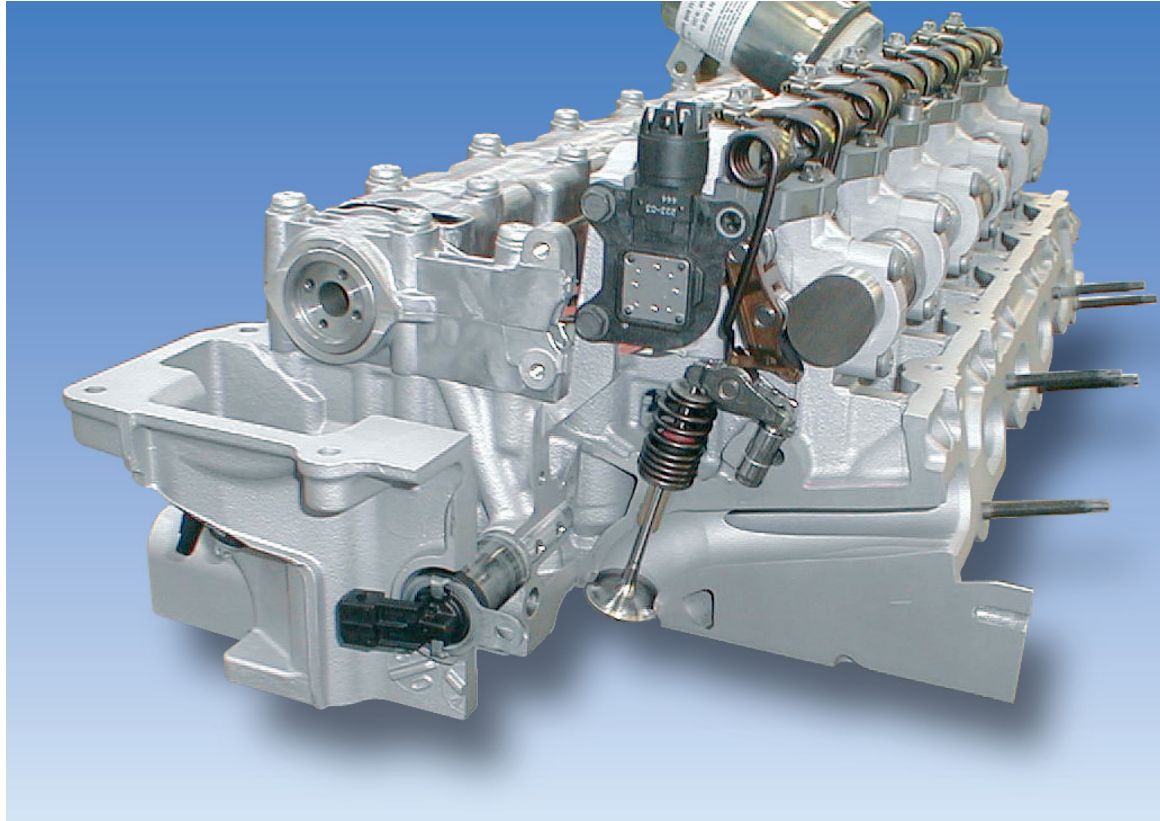


# **Aftersales Training - Arbeitsbuch Teilnehmer. VALVETRONIC.**



**BMW Service**

Die im Arbeitsbuch enthaltenen Informationen sind ausschließlich für die Teilnehmer dieses Seminars des BMW Aftersales Trainings bestimmt.

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

Stand der Informationen November 2005

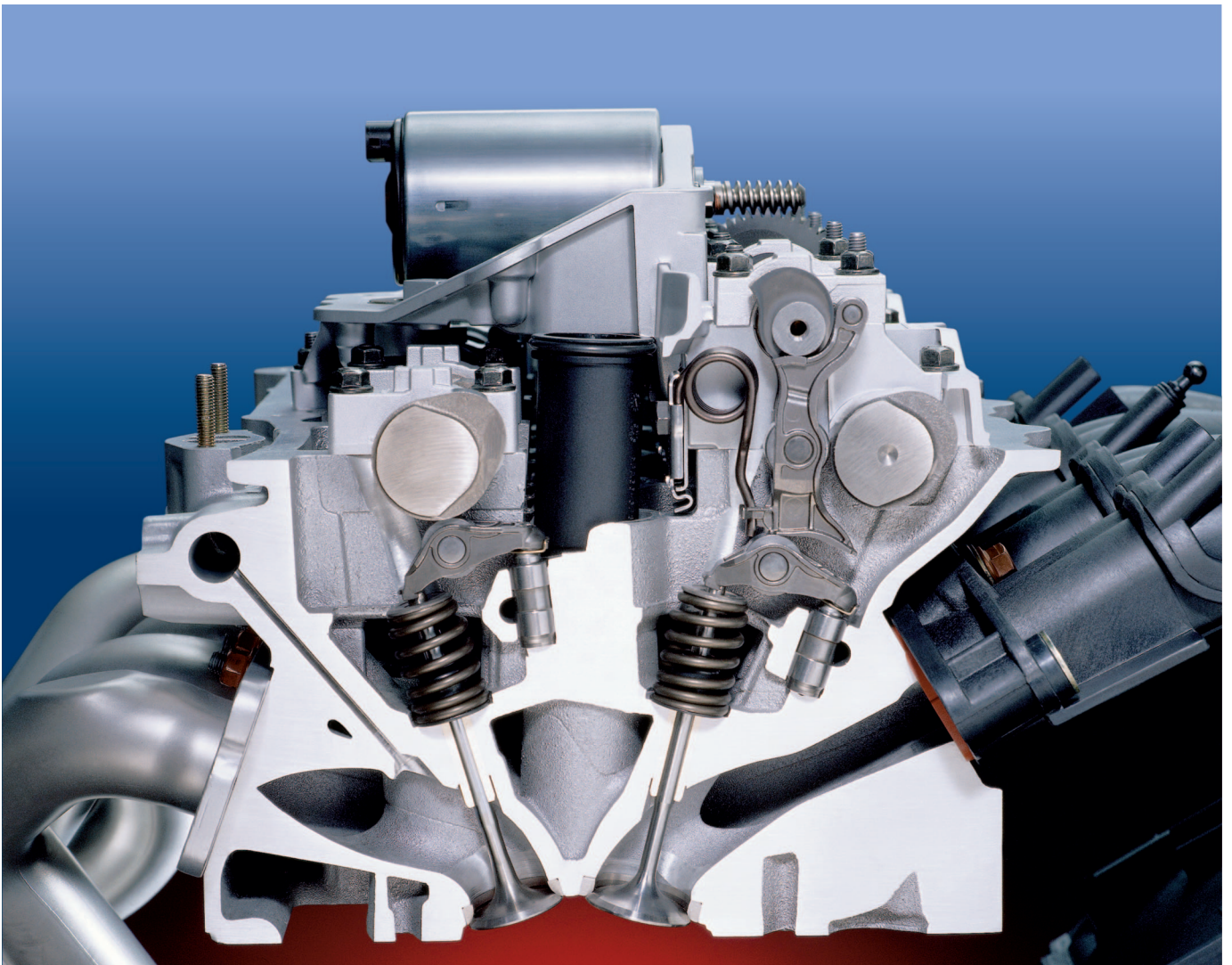
**conceptinfo@bmw.de**

**© 2005 BMW AG**

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

**VS-12 Aftersales Training**


# Arbeitsbuch Teilnehmer. VALVETRONIC.



## Hinweise zu diesem Arbeitsbuch

### Verwendete Symbole

In diesem Arbeitsbuch 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:

Durch die ständige Weiterentwicklung in der Konstruktion und der Ausstattung der BMW Fahrzeuge können sich Abweichungen zwischen diesem Arbeitsbuch und den 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 im Arbeitsbuch gezeigt.

### Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie in:

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

# Inhalt.

## VALVETRONIC.



### Training

Wissensabfrage  
VALVETRONIC II

1

1

10



# Training. VALVETRONIC.

## Wissensabfrage

### Eingangstest

In diesem Abschnitt wird das grundsätzliche Wissen zum Thema VALVETRONIC überprüft. Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an:

#### 1. Haben Sie die SIPs N42 Motor, N52 Motor, N62 Motor, N73 Motor durchgearbeitet?

- Ja
- Nein

#### 2. 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.

#### 3. 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

#### 4. 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.

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

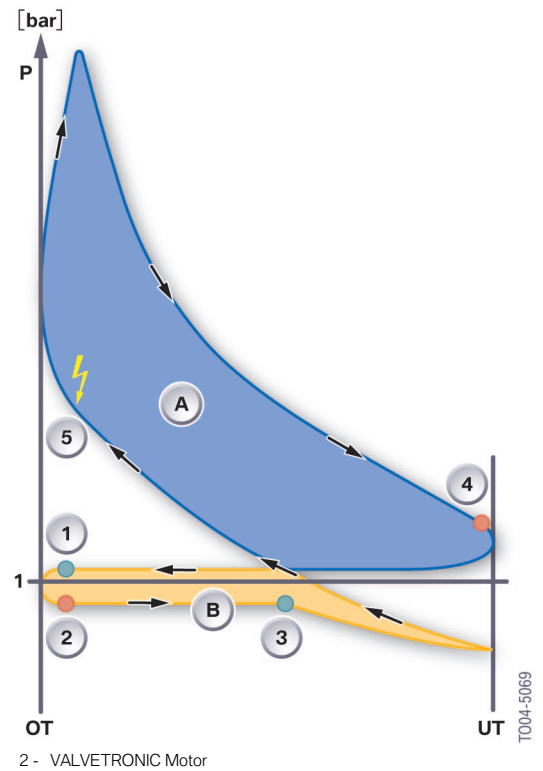
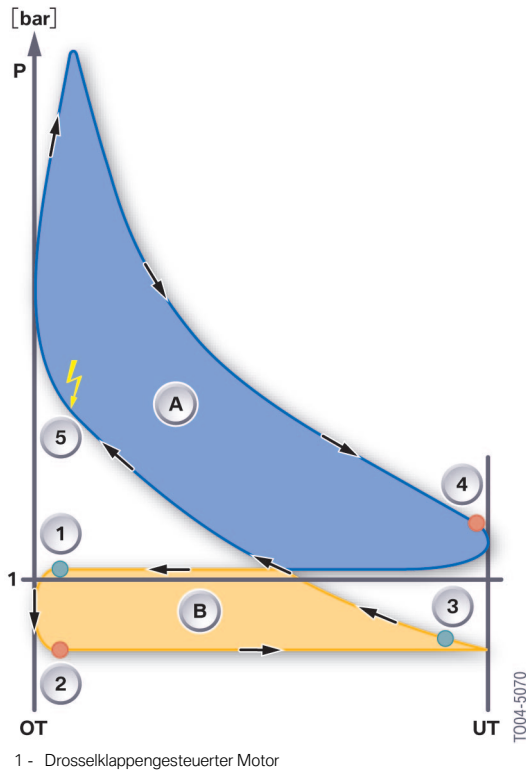
- Kein Vorteil.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt beim Kaltstart weniger Kraftstoff.
- Der VALVETRONIC-Motor benötigt zum Motorstart eine geschlossene Drosselklappe.

#### 6. 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.

# VALVETRONIC I

## 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 Ladungswechselerarbeit 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 Kraftstoff sparend wie ein Ottomotor mit Direkteinspritzung. Der Nachteil in der Abgasnachbehandlung eines Ottomotors mit Direkteinspritzung ist nicht vorhanden.

### **Notizen:**

### **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.

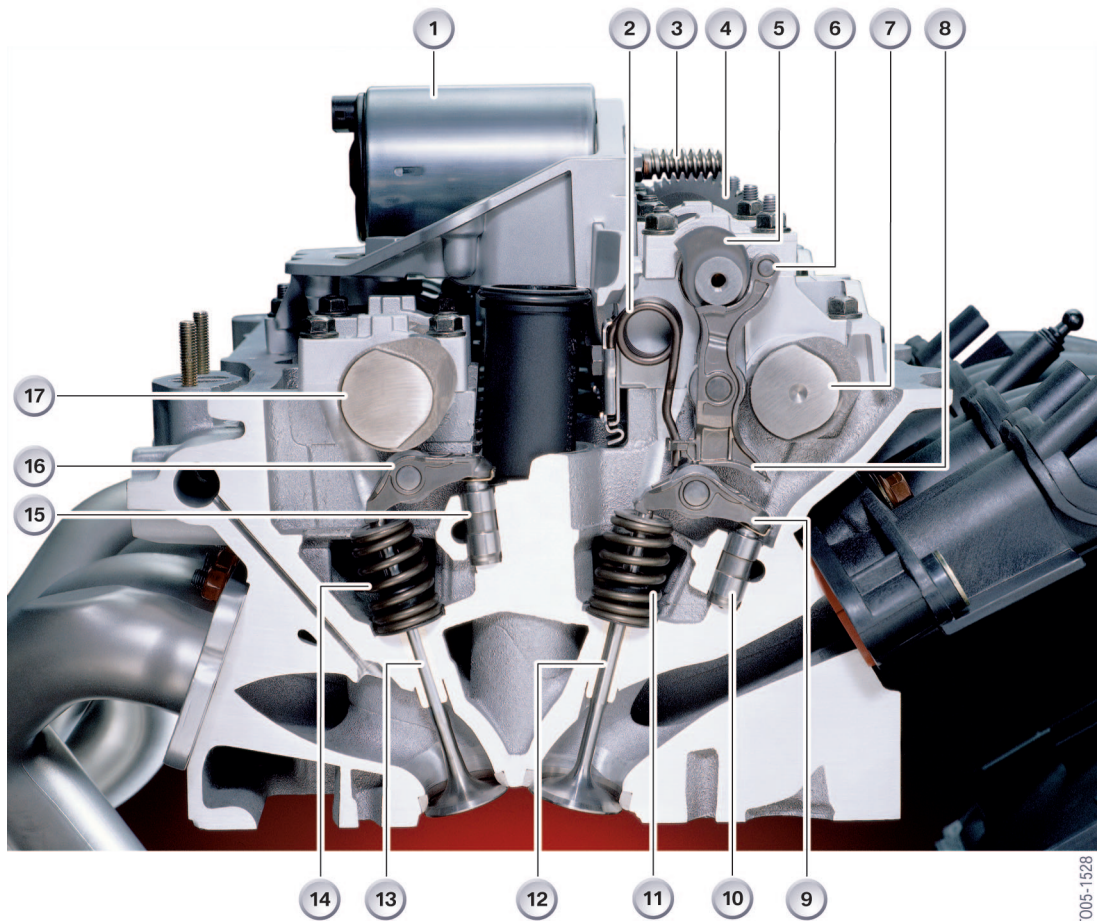
Eine drosselfreie Laststeuerung ist nur möglich, wenn:

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

Ergebnis:

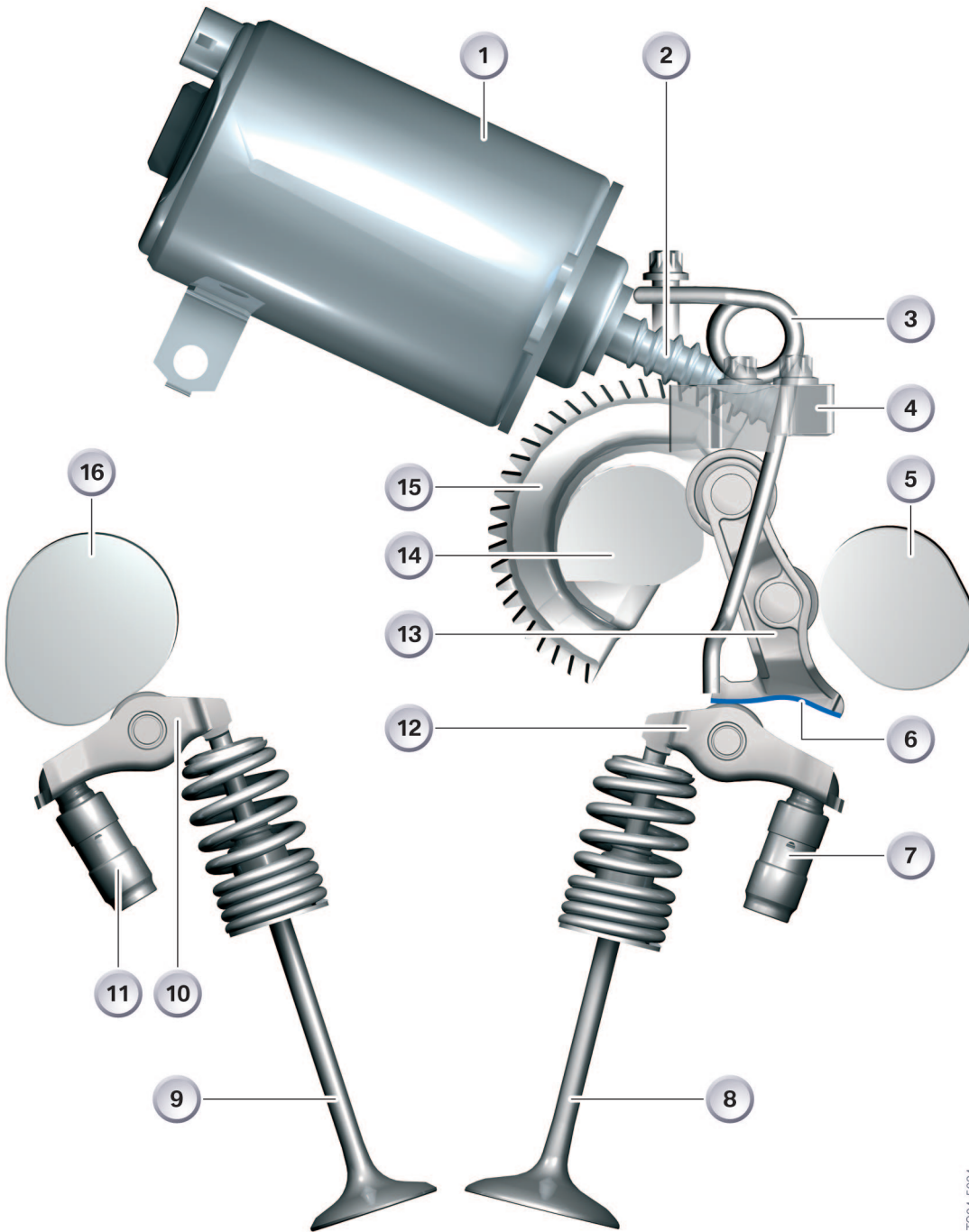
=> Öffnungsdauer des Einlassventils frei wählbar. ◀

## Vollvariable Ventilhubsteuerung



3 - Zylinderkopf N42 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
	Drehfeder		Ventilfeder
	Schneckenrad		Auslassventil
	Einlassnockenwelle		Rollenschlepphebel
	Stellmotor		Hydraulischer Ventilspielausgleich (HVA)
	Zwischenhebel		HVA
	Rampe		Auslassnockenwelle
	Schneckenwelle		Einlassventil
	Exzenterwelle		Ventilfeder
	Rollenschlepphebel		



T004-5034

4 - VALVETRONIC II

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 von Rollenschlepphebel und Zwischenhebel im Produktionswerk wird 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. Das 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:

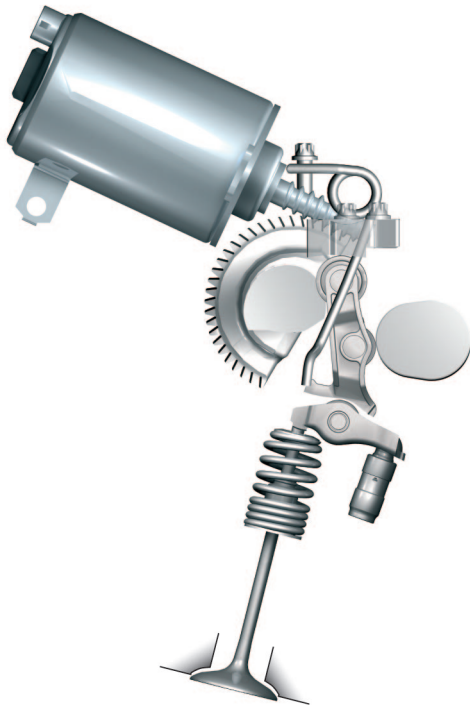
Motor	Rollenschlepphebelklassen	Zwischenhebelklassen
N42	4	4
N46	4	5
N52	5	6
N62	4	5
N62TU	4	5
N73	3	5

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

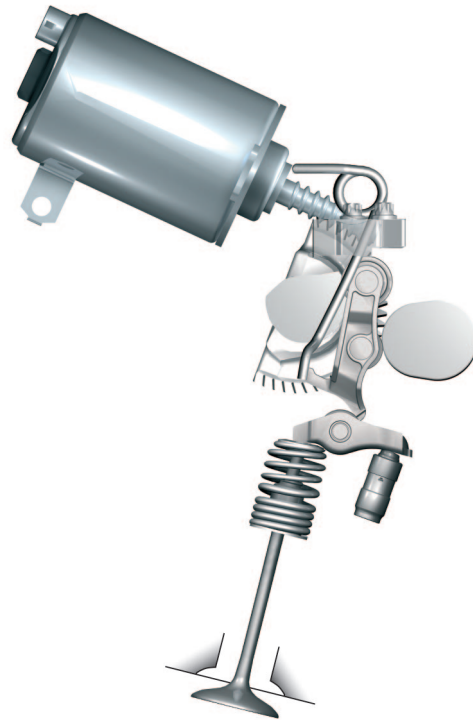
den restlichen Rollenschlepphebeln und/oder Zwischenhebeln in der Klassifizierung abweichen.

⚠ 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. ◀



5 - Minimalhub N52 Motor

T004-5052



6 - Maximalhub N52 Motor

T004-5051

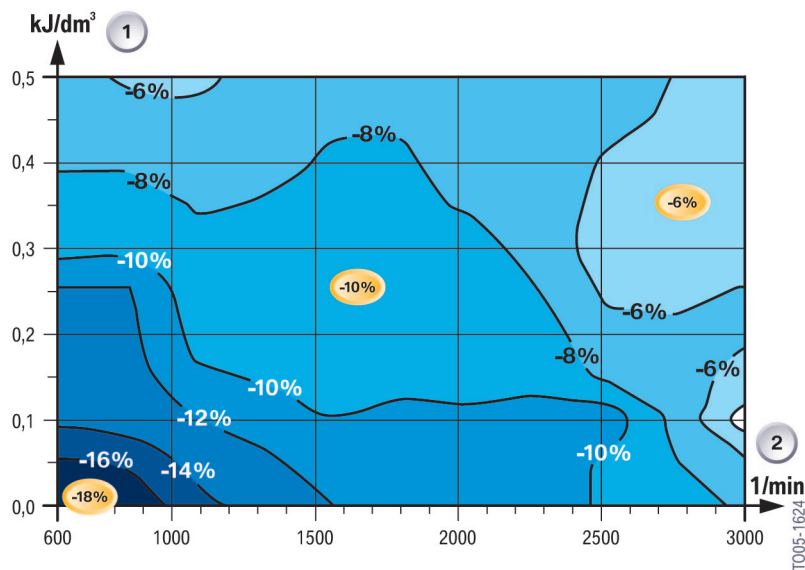
## Notizen:

## Verbrauchsvorteil

⚠ 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  $\text{kJ}/\text{dm}^3$  zur Drehzahl in  $1/\text{min}$ .



7 - Kraftstoffverbrauchskennfeld

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Last	2	Drehzahl

---

## **Praktische Arbeiten**

**Aufgabe 1:** Suchen Sie im TIS die entsprechende Reparaturanleitung für die Demontage und Montage des Zwischenhebels und Rollenschlepphebels. Notieren Sie die Nummer.

**Lösung:**

**Aufgabe 2:** Bauen Sie einen Zwischenhebel und Rollenschlepphebel aus und notieren Sie die Klasse des jeweiligen Bauteils. Komplettieren Sie anschließend den Motor nach Reparaturanleitung.

**Lösung:**

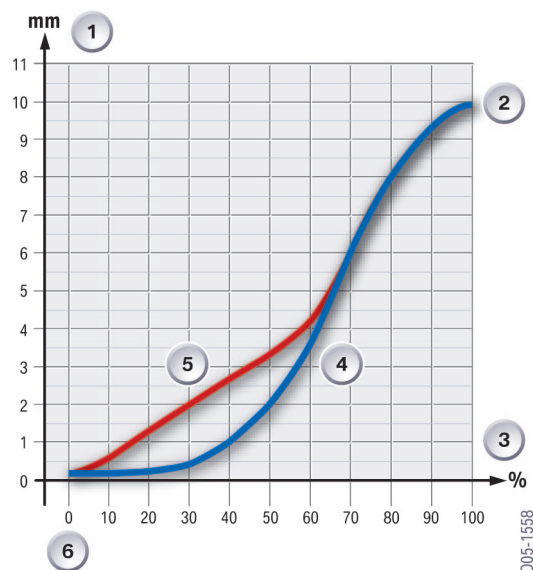
# VALVETRONIC II

## 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 vorauszuweichen. 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.



8 - Einlassventilhubverlauf

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

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. ◀

### Notizen:



---

## **Praktische Arbeiten**

**Aufgabe 1:** Suchen Sie im TIS die entsprechende Reparaturanleitung für die Demontage und Montage des Zwischenhebels und Rollenschlepphebels. Notieren Sie die Nummer.

**Lösung:**

**Aufgabe 2:** Bauen Sie einen Zwischenhebel und Rollenschlepphebel aus und notieren Sie die Klasse des jeweiligen Bauteils. Komplettieren Sie anschließend den Motor nach Reparaturanleitung.

**Lösung:**







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