiligen aktuellen Informationen des BMW Service zu entnehmen.

Stand der Informationen Oktober 2005

conceptinfo@bmw.de

© 2005 BMW AG

**München, Germany. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Genehmigung der
BMW AG, München.**

VS-12 Aftersales Training

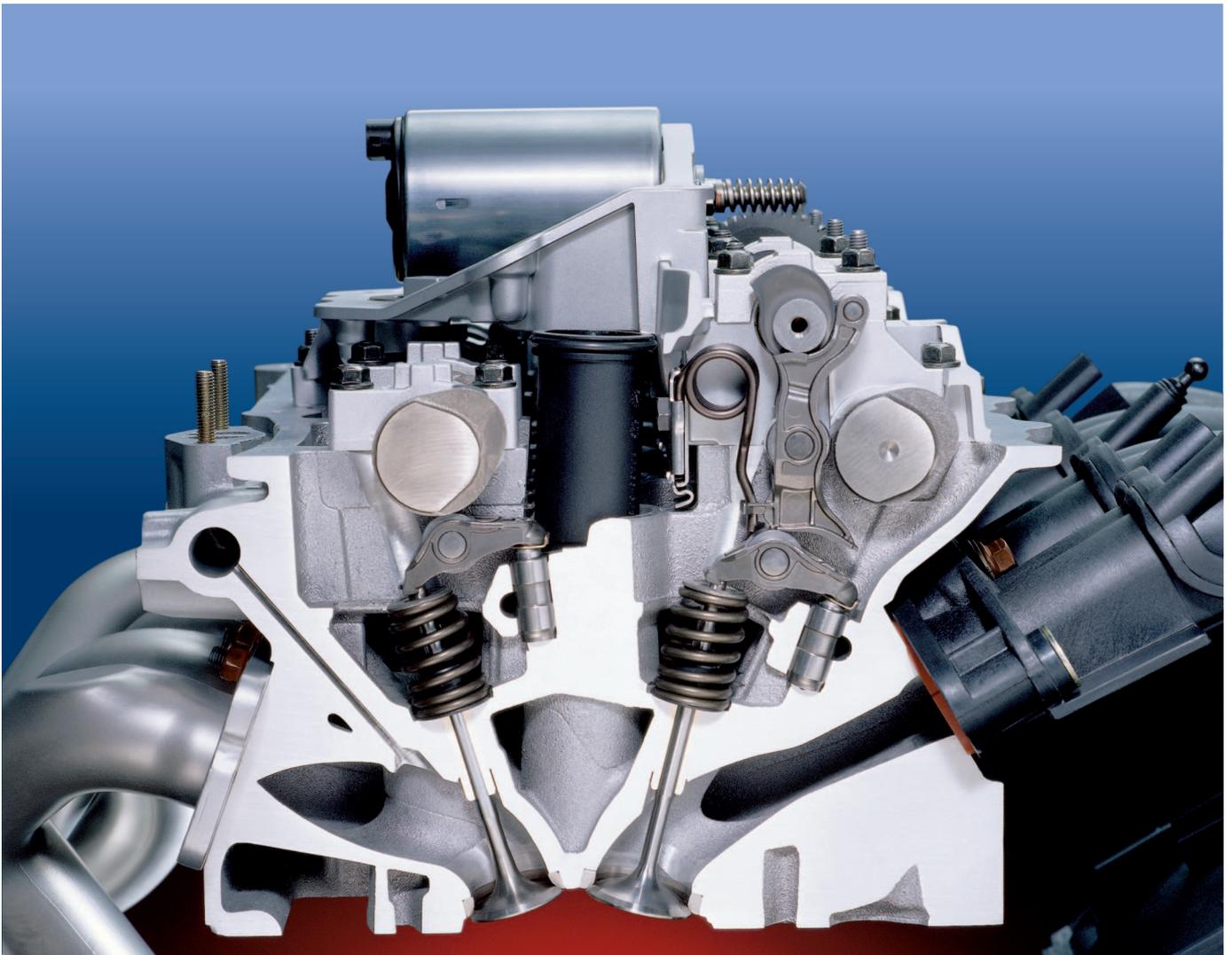
Produktinformation

VALVETRONIC

Steigerung der Motordynamik

Steigerung des Wirkungsgrades

Verbesserung der Abgasemissionswerte



Hinweise zu dieser Produktinformation

Verwendete Symbole

In dieser Produktinformation können zum besseren Verständnis und zur Hervorhebung wichtiger Informationen folgende Symbole verwendet werden:

 enthält Informationen, die im Zusammenhang mit den beschriebenen Systemen und ihrer Funktion ein besseres Verständnis vermitteln.

◀ kennzeichnet das Ende eines Hinweises.

Aktualität der Produktinformation

Durch die ständige Weiterentwicklung in der Konstruktion, und der Ausstattung der BMW Fahrzeuge, können sich Abweichungen zwischen dieser Produktinformation und dem im Training zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Bei der Publikation wurden ausschließlich Linkslenkerfahrzeuge dokumentiert. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind die Bedienelemente teilweise anders angeordnet, als auf den Grafiken in der Produktinformation gezeigt.

Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie in:

- Der Betriebsanleitung
- Dem BMW Diagnosesystem
- Der Dokumentation Werkstattssysteme
- Der SBT BMW Service Technik.

Inhalt

VALVETRONIC



Ziele

Produktinformation und Nachschlagewerk für die Praxis

1

1



Modelle

Vollvariabler Ventiltrieb

3

3



Einleitung

Laststeuerung über den Ventiltrieb

5

5



Systemkomponenten

Aufbau

Mechanik

Elektrik

9

9

13

21



Servicehinweise

Laststeuerung über den Ventiltrieb

Aufbau

Mechanik

Elektrik

23

23

24

25

26



Zusammenfassung

Was ich mir merken sollte.

27

27



Testfragen

Fragenkatalog

Antworten zum Fragenkatalog

29

29

30

Ziele VALVETRONIC

Produktinformation und Nachschlagewerk für die Praxis

Allgemein

Diese Produktinformation soll Ihnen Informationen über den Aufbau und die Funktion der VALVETRONIC in BMW Fahrzeugen vermitteln.

Die Produktinformation ist als Nachschlagewerk konzipiert und ergänzt den vom BMW Aftersales Training vorgegebenen Inhalt des Seminars. Die Produktinformation eignet sich auch zum Selbststudium.

Zur Vorbereitung für das technische Training gibt diese Produktinformation einen Einblick in

die VALVETRONIC der aktuellen BMW Modelle. In Verbindung mit praktischen Übungen im Training soll die Produktinformation den Teilnehmer befähigen, Servicearbeiten an der VALVETRONIC der BMW Modelle durchzuführen.

Technische und praktische Vorkenntnisse der aktuellen BMW Modelle erleichtern das Verständnis der hier vorgestellten Systeme und ihrer Funktionen.



Bitte vergessen Sie nicht die Durcharbeitung der SIP (Schulungs- und Informationsprogramm) zu diesem Thema. Grundwissen bringt Sicherheit in Theorie und Praxis.

TE04-5832

Vorhandene SIPs

- N42 Motor
- N52 Motor
- N62 Motor
- N73 Motor

Modelle VALVETRONIC

Vollvariabler Ventiltrieb

Tabellarische Übersicht

Motor	VTC-Variante	Ventilhub Einlass mm	Ventilhub Auslass mm	Motorsteuerung	Öffnungswinkel °KW Einlass/Auslass	Spreizung Einlass °KW	Spreizung Auslass °KW	Serieneinsatz	Leistung in PS/kW bei 1/min
N42B18	X1	0,3 - 9,7	9,7	ME9.2	258°/250°	60° bis 120°	-60° bis -120°	12/ 2001	115/85 5500
N42B20	X1	0,3 - 9,7	9,7	ME9.2	258°/250°	60° bis 120°	-60° bis -120°	09/ 2001	143/105 6000
N46B18	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° bis 120°	-60° bis -120°	03/ 2004	116/85 5500
N46B20	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° bis 120°	-60° bis -120°	03/ 2004	143/105 6000
N46B20UL	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/247°	60° bis 120°	-60° bis -120°	12/ 2004	129/95 5750
N46B20OL	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° bis 120°	-60° bis -120°	09/ 2004	150/110 6200
N52B25UL	X3	0,18 -9,5	9,7	MSV70	255°/263°	55° bis 125°	-60° bis -115°	03/ 2005	1130 5800
N52B25OL	X3	0,18 -9,5	9,7	MSV70	255°/263°	55° bis 125°	-60° bis -115°	03/ 2005	218/160 6500
N52B30UL	X3	0,18 -9,9	9,7	MSV70	255°/263°	50° bis 120°	-60° bis -115°	03/ 2005	218/160 6500
N52B30OL	X3	0,18 -9,9	9,7	MSV70	255°/263°	50° bis 120°	-60° bis -115°	09/ 2004	258/190 6600
N62B36	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	11/ 2001	272/200 6200
N62B44	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	11/ 2001	333/245 6100
N62B44 (X5)	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.1	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	09/ 2003	320/235 6100
N62B48 (X5)	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	04/ 2004	360/265 6200
N62B40TU	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	03/ 2005	306/225 6300
N62B48TU	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° bis 120°	-60° bis -120°	03/ 2005	367/270 6200
N73B60	X1	0,3 - 9,85	9,7	2x MED9.2.1	282°/254°	60° bis 120°	-63° bis -126°	01/ 2003	435/327 6000

X1 = mit VALVETRONIC Steuergerät; X2 = VALVETRONIC in DME integriert; X3 = VALVETRONIC II;



Seit 2001 wird bei BMW die VALVETRONIC eingesetzt. Mittlerweile besitzen fast alle BMW-Benzinmotoren eine VALVETRONIC.

TD05-134

Laststeuerung über den Ventiltrieb

Steigerung des Motorwirkungsgrads

Ansatzpunkte

Es bieten sich prinzipiell drei Möglichkeiten, den Motorwirkungsgrad zu erhöhen und somit den Kraftstoffverbrauch zu senken:

- Steigerung des Prozesswirkungsgrads
- Absenkung der mechanischen Verluste
- Absenkung der Verluste beim Ladungswechsel

Steigerung des Prozesswirkungsgrads

Zur Steigerung des Prozesswirkungsgrads gibt es drei Möglichkeiten:

- Optimierung der Verbrennung
Die wesentlichen Kriterien sind der Verbrennungsschwerpunkt und die Brenndauer. Mithilfe der heutigen Motorsteuerungen wird für jeden Betriebspunkt der optimale Zünd- und Einspritzzeitpunkt eingestellt. Eine weitere Optimierung bringt nur noch geringfügige Verbesserungen.
- Variables Verdichtungsverhältnisses
Das maximal zulässige Verdichtungsverhältnis wird von der Klopfgrenze bei Volllast bestimmt. Das erreichbare Potenzial wird durch den Einsatz von Klopfensoren ausgereizt. Das Verdichtungsverhältnis könnte zu niederen Lasten hin angehoben werden. Eine akzeptable Lösung unter dem Kosten-Nutzen-Verhältnis ist derzeit nicht in Sicht.
- Magerbetrieb
Bei einem Kraftstoff-Luft-Verhältnis $\lambda > 1$ sinkt der Kraftstoffverbrauch. Bei $\lambda = 1,6$ um ca. 5 - 8 %. Für die Einhaltung der weltweit gültigen Emissionsgrenzwerte ist schwefelfreier Kraftstoff erforderlich. Mit dem Schwefelgehalt im Kraftstoff wird der NO_x Katalysator aber "vergiftet". Die Funktion des Katalysators lässt somit stark nach. Eine weltweite flächendeckende Verfügbarkeit mit schwefelfreiem Kraftstoff ist derzeit nicht absehbar.

Absenkung der mechanischen Verluste

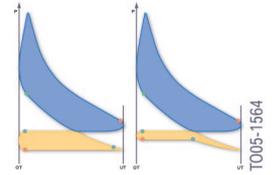
Die mechanischen Verluste setzen sich aus einer Vielzahl von Beiträgen zusammen, die sehr stark von der Drehzahl und nur geringfügig von der Last abhängen. Eine Verringerung der Reibungsverluste ist nur noch im Rahmen von Feinoptimierungen möglich. Maßnahmen wie der Übergang von Gleitreibung auf Rollreibung beim Ventiltrieb und bessere Motoröle sind bereits umgesetzt. Weitere Maßnahmen lassen sich aus heutiger Sicht nicht sinnvoll realisieren.

Absenkung der Verluste beim Ladungswechsel

Die Leistungsabgabe an die Kurbelwelle (Motordrehmoment) wird über die Drosselung der Ansaugluft mittels einer Drosselklappe geregelt. Somit wird je nach Lastpunkt ein mehr oder weniger hoher Unterdruck im Ansaugkanal erzeugt. Die Unterdruckerzeugung ist die Ursache dafür, dass der Anteil der Ladungswechselarbeit zu niederen Lasten hin stark ansteigt. Durch Ansaugen bei Umgebungsdruck mit der Realisierung einer drosselfreien Laststeuerung ist es möglich, die Ladungswechselerluste drastisch zu reduzieren. Dadurch sinkt der Verbrauch erheblich.

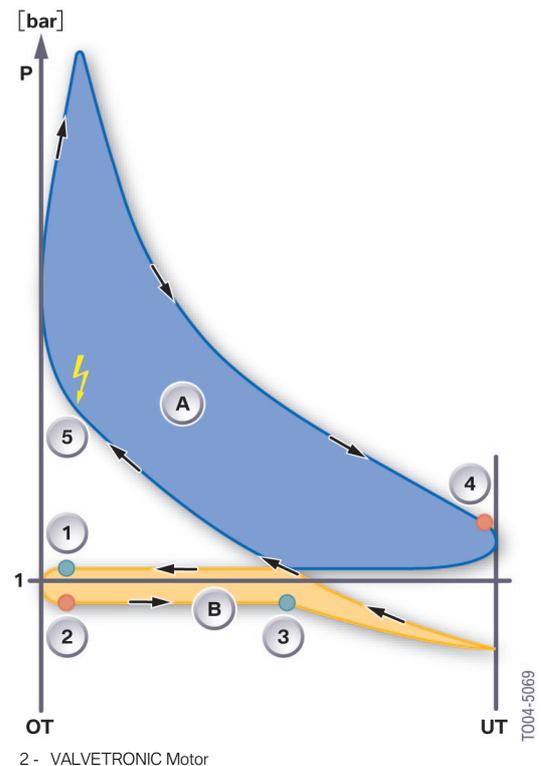
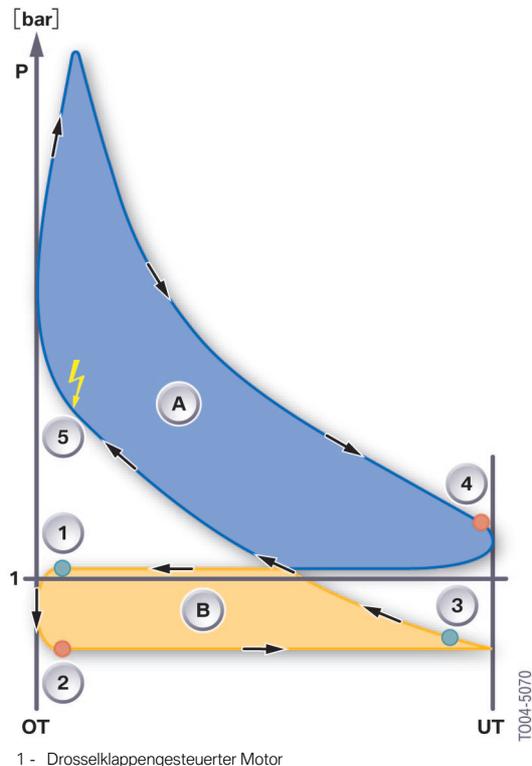
Um die drosselfreie Laststeuerung zu realisieren, gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten. In der Praxis lassen sich aber nur zwei davon umsetzen:

- Der für den gewünschten Lastzustand erforderliche Kraftstoffanteil wird bei voller Zylinderfüllung eingestellt ($\lambda > 1$). Der Motor wird im Magerbetrieb betrieben. Realisiert werden kann dieses durch die Benzin Direkteinspritzung. Nachteil ist hier die nicht flächendeckende Verfügbarkeit von schwefelfreiem Kraftstoff.
- Durch eine geeignete konstruktive Lösung kann die gewünschte Gemischmenge bedarfsgerecht und verlustfrei eingestellt werden. Es liegt nahe, dass diese Aufgabe dem Ventiltrieb zukommt. Es ist ein vollvariabler Ventiltrieb erforderlich mit dem Ziel, den EinlassschlieÙzeitpunkt frei wählen zu können.



Die VALVETRONIC ist die erste vollvariable Ventilsteuerung im Markt. Die VALVETRONIC besteht immer aus der variablen Ventilhubsteuerung des Einlassventils und der Doppel-VANOS. Mit der VALVETRONIC lassen sich die Verluste bei der Ladungswechselarbeit reduzieren. Die durchschnittliche Einsparung liegt im Vergleich zu einem herkömmlichen Motor bei ca. 10 %.

Drosselfreie Laststeuerung



Index	Erklärung	Index	Erklärung
OT	Oberer Totpunkt	4	Auslass öffnet
UT	Unterer Totpunkt	5	Zündzeitpunkt
1	Einlass öffnet	A	Gewinn Arbeit
2	Auslass schließt	B	Verlust Arbeit
3	Einlass schließt	P	Druck

In der linken Grafik ist das herkömmliche Verfahren mit dem etwas größeren Verlust dargestellt. In der rechten Grafik ist der reduzierte Verlust erkennbar. Die obere Fläche stellt die gewonnene Leistung im Verbrennungsprozess des Ottomotors dar. Die untere Fläche verdeutlicht den Verlust dieses Prozesses.

Die Verlustfläche kann mit der Ladungswechselarbeit gleichgesetzt werden. Hierbei handelt es sich um die Energie, die aufgewendet werden muss, um die verbrannten Abgase aus dem Zylinder auszustoßen und anschließend die Frischgase wieder in den Zylinder zu saugen. Das Ansaugen der Frischgase in einem drosselklappengesteuerten Motor erfolgt, außer in der Vollaststellung, immer gegen den Widerstand, den die Drosselklappe den

einströmenden Gasen entgegen setzt. Beim Ansaugvorgang des VALVETRONIC Motors ist die Drosselklappe fast immer voll geöffnet. Die Laststeuerung erfolgt über den Schließzeitpunkt des Einlassventils.

Im Vergleich zum herkömmlichen Motor, der über die Drosselklappe lastgesteuert wird, entsteht in der Sauganlage kein Unterdruck. Das heißt, der Energieaufwand für die Unterdruckerzeugung in der kompletten Sauganlage fällt weg. Der bessere Wirkungsgrad wird durch die geringere Verlustleistung im Ansaugvorgang erzielt. Im Zylinder wird nach dem Schließen des Einlassventils ein Unterdruck erzeugt. Die dazu nötige Arbeit wird nach dem Überschreiten vom unteren Totpunkt des Kolbens wieder zurückgeführt.

⚠ Für die Kurbelgehäuseentlüftung ist ein minimaler Unterdruck in der Sauganlage erforderlich. Hierzu wird die Drosselklappe leicht angestellt. ◀

VALVETRONIC

Die VALVETRONIC ist die erste vollvariable Ventilsteuerung im Markt. Von der ersten Patenterteilung am 19.08.1993 bis zur erstmaligen Serieneinführung im Jahr 2001 vergingen nur 9 Jahre.

Die VALVETRONIC ist ähnlich Kraftstoffsparend wie ein Ottomotor mit Direkteinspritzung. Der Nachteil in der Abgasnachbehandlung eines Ottomotors mit Direkteinspritzung ist nicht vorhanden.

Definition

⚠ Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der variablen Nockenwellensteuerung (Doppel-VANOS), wodurch der Schließzeitpunkt des Einlassventils frei wählbar ist.

Die Ventilhubsteuerung erfolgt nur auf der Einlassseite, die Nockenwellensteuerung auf der Einlass- und der Auslassseite.

Eine drosselfreie Laststeuerung ist nur möglich, wenn:

- der Ventilhub des Einlassventils,
- und die Nockenwellenverstellung der Einlass- und Auslassnockenwelle variabel steuerbar sind.

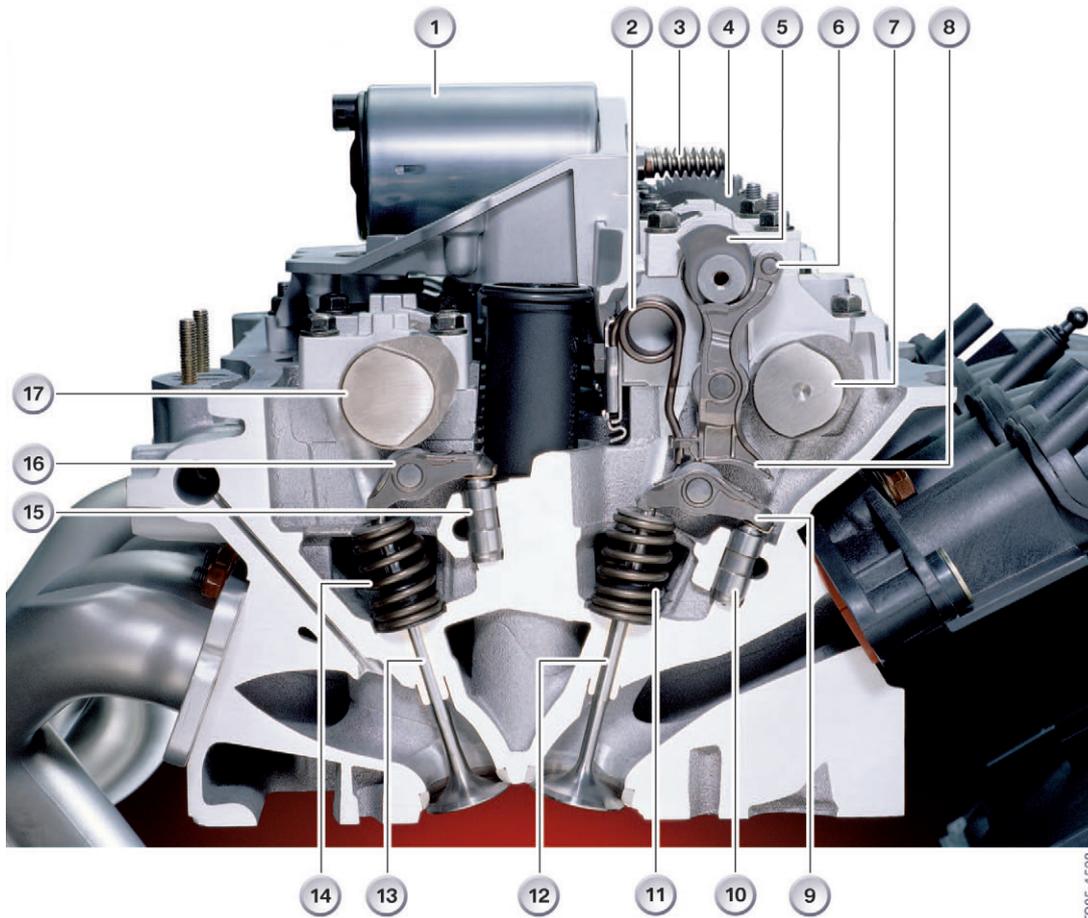
Ergebnis:

=> Öffnungsdauer des Einlassventils frei wählbar. ◀

Systemkomponenten VALVETRONIC

Aufbau

Vollvariable Ventilhubsteuerung

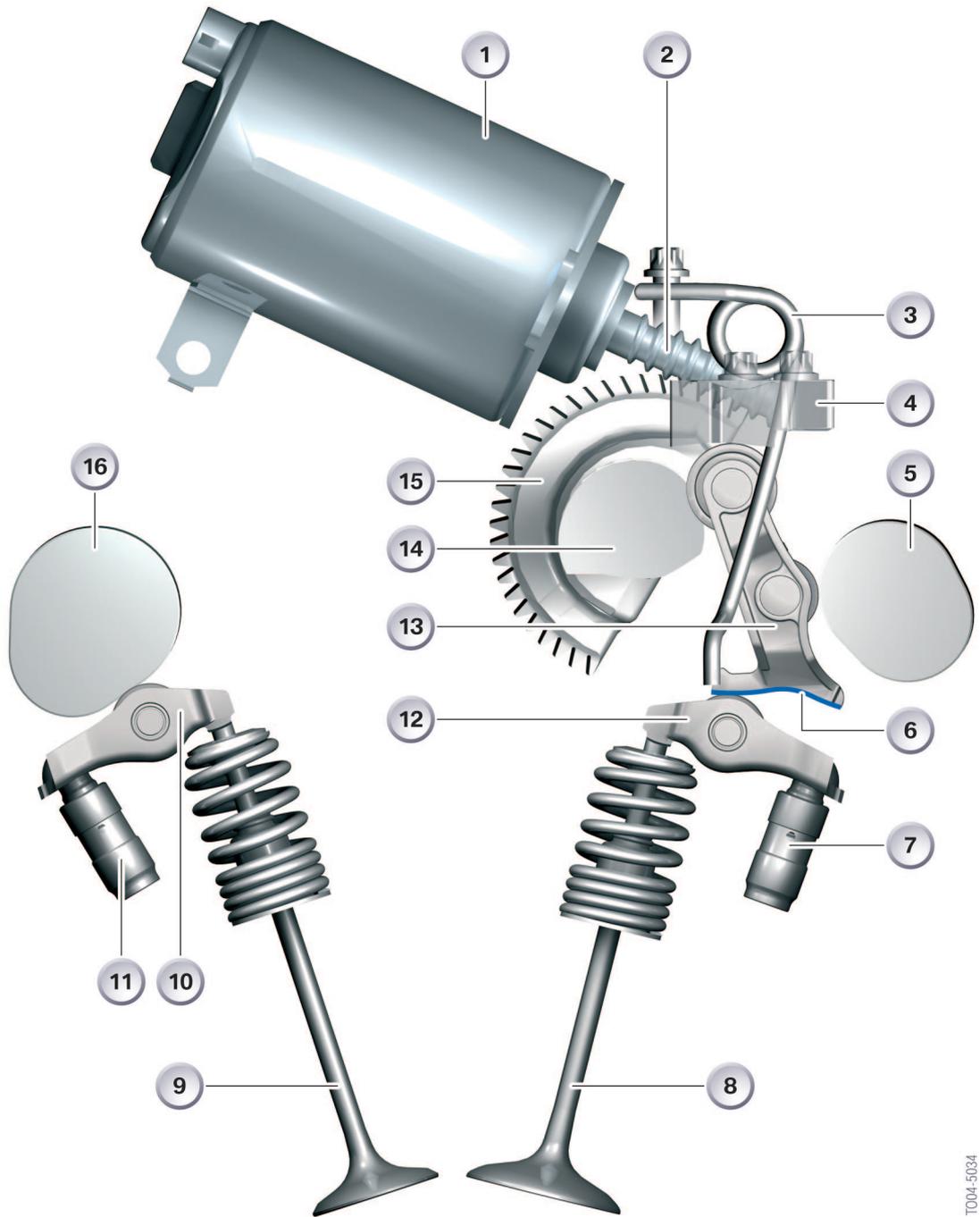


Die VALVETRONIC übernimmt in weiten Teilen die Funktion der Drosselklappe. Damit dies ermöglicht wird, ist eine vollvariable Ventilhubsteuerung nötig. Die vollvariable Ventilhubsteuerung wird durch zusätzliche Bauteile im Ventiltrieb ermöglicht. Dazugekommen sind in erster Linie Stellmotor, Exzenterwelle, Zwischenhebel und Drehfeder.

1 - Zylinderkopf N42 Motor

T005-1528

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Stellmotor	10	Hydraulischer Ventilspielausgleich (HVA)
2	Drehfeder	11	Ventilfeder
3	Schneckenwelle	12	Einlassventil
4	Schneckenrad	13	Auslassventil
5	Exzenterwelle	14	Ventilfeder
6	Zwischenhebel	15	HVA
7	Einlassnockenwelle	16	Rollenschlepphebel
8	Rampe	17	Auslassnockenwelle
9	Rollenschlepphebel		



2 - VALVETRONIC II

T004-5034

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Stellmotor	9	Auslassventil
2	Schneckenwelle	10	Rollenschlepphebel
3	Drehfeder	11	HVA
4	Aufnahme	12	Rollenschlepphebel
5	Einlassnockenwelle	13	Zwischenhebel
6	Rampe	14	Exzenterwelle
7	HVA	15	Schneckenrad
8	Einlassventil	16	Auslassnockenwelle

Der Stellmotor (1) ist über den Nockenwellen angeordnet. Der Stellmotor dient zur Verstellung der Exzenterwelle (14). Die Schneckenwelle (2) des Stellmotors greift in das an der Exzenterwelle angebrachte Schneckenrad (15) ein. Die Exzenterwelle muss nach dem Verstellen nicht besonders arretiert werden, da das Schneckengetriebe eine ausreichende Selbsthemmung hat.

Durch das Verdrehen der Exzenterwelle wird der Zwischenhebel (13) an der Aufnahme (4) in Richtung der Einlassnockenwelle (5) verschoben. Da der Zwischenhebel aber auch an der Einlassnockenwelle anliegt, wird die Position vom Rollenschlepphebel (12) zum Zwischenhebel verändert. Die Rampe (6) des Zwischenhebels wird Richtung Auslassnockenwelle (16) verschoben.

Durch die Drehung der Nockenwelle und die Bewegung des Nockens hin zum Zwischenhebel kommt die auf dem Zwischenhebel befindliche Rampe zum Einsatz. Die Rampe bewegt den Rollenschlepphebel und somit das Einlassventil (8) stärker nach unten. Das Einlassventil öffnet somit weiter.

Der Zwischenhebel (13) verändert das Übersetzungsverhältnis zwischen Nockenwelle (5) und Rollenschlepphebel (12). In der Vollaststellung sind Ventilhub und Öffnungsdauer maximal. In der Leerlaufstellung sind Ventilhub und Öffnungsdauer minimal.

⚠ Da der minimale Ventilhub im Leerlauf sehr gering ist, muss eine Gleichverteilung der Zylinderfüllungen sichergestellt werden. Alle Ventile müssen gleich weit geöffnet sein.

Aus diesem Grund sind die Rollenschlepphebel und die dazugehörigen Zwischenhebel in Klassen eingeteilt. Mit einer angebrachten Kennzahl lassen sich die Bauteile in den Klassifizierungen voneinander

unterscheiden. Eingebaut sind pro Zylinder immer die gleichen Klassen. Durch die Zuordnung Rollenschlepphebel und Zwischenhebel im Produktionswerk ist gewährleistet, dass die Zylinder auch im Minimalhub gleichmäßig befüllt werden. ◀

Um die Bauteile in Klassen einteilen zu können, werden diese exakt vermessen. Abhängig vom Messergebnis wird das Bauteil einer Klasse zugeordnet und die Klassifizierung auf dem Bauteil angebracht. Damit wird ermöglicht, dass die Toleranzen der Arbeitskurven aller Zwischenhebel eines Motors innerhalb von 7 µm liegen. Dass heißt, die Summe aller Toleranzen der Ventiltriebsbauteile im eingebauten Zustand liegt innerhalb von 0,02 mm.

Beim Rollenschlepphebel wird der Abstand Drehpunkt HVA-Element zur Rollenmitte gemessen. Beim Zwischenhebel wird die Rampe gemessen.

Klassen der Rollenschlepphebel und Zwischenhebel:

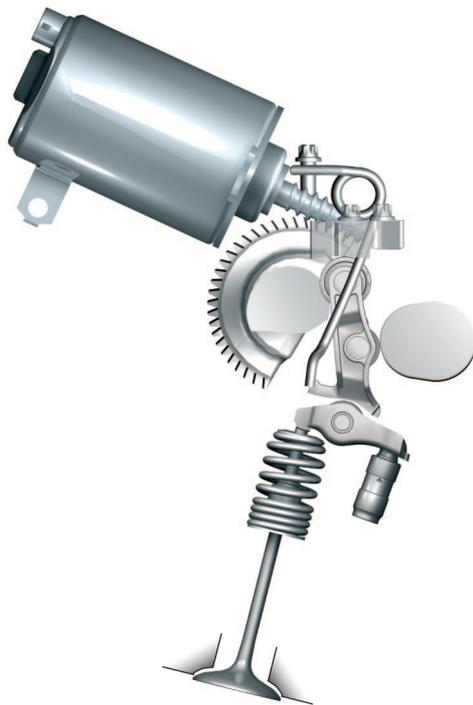
Motor	Rollenschlepphebelklassen	Zwischenhebelklassen
N42	4	4
N46	4	5
N52	5	6
N62	4	5
N62TU	4	5
N73	3	5

In der Produktion werden Abweichungen von der Ventilhubgleichverteilung gemessen. Dazu kommen zwei unterschiedliche Verfahren zur Anwendung. Bei V-Motoren wird der Ventilhub direkt gemessen. Bei Reihenmotoren wird mithilfe des Heißfilmluftmassenmessers beim Kalttest der Luftdurchsatz bei allen Zylindern erfasst und

verglichen. Bei beiden Verfahren wird der Mittelwert für alle Zylinder sowie die maximale Abweichung vom Mittelwert berechnet. Wird ein festgelegter Schwellenwert überschritten, so wird nachgearbeitet. Bei Bedarf wird dann ein passendes Rollenschlepphebelpaar und/oder Zwischenhebelpaar mit einer anderen Klassifizierung eingebaut und somit der Ventilhub in das zulässige Toleranzband gebracht. Dieses Rollenschlepphebelpaar und/oder Zwischenhebelpaar kann dann von

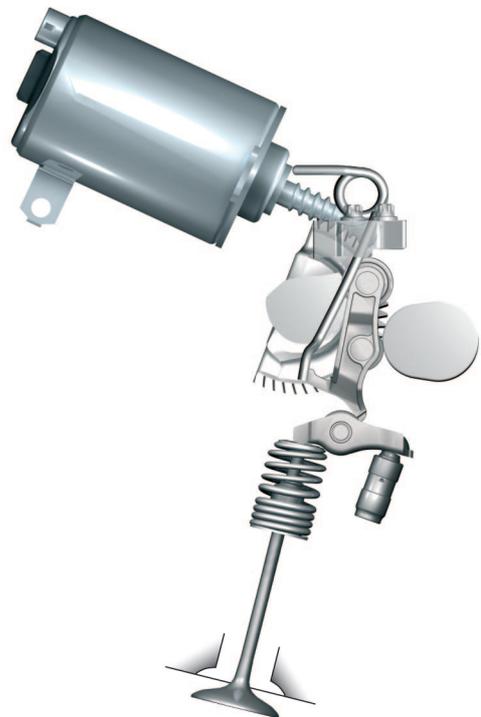
den restlichen Rollenschlepphebeln und/oder Zwischenhebeln in der Klassifizierung abweichen.

⚠ Bei der Zerlegung des Ventiltriebs muss darauf geachtet werden, dass alle Teile wieder an die gleiche Position kommen. Bei Nichtbeachtung kann es zu Ungleichverteilungen bei der Zylinderfüllung kommen. Eine Ungleichverteilung hat einen unrunder Motorlauf zur Folge. ◀



3 - Minimalhub N52 Motor

T004-5052



4 - Maximalhub N52 Motor

T004-5051

Mechanik

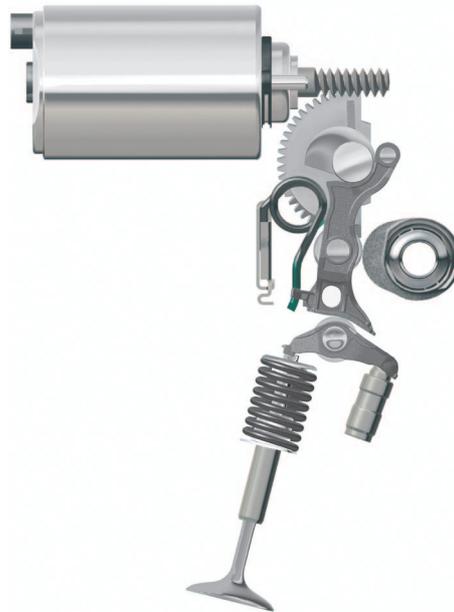
VALVETRONIC I

Funktion

Die VALVETRONIC I besitzt Zwischenhebel, die noch mit einer Gleitlagerung zur Excenterwelle ausgestattet sind. Der Ventilhub liegt zwischen 0,3 mm und 9,7 mm.

Das folgende Diagramm zeigt den Regelbereich der VALVETRONIC. Auf der Einlassseite ist der Regelbereich vollvariabler Ventilhub (B) und der Regelbereich VANOS (A) ersichtlich. Die Verstellung von minimalem Ventilhub zu maximalem Ventilhub findet innerhalb von 300 ms statt. Die Excenterwelle wird dabei um 170 ° verdreht.

Der Ventilhub alleine ermöglicht keine drosselfreie Laststeuerung. Dazu ist die Kombination mit der VANOS erforderlich, über die der Ventilschließzeitpunkt eingestellt wird.



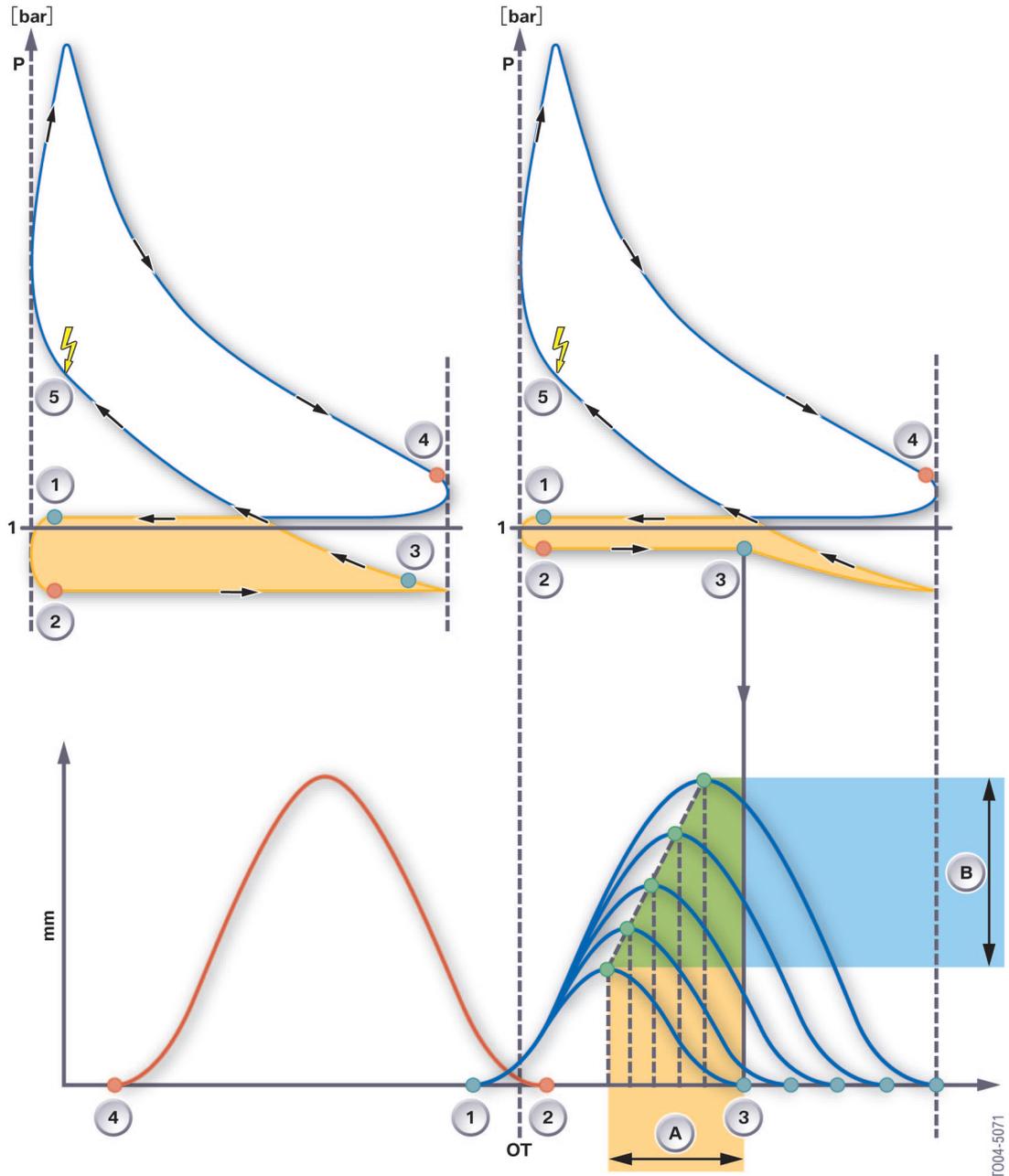
5 - Minimalhub N42 Motor

T005-1525



T005-1622

Mit der VALVETRONIC I im N42 Motor wurde der vollvariable Ventiltrieb erstmals in der Serie eingesetzt. Die Ladungswechselverluste werden im unteren Lastbereich deutlich reduziert. Zur Vollast hin nimmt der Vorteil kontinuierlich ab. Der Einlassventilhub konnte bis auf 0,18 mm reduziert, der Maximalhub auf 9,9 mm erweitert werden. Das Kaltstartverhalten wurde mit der VALVETRONIC verbessert.



6 - VALVETRONIC ergibt sich aus einem Zusammenwirken der Regelbereiche von VANOS und vollvariabler Ventiltrieb

Index	Erklärung	Index	Erklärung
OT	Oberer Totpunkt	4	Auslass öffnet
UT	Unterer Totpunkt	5	Zündzeitpunkt
1	Einlass öffnet	A	Regelbereich VANOS
2	Auslass schließt	B	Regelbereich Ventilhub
3	Einlass schließt	P	Druck

Durch die VALVETRONIC wird das Einlassventil (Ventilhub und Ventilschließzeitpunkt) so gesteuert, dass sich zum Zeitpunkt "Einlassventil schließt" die gewünschte Gemischmasse im Brennraum befindet. Die anschließende weitere Expansion und nachfolgende Kompression des geschlossenen Zylindervolumens erfolgt nahezu verlustfrei.

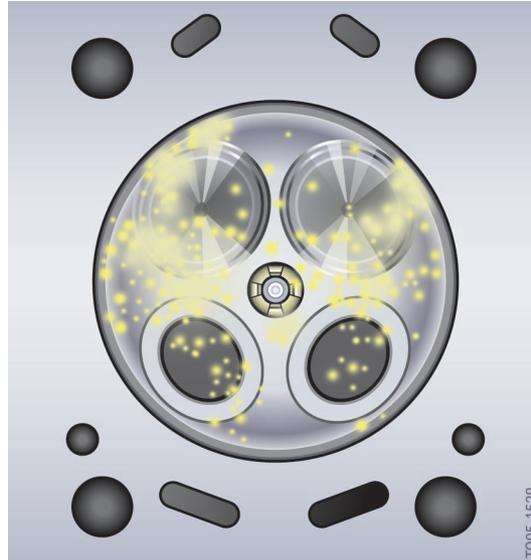
Der damit verbundene Ladungswechselvorteil nimmt naturgemäß zur Volllast hin kontinuierlich ab. Bei Volllast ist der Ladungswechselvorteil null. Bei kleinen Lasten ist eine sehr kurze Öffnungsdauer notwendig, die nur durch eine überproportionale Verkleinerung des Ventilhubes möglich ist. Dadurch wird der Ventilöffnungsquerschnitt so verkleinert, dass scheinbar ein schädlicher Drosseleffekt auftritt. Es zeigt sich aber, dass die Einströmgeschwindigkeit am Ventilspalt von ca. 50 m/s auf über 300 m/s zunimmt und das ganze Ventil gleichmäßig umströmt wird. Dieser Effekt fördert den Gemischbildungsprozess jedoch optimal.

Die folgende Grafik zeigt die Gemischeinströmung bei 1 mm Ventilhub.



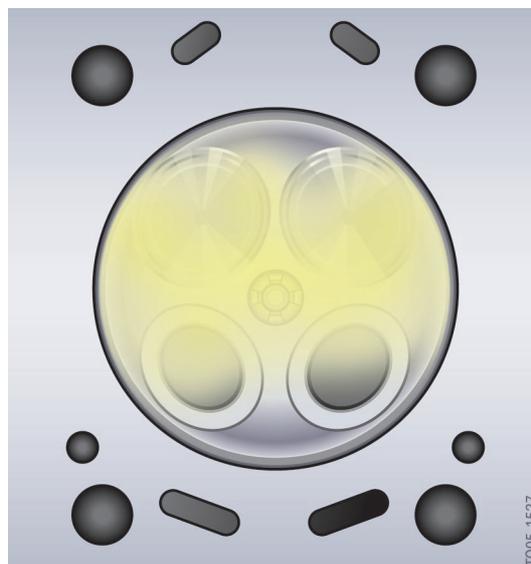
7 - Einströmung am Ventilspalt

Die folgende Grafik zeigt die Kraftstoffverteilung bei vollem Ventilhub eines konventionellen gedrosselten Motors. Die inhomogene Kraftstoffverteilung mit relativ großen Kraftstofftropfen lässt auf eine nicht optimale Verbrennung im Leerlauf schließen.



8 - Kraftstoffverteilung bei vollem Ventilhub

In der folgenden Grafik ist die Gemischbildung bei gleicher Last aber mit VALVETRONIC und dadurch einen Ventilhub von 1 mm zu sehen. Der Gemischzustand ist wesentlich homogener. Durch das gleichmäßige Umströmen des Ventils bei kleinem Ventilhub verteilt sich das Gemisch erheblich besser im Brennraum. Wegen der sehr hohen Einströmgeschwindigkeit und der sehr großen Druckdifferenz im Ventilspalt nimmt die Tröpfchengröße ab. Dadurch ergeben sich sehr gute Gemischbildung und somit geringere Schwankungen der Leistungsabgabe sowie niedrigere HC- und NO_x -Emissionen.



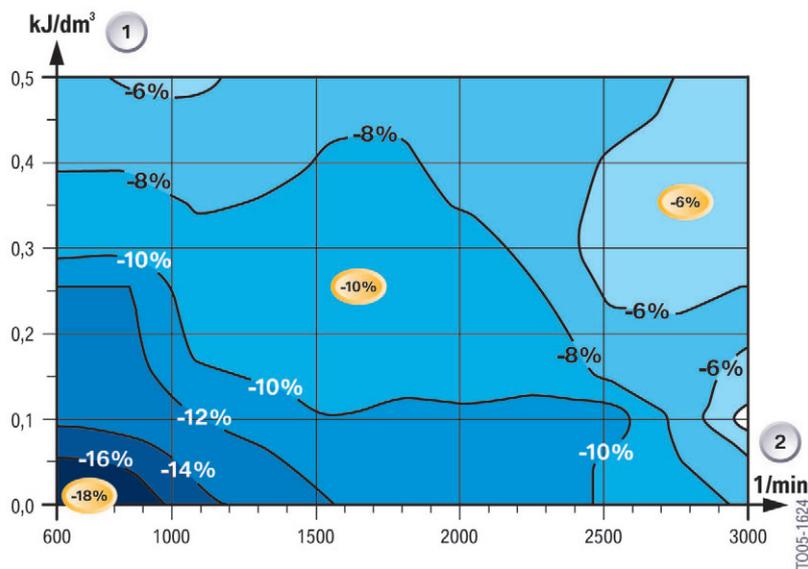
9 - Kraftstoffverteilung bei kleinem Ventilhub

Neben diesen Vorteilen ist der Gemischbildungsprozess so robust, dass selbst bei niedrigsten Temperaturen ein Kaltstart mit der Hälfte der Kraftstoffmenge eines drosselgesteuerten Motors möglich ist.

⚠ Besonders bei niedrigen Lasten macht sich der Entfall der Drosselung bemerkbar. Der Kraftstoffverbrauch sinkt um bis zu 20 %. Zu hohen Lasten hin verringert sich das Einsparpotenzial. Im Mittel ergibt sich eine Einsparung von etwa 10 % für den Betrieb mit

stöchiometrischem Kraftstoff-Luft-Verhältnis ($\lambda = 1$). Bei Vollast hat die VALVETRONIC keine Vorteile, da unter Vollast der Ventilhub auf Maximum steht und bei einem herkömmlichen Motor die Drosselklappe voll geöffnet ist. ◀

Die folgende Grafik zeigt die Verbrauchsreduzierung im Vergleich mit der konventionellen Laststeuerung. Dargestellt ist die Last in kJ/dm^3 zur Drehzahl in $1/\text{min}$.

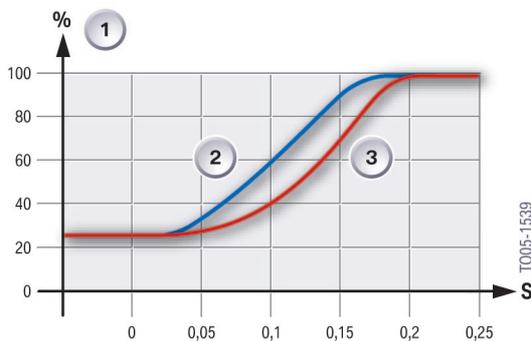


Index Erklärung

1 Last

Index Erklärung

2 Drehzahl



11 - Ansprechverhalten des VALVETRONIC-Motors

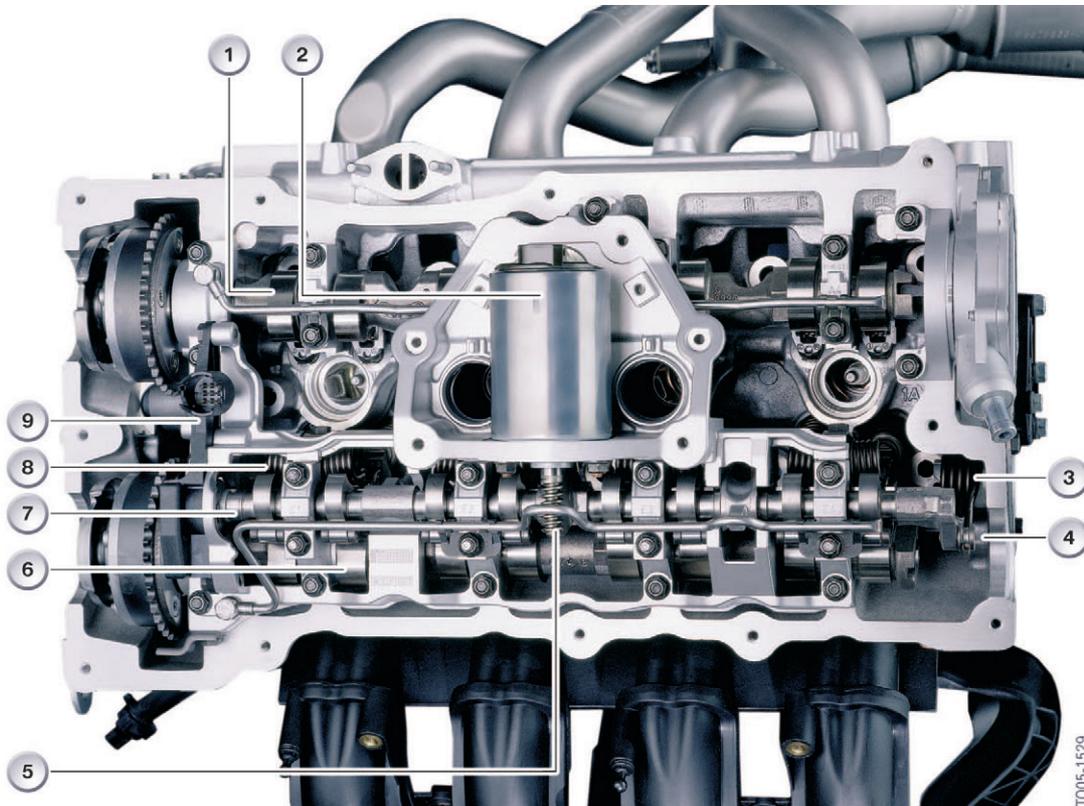
Index Erklärung

1 Drehmoment (in %)

2 VALVETRONIC-Motor

3 Gedrosselter Motor

Das Ansprechverhalten des Motors wird durch die direkt am Zylinder stattfindende Laststeuerung verbessert. Anders als bei der Steuerung mit einer Drosselklappe müssen nicht erst der Sammler für Ansaugluft und die Saugrohre befüllt werden, sondern die VALVETRONIC wirkt sich ohne weitere Verzögerung direkt auf die Zylinderfüllung aus.



12 - Zylinderkopf N42 Motor

T005-1529

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Nockenwelle	6	Nockenwelle
2	Stellmotor	7	Exzenterwelle
3	Drehfeder	8	Drehfeder
4	Drehfederaufnahme Nockenwelle	9	Exzenterwellensensor
5	Schneckenwelle		

Die Drehfeder (3) liegt an der Drehfederaufnahme Exzenterwelle (4) an und übt über diese eine Hebelkraft auf die Exzenterwelle aus. Diese Drehfeder wird als Momentenkompensationsfeder bezeichnet und gleicht das unterschiedliche Drehmoment der Exzenterwelle bei der Verstellung aus.

Die Drehfeder (3) ist entfallen, da Untersuchungen gezeigt haben, dass diese auf die Dauerfestigkeit des Stellmotors keinen Einfluss hat.

Besonderheiten V8-Motor

Eine Besonderheit des V8-Motors ist die Laststeuerung mit zwei mechanisch unabhängigen Zylinderbänken und ein im Vergleich zum 4Zylinder Motor sehr geringer Luftbedarf der Zylinder im Leerlauf.

Der sehr geringe Luftbedarf und Toleranzen in der Mechanik machen es nötig, die angesaugten Luftmassen der beiden Zylinderbänke abzugleichen.

Da nur ein Luftmassenmesser verbaut ist, kann dieser zum Abgleich nicht verwendet werden.

Es wurde deshalb ein neues Verfahren zum Zylinderbankabgleich entwickelt. Dabei errechnet die Motorsteuerung aus den Zylinderlaufruhewerten der Aussetzererkennung für jede Zylinderbank einen mittleren Laufruhewert. Die Zylinderlaufruhewerte der Aussetzererkennung sind ein Maß für die Drehmomentabgabe der einzelnen Zylinder.

Weichen die mittleren Laufruhewerte der Zylinderbänke um einen definierten Wert voneinander ab, so wird die Luftmasse der Zylinderbank mit der geringsten

Drehmomentabgabe erhöht, bis der Schwellenwert unterschritten wird.

Zur weiteren Laufruheverbesserung wird die Einspritzdauer pro Zylinderbank ausgewertet. Bei aktiver λ -Regelung sollte bei gleicher Zylinderfüllung die Einspritzdauer der Zylinderbänke identisch sein. Wird hier ein Unterschied erkannt, so wird die Luftmasse der Zylinderbank mit der geringeren Füllung so lange angehoben, bis die Einspritzdauer beider Zylinderbänke gleich ist.

Mit diesen Funktionalitäten ist es möglich, Problembereiche auf der mechanischen Seite auszugleichen, den Aufwand in Grenzen zu halten und den optimalen Motorlauf zu erzielen.

Besonderheiten V12-Motor

Beim V12-Motor ist die Benzindirekteinspritzung mit der VALVETRONIC gekoppelt. Die VALVETRONIC übernimmt die drosselfreie und damit verbrauchssenkende Teillaststeuerung. Da der V12-Motor im Homogenbetrieb ($\lambda = 1$) betrieben wird, ist ein weltweiter Einsatz ohne Rücksicht auf die verfügbaren Kraftstoffqualitäten möglich.

VALVETRONIC II

Funktion

Im Hinblick auf das Prinzip der Laststeuerung entspricht die VALVETRONIC II der mit dem N42 eingeführten VALVETRONIC I.

Die Optimierung des Systems erfolgt über eine Modifizierung des Ventiltriebs, einen geänderten Stellmotor und über einen angepassten Verstellbereich der VANOS-Einheiten.

Wesentliche Unterschiede sind:

- Am Zwischenhebel ist das Gleitlager zur Exzenterwelle durch ein Rollenlager ersetzt worden. Dadurch wird die Reibung im Ventiltrieb verringert.
- Die Führung des Zwischenhebels ist präziser. Es wird nur noch eine Feder zur Führung und Halterung des Zwischenhebels benötigt.
- Die bewegte Masse des Ventiltriebs wurde um 13 % reduziert.
- Der Hubbereich der Einlassventile konnte verbessert werden. Der maximale Hub ist auf 9,9 mm gestiegen, vor allem aber konnte der minimale Hub noch weiter auf 0,18 mm verringert werden.

Das Gesamtergebnis wird unterstützt durch eine weitere Verbesserung der Saugrohr- und Abgasdynamik.

Ergebnisse der Weiterentwicklung sind:

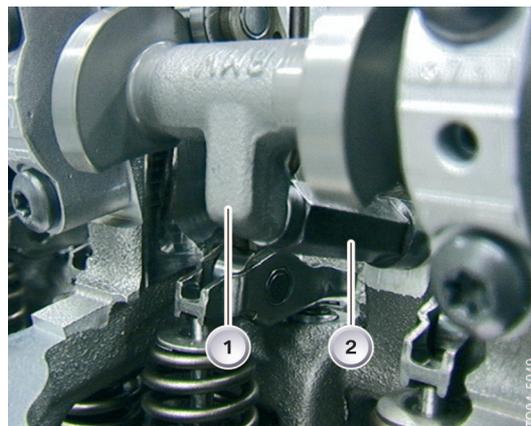
- Steigerung der Motordynamik
- Steigerung der Motoreffizienz
- Verbesserung der Abgasemissionswerte.

Mit diesen Ergebnissen werden BMW typische Motoreigenschaften unterstrichen:

- Höchstdrehzahl gesteigert auf 7.000 1/min

- Spezifische Leistung angehoben auf 63,4 kW/l
- Spezifisches Motordrehmoment von ca. 100 Nm/l
- Gesteigertes Ansprechverhalten durch deutlich erhöhte Ventilbeschleunigungen und reibungsoptimierte Übertragungsteile
- Verringerung der CO₂-Emission von über 10 % zum Vorgänger im NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus)
- Erfüllt weltweit strengste Abgasgrenzwerte.

Exzenterwellen Endanschläge

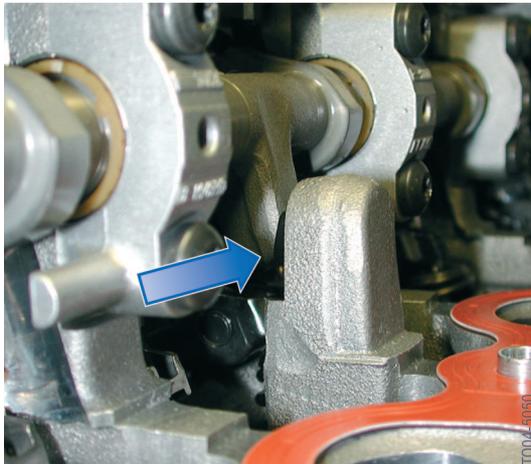


13 - Exzenterwelle am minimal Anschlag

Index	Erklärung
1	Anschlag Exzenterwelle
2	Anschlag Zylinderkopf

Bei minimalem Ventilhub liegt der Anschlag Exzenterwelle (1) am Anschlag Zylinderkopf (2) an, der in den Zylinderkopf geschraubt ist. Der minimale Ventilhub wird so mechanisch begrenzt.

Der maximale Ventilhub wird wie in der folgenden Grafik ersichtlich ebenfalls durch einen mechanischen Anschlag begrenzt.



14 - Exzenterwelle am maximal Anschlag

⚠ Zur Erkennung der mechanischen Anschläge kann eine Anschlagroutine zwischen den mechanischen Anschlägen durchgeführt werden. Die Exzenterwelle wird dabei von Nullhub auf Vollhub verstellt. Die Anschlagroutine wird nur dann ausgeführt, wenn die Motorelektronik beim Motorstart unplausible Werte feststellt. Die Anschlagroutine kann auch von Diagnosesystemen ausgelöst werden. ◀

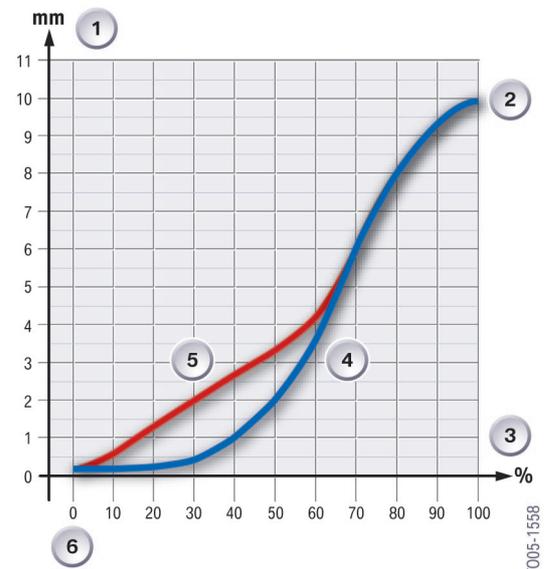
Phasing

Mit dem vollvariablen Ventiltrieb VALVETRONIC II ist eine sehr schnelle und exakte Momentenregelung realisiert worden.

Im unteren Hubbereich der Ventile wird die Möglichkeit der Abstimmung durch das so genannte Phasing unterstützt. Die Einlassventile eines Zylinders werden dabei bis zu einem Hub von 0,2 mm synchron geöffnet. Ab diesem Hub beginnt das Ventil 1 vorauszuweilen. Ventil 2 öffnet somit mit einem geringen Verzug etwas später und holt Ventil 1 bei einem Hub von ca. 6 mm wieder ein. Von da an öffnen sie weiter synchron. Das Phasing

wird durch eine unterschiedliche Formgebung der beiden Exzenter der Exzenterwelle eines Zylinder ermöglicht.

Dieses Öffnungsverhalten begünstigt das Einströmen der Gase in den Zylinder. Durch den klein gehaltenen Öffnungsquerschnitt der Einlassventile ergibt sich bei gleich bleibendem, angesaugtem Volumen eine deutlich höhere Strömungsgeschwindigkeit. Diese Strömungsgeschwindigkeit wird in Verbindung mit der Geometrie im oberen Bereich des Brennraums zur besseren Vermischung des angesaugten Gemisches genutzt.



15 - Einlassventilhubverlauf

Index	Erklärung
1	Ventilhub (in mm)
2	Maximaler Ventilhub bei Vollast
3	Last (in %)
4	Einlassventil 2
5	Einlassventil 1
6	Minimaler Ventilhub bei Leerlauf

Elektrik

Ventilhubsteuergerät

Die Ventilhubsteuerung wird von der Motorsteuerung und bei der ersten Generation der VALVETRONIC von einem zusätzlichen Ventilhubsteuergerät durchgeführt.

Die Aufgabe des Ventilhubsteuergeräts ist die Ansteuerung des Elektromotors für die Verstellung der Exzenterwelle entsprechend

den Vorgaben des Motorsteuergeräts. Um die gewünschte Dynamik zu erzielen, werden sehr hohe Stromstärken benötigt. Aus diesem Grund ist bei VALVETRONIC-Motoren eine Anpassung des für die Lichtfunktion zuständigen Steuergeräts erfolgt, um ein "Flackern" der Innen- bzw. Außenbeleuchtung zu verhindern.



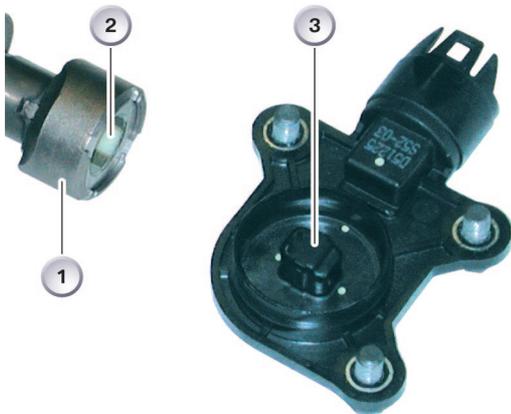
TO05-1623
Neue Elektrokomponenten waren nötig um den VALVETRONIC-Betrieb zu ermöglichen. Zu diesen neuen Komponenten gehören das Ventilhubsteuergerät, welches bei der VALVETRONIC II in die Motorsteuerung integriert wurde, der Stellmotor und der Exzenterwellensensor. Die Drosselklappe übernimmt neue Aufgaben und dient bei Fehlern in der VALVETRONIC dem Notlauf.

Stellmotor

Die Verstellung der Exzenterwelle wird von einem Gleichstrommotor mit Kollektor durchgeführt. Durch Umkehr der Drehrichtung und die Dauer der getakteten

Ansteuerung wird die Exzenterwelle entsprechend verstellt. Der Stellmotor kann bei der Maximalverstellung bis zu 40 A Strom ziehen.

Exzenterwellensensor



16 - Exzenterwellensensor und Magnetrad auf der Exzenterwelle

Die Position der Exzenterwelle wird über den Exzenterwellensensor (3) dem Ventilhubsteuergerät bzw. der DME zurückgemeldet. Er erfasst einen Winkelbereich von 180 °.

Der Exzenterwellensensor arbeitet nach dem magnetoresistiven Prinzip: Ein ferromagnetischer Leiter ändert seinen Widerstand, wenn sich das anliegende Magnetfeld in seiner Lage ändert. Dazu ist auf der Exzenterwelle ein Magnetrad (1) angebracht, das einen Permanentmagneten enthält. Magnetfeldlinien dieses Magneten schneiden bei Drehung der Welle den magnetisch leitenden Werkstoff im Sensor. Die sich so ergebende Widerstandsänderung wird vom Motorsteuergerät in einen Ventilhub umgerechnet.

⚠ Das Magnetrad muss mit einer nichtmagnetischen Befestigungsschraube (2) an der Exzenterwelle befestigt werden, da der Sensor sonst nicht funktioniert. ◀

Index	Erklärung
1	Magnetrad
2	Befestigungsschraube
3	Exzenterwellensensor

Der Exzenterwellensensor erfasst den Drehwinkel der Exzenterwelle und liefert somit die Istgröße für die Regelung.

Motorsteuergerät

Die Motorsteuerung beinhaltet ein Kennfeld für die Ventilhubsteuerung. Hauptinformation für den benötigten Ventilhub ist die Lastanforderung des Fahrers durch das Fahrpedal. Aus den Eingangsdaten wird die Sollfüllung der Zylinder ermittelt.

Die Sollfüllung wird in einen Ventilhub und Steuerzeitbereich umgerechnet. Aus diesen Faktoren ergibt sich der Schließzeitpunkt des Einlassventils

Die für eine optimale Verbrennung benötigte Restgasmenge wird allein durch die Auslassnockenwellenverstellung (Auslass-

VANOS) eingestellt, da ein rückfördernder Unterdruck im Saugrohr fehlt.

Die Einregelung der VANOS wird von der Motorsteuerung durchgeführt. Die Einregelung des Ventilhub wird bei der VALVETRONIC II ebenfalls von der Motorsteuerung durchgeführt.

Bei der VALVETRONIC I wird die Hubvorgabe über die CAN-Bus-Schnittstelle an das Ventilhubsteuergerät gesendet und mithilfe des Exzenterwellensensors und Stellmotor eingeregelt.

Drosselklappe

Auch die VALVETRONIC-Motoren benötigen eine Drosselklappe für

- Tankentlüftung,
- Kurbelgehäuseentlüftung,
- Notlauf,
- Katalysatoraufheizung.

⚠ Mithilfe der Drosselklappe wird ein geringer Saugrohr-Unterdruck von ca. 50 mbar eingeregelt. Dieser Unterdruck wird benötigt, um die Tankentlüftung und Kurbelgehäuseentlüftung sicherzustellen. Als Referenz dient ein Drucksensor in der Sauganlage.

Bei einem Fehler in der VALVETRONIC wird nach Möglichkeit der Ventilhub auf Maximum gestellt und die Laststeuerung von der Drosselklappe übernommen.

Die Leerlaufregelung erfolgt kennfeldgesteuert von der Motorsteuerung. Kennfeldabhängig kann während des Startvorgangs die Leerlaufregelung über die Drosselklappe erfolgen. Bei betriebswarmem Motor wird nach ca. 60 s auf entdrosselten Betrieb (Drosselklappe voll geöffnet) umgeschaltet. Bei kalter Witterung wird jedoch mit voll geöffneter Drosselklappe gestartet, da sich dies positiv auf das Startverhalten auswirkt. ◀

Laststeuerung über den Ventiltrieb

Drosselfreie Laststeuerung

⚠ Für die Kurbelgehäuseentlüftung ist ein minimaler Unterdruck in der Sauganlage erforderlich. Hierzu wird die Drosselklappe leicht angestellt. ◀

Definition

⚠ Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der variablen Nockenwellensteuerung (Doppel-VANOS), wodurch der Schließzeitpunkt des Einlassventils frei wählbar ist.

Die Ventilhubsteuerung erfolgt nur auf der Einlassseite, die Nockenwellensteuerung auf der Einlass- und der Auslassseite.

Eine drosselfreie Laststeuerung ist nur möglich, wenn:

- der Ventilhub des Einlassventils,
- und die Nockenwellenverstellung der Einlass- und Auslassnockenwelle variabel steuerbar sind.

Ergebnis:

=> Öffnungsdauer des Einlassventils frei wählbar. ◀



Diese Servicehinweise finden Sie in der Einleitung.

TE04-4903



Diese Servicehinweise finden Sie unter den Systemkomponenten.

TE04-4903

Aufbau

Vollvariable Ventilhubsteuerung

⚠ Da der minimale Ventilhub im Leerlauf sehr gering ist, muss eine Gleichverteilung der Zylinderfüllungen sichergestellt werden. Alle Ventile müssen gleich weit geöffnet sein.

Aus diesem Grund sind die Rollenschlepphebel und die dazugehörigen Zwischenhebel in Klassen eingeteilt. Mit einer angebrachten Kennzahl lassen sich die Bauteile in den Klassifizierungen voneinander unterscheiden. Eingebaut sind pro Zylinder immer die gleichen Klassen. Durch die Zuordnung Rollenschlepphebel und Zwischenhebel im Produktionswerk ist gewährleistet, dass die Zylinder auch im Minimalhub gleichmäßig befüllt werden. ◀

⚠ Bei der Zerlegung des Ventiltriebs muss darauf geachtet werden, dass alle Teile wieder an die gleiche Position kommen. Bei Nichtbeachtung kann es zu Ungleichverteilungen bei der Zylinderfüllung kommen. Eine Ungleichverteilung hat einen unrunder Motorlauf zur Folge. ◀

Mechanik

VALVETRONIC I

Funktion

⚠ Besonders bei niedrigen Lasten macht sich der Entfall der Drosselung bemerkbar. Der Kraftstoffverbrauch sinkt um bis zu 20 %. Zu hohen Lasten hin verringert sich das Einsparpotenzial. Im Mittel ergibt sich eine Einsparung von etwa 10 % für den Betrieb mit

stöchiometrischem Kraftstoff-Luft-Verhältnis ($\lambda = 1$). Bei Vollast hat die VALVETRONIC keine Vorteile, da unter Vollast der Ventilhub auf Maximum steht und bei einem herkömmlichen Motor die Drosselklappe voll geöffnet ist. ◀

VALVETRONIC II

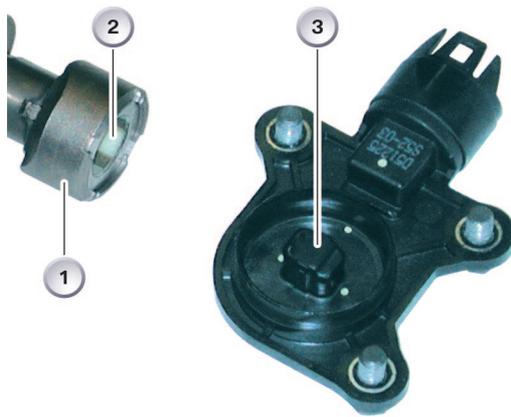
Exzenterwellen Endanschläge

⚠ Zur Erkennung der mechanischen Anschläge kann eine Anschlagroutine zwischen den mechanischen Anschlägen durchgeführt werden. Die Exzenterwelle wird dabei von Nullhub auf Vollhub verstellt.

Die Anschlagroutine wird nur dann ausgeführt, wenn die Motorelektronik beim Motorstart unplausible Werte feststellt. Die Anschlagroutine kann auch von Diagnosesystemen ausgelöst werden. ◀

Elektrik

Exzenterwellensensor



1 - Exzenterwellensensor und Magnetrad auf der Exzenterwelle

Index	Erklärung
1	Magnetrad
2	Befestigungsschraube
3	Exzenterwellensensor

Index	Erklärung
1	Magnetrad
2	Befestigungsschraube
3	Exzenterwellensensor

⚠ Das Magnetrad muss mit einer nichtmagnetischen Befestigungsschraube (2) an der Exzenterwelle befestigt werden, da der Sensor sonst nicht funktioniert. ◀

T004-5048

Drosselklappe

⚠ Mithilfe der Drosselklappe wird ein geringer Saugrohr-Unterdruck von ca. 50 mbar eingeregelt. Dieser Unterdruck wird benötigt, um die Tankentlüftung und Kurbelgehäuseentlüftung sicherzustellen. Als Referenz dient ein Drucksensor in der Sauganlage.

Bei einem Fehler in der VALVETRONIC wird nach Möglichkeit der Ventilhub auf Maximum gestellt und die Laststeuerung von der Drosselklappe übernommen.

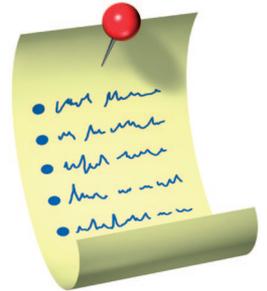
Die Leerlaufregelung erfolgt kennfeldgesteuert von der Motorsteuerung. Kennfeldabhängig kann während des Startvorgangs die Leerlaufregelung über die Drosselklappe erfolgen. Bei betriebswarmem Motor wird nach ca. 60 s auf entdrosselten Betrieb (Drosselklappe voll geöffnet) umgeschaltet. Bei kalter Witterung wird jedoch mit voll geöffneter Drosselklappe gestartet, da sich dies positiv auf das Startverhalten auswirkt. ◀

Zusammenfassung VALVETRONIC

Was ich mir merken sollte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Informationen zum Thema Grundlagen Motor VALVETRONIC zusammengefasst.

Die Auflistung soll Ihnen in kompakter Form die Inhalte und eine nochmalige Kontrolle über das Wissenswerte dieser Produktinformation vermitteln.



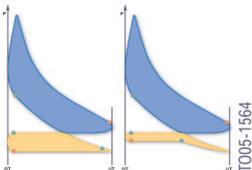
Anmerkungen für den Alltag in Theorie und Praxis.

Modelle



Seit 2001 wird bei BMW die VALVETRONIC eingesetzt. Mittlerweile besitzen fast alle BMW Benzinmotoren eine VALVETRONIC.

Einleitung



Die VALVETRONIC ist die erste vollvariable Ventilsteuerung im Markt. Die VALVETRONIC besteht immer aus der variablen Ventilhubsteuerung des Einlassventils und der Doppel-VANOS. Mit der VALVETRONIC lassen sich die Verluste bei der Ladungswechselerarbeit reduzieren. Die durchschnittliche Einsparung liegt im Vergleich zu einem herkömmlichen Motor bei ca. 10 %.

Aufbau



Die VALVETRONIC übernimmt in weiten Teilen die Funktion der Drosselklappe. Damit dies ermöglicht wird, ist eine vollvariable Ventilhubsteuerung nötig. Die vollvariable Ventilhubsteuerung wird durch zusätzliche Bauteile im Ventiltrieb ermöglicht. Dazugekommen sind in erster Linie Stellmotor, Exzenterwelle, Zwischenhebel und Drehfeder.

Mechanik



T005-1622

Mit der VALVETRONIC I im N42 Motor wurde der vollvariable Ventiltrieb erstmals in der Serie eingesetzt. Die Ladungswechselerluste werden im unteren Lastbereich deutlich reduziert. Zur Volllast hin nimmt der Vorteil kontinuierlich ab. Der Einlassventilhub konnte bis auf 0,18 mm reduziert, der Maximalhub auf 9,9 mm erweitert werden. Das Kaltstartverhalten wurde mit der VALVETRONIC verbessert.

Elektrik



T005-1623

Neue Elektrokomponenten waren nötig um den VALVETRONIC-Betrieb zu ermöglichen. Zu diesen neuen Komponenten gehören das Ventilhubsteuergerät, das bei der VALVETRONIC II in die Motorsteuerung integriert wurde, der Stellmotor und der Exzenterwellensensor. Die Drosselklappe übernimmt neue Aufgaben und dient bei Fehlern in der VALVETRONIC dem Notlauf.

Testfragen VALVETRONIC

Fragenkatalog

In diesem Abschnitt haben Sie die Möglichkeit Ihr erworbenes Wissen zu überprüfen.

Es werden Fragen zum vorgestellten Thema VALVETRONIC gestellt.



Das erworbene Wissen vertiefen und nochmal überprüfen.

1. Welche Aussage ist richtig?

- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch Betrieb im Magerbereich erhöht.
- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch die Absenkung der mechanischen Verluste gesteigert.
- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch die Absenkung der Ladungswechselperluste gesteigert.

2. Welche Definition ist richtig?

- Die VALVETRONIC ist die vollvariable Ventilhubsteuerung.
- Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der Doppel-VANOS
- Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der Einlass-VANOS.

3. Wie wird die Gleichverteilung der Gemischmenge auf die einzelnen Zylinder sichergestellt?

- In der Produktion werden die Ventile entsprechend eingeschliffen.
- Es werden Zwischenhebel und Rollenschlepphebel gleicher Klassen eingebaut.
- Die Gleichverteilung der Zylinder wird in der Produktion geprüft und bei Abweichung mit entsprechenden Zwischenhebeln und/oder Rollenschlepphebeln korrigiert.

4. Welchen Vorteil hat ein VALVETRONIC-Motor im Vergleich zu einem konventionellen gedrosselten Motor beim Kaltstart?

- Kein Vorteil.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt beim Kaltstart weniger Kraftstoff.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt zum Motorstart eine geschlossene Drosselklappe.

5. Was verstehen Sie unter dem Begriff Phasing?

- Mit Phasing ist die besondere Form der Zwischenhebel gemeint.
- Mit Phasing ist das unterschiedliche Öffnen der Einlassventile eines Zylinders bis zu 6 mm Ventilhub zu verstehen.
- Mit Phasing wird die besondere Form der Einlassnockenwelle bezeichnet.

Antworten zum Fragenkatalog

1. Welche Aussage ist richtig?

- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch Betrieb im Magerbereich erhöht.
- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch die Absenkung der mechanischen Verluste gesteigert.
- Mit der VALVETRONIC wird der Motorwirkungsgrad durch die Absenkung der Ladungswechselperluste gesteigert.

2. Welche Definition ist richtig?

- Die VALVETRONIC ist die vollvariable Ventilhubsteuerung.
- Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der Doppel-VANOS
- Die VALVETRONIC besteht aus der vollvariablen Ventilhubsteuerung und der Einlass-VANOS.

3. Wie wird die Gleichverteilung der Gemischmenge auf die einzelnen Zylinder sichergestellt?

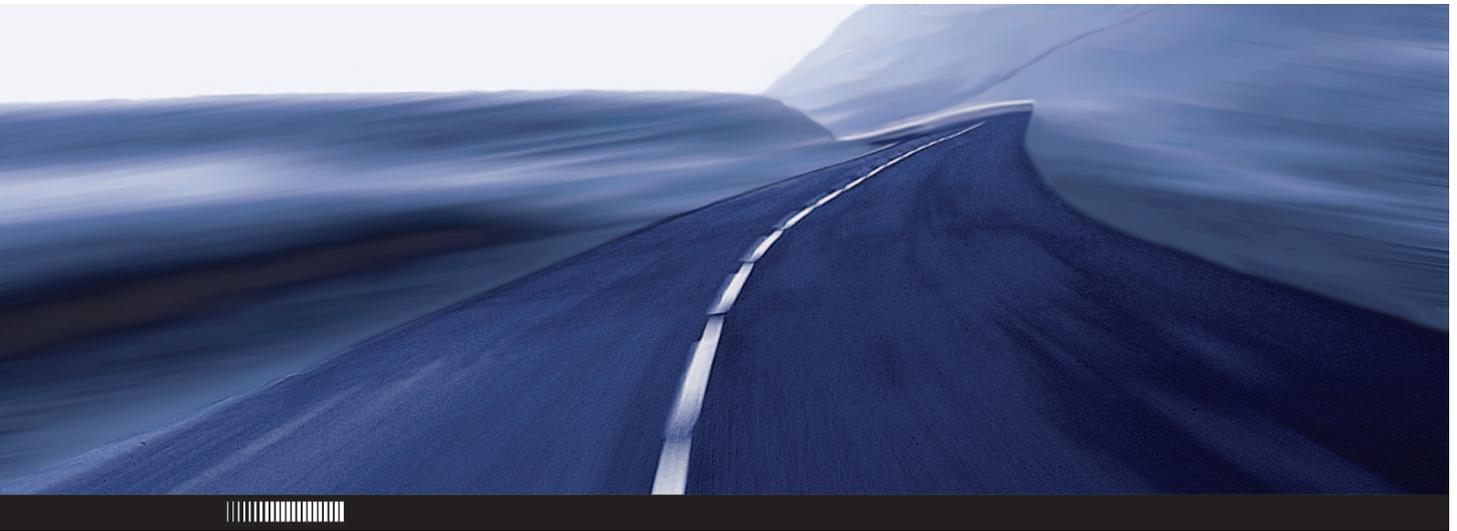
- In der Produktion werden die Ventile entsprechend eingeschliffen.
- Es werden Zwischenhebel und Rollenschlepphebel gleicher Klassen eingebaut.
- Die Gleichverteilung der Zylinder wird in der Produktion geprüft und bei Abweichung mit entsprechenden Zwischenhebeln und/oder Rollenschlepphebeln korrigiert.

4. Welchen Vorteil hat ein VALVETRONIC-Motor im Vergleich zu einem konventionellen gedrosselten Motor beim Kaltstart?

- Kein Vorteil.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt beim Kaltstart weniger Kraftstoff.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt zum Motorstart eine geschlossene Drosselklappe.

5. Was verstehen Sie unter dem Begriff Phasing?

- Mit Phasing ist die besondere Form der Zwischenhebel gemeint.
- Mit Phasing ist das unterschiedliche Öffnen der Einlassventile eines Zylinders bis zu 6 mm Ventilhub zu verstehen.
- Mit Phasing wird die besondere Form der Einlassnockenwelle bezeichnet.



BMW Service
Aftersales Training
80788 München
Fax. +49 89 382-34450