

1 Motor

Cayenne

Allgemeines

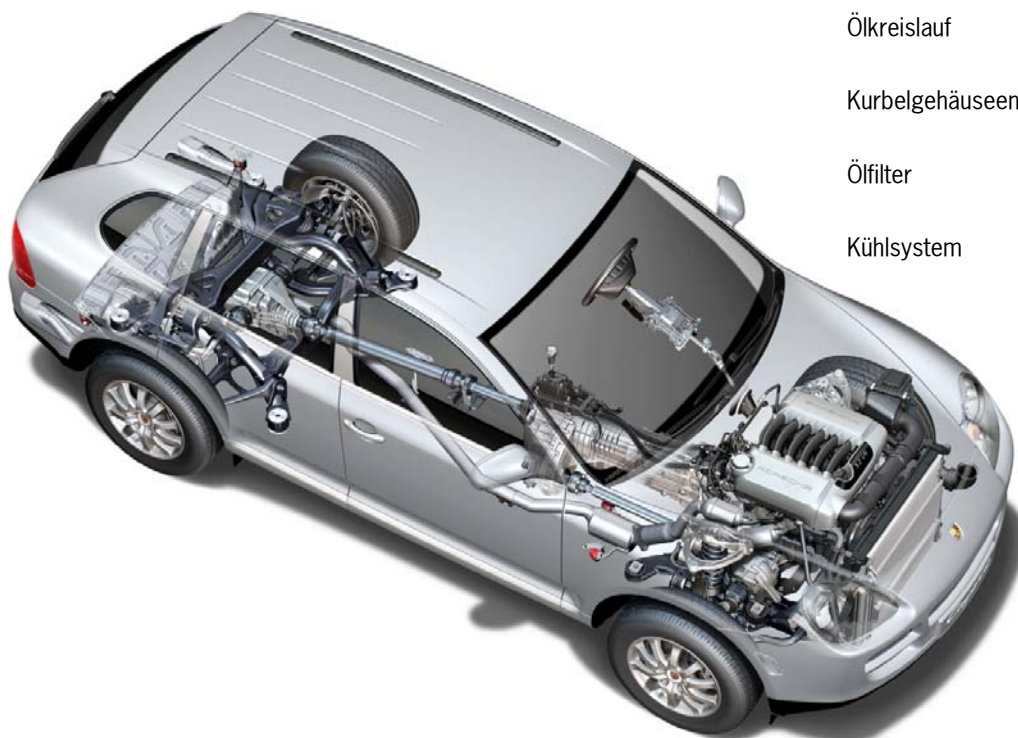
Für den Porsche Cayenne steht nun neben den 4,5 Liter V8-Saug- und Turbomotoren eine dritte Motorvariante zur Verfügung.

Der 3,2 Liter V6-Ottomotor stellt ebenfalls ein breites Drehzahlband zur Verfügung und besitzt eine hohe spezifische Leistung, sowie ein hohes Drehmoment bei gleichzeitigem guten Verbrauchs- und Emissionsverhalten.

Aufgrund dessen, daß es sich hierbei um einen langhubigen Motor handelt, steht ein hohes Drehmoment bereits bei niedrigen Motordrehzahlen zur Verfügung.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	1
Vollastkurve Cayenne	3
Kurbelgehäuse, Kurbelwelle	4
Pleuelstangen/Kolben, Zylinderkopf	6
Steuerung mit Nockenwellenverstellung	8
Riementrieb	12
Ölkreislauf	13
Kurbelgehäuseentlüftung	16
Ölfilter	17
Kühlsystem	18



1_35_04

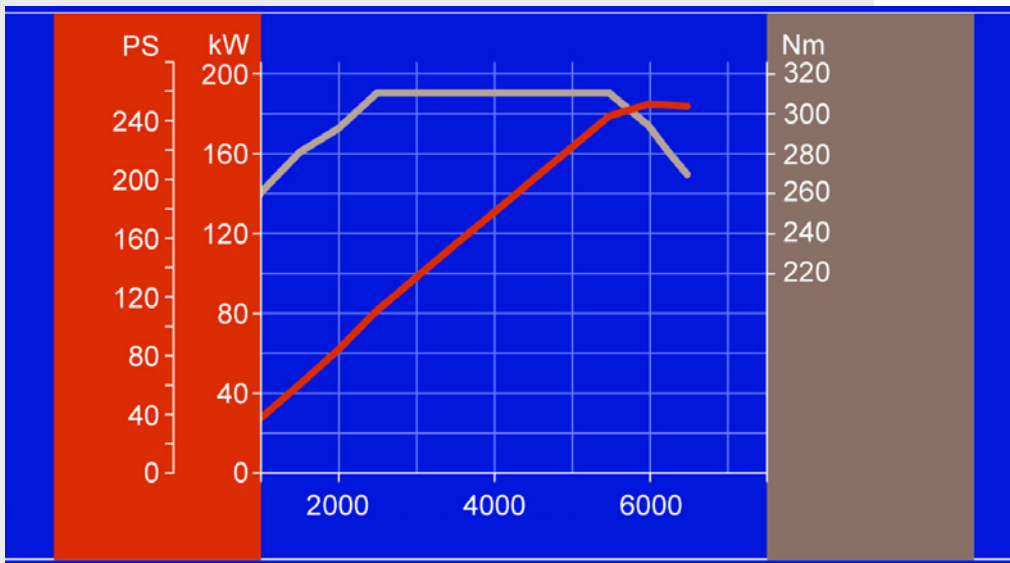
Cayenne

Wichtige Merkmale des Motors:

- Gewichtsoptimiertes Graugußkurbelgehäuse
- Einteiliger Zylinderkopf aus Aluminium-Druckguß
- Vier Ventile pro Zylinder, betätigt über Rollenschlepphebel
- Stufenlose Ein- und Auslaßnockenwellenverstellung
- Druckumlaufschmierung
- Kolbenspritzkühlung
- Öl-Wasser-Wärmetauscher
- Schräglagen bis zu 45° nach allen Seiten möglich
- Längsstromkühlung des Zylinderkopfes und Kurbelgehäuses



1_36_04



1_37_04

Die Motordaten Cayenne

Motortyp	BFD
Zylinderzahl	6
Bohrung	84,0 mm
Hub	95,9 mm
Hubraum	3189 cm ³
Verdichtung	11,5
Max. Leistung	184 kW (250 PS)
Bei Drehzahl	6000 ¹ / _{min}
Max. Drehmoment	310 Nm
Bei Drehzahl	2500 – 5500 ¹ / _{min}
Abregeldrehzahl	6700 ¹ / _{min}
Motorgewicht (Schaltgetriebe)	192 kg (mit Zweimassenschwungrad, jedoch ohne Kupplung)
Motorgewicht (Tiptronic)	180 kg (mit Wandlerblech)
Zündfolge	1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4

Cayenne

Der Pfeil zeigt die Fahrtrichtung an.

1010 Kurbelgehäuse

Das Kurbelgehäuse mit den Zylindern ist aus Grauguß gefertigt und hinsichtlich des Gewichts optimiert. Die Zylinder sind im 15° V-Winkel gegeneinander versetzt angeordnet, der 1. Zylinder befindet sich gegenüber der kraftabgebenden Seite vorne links.



1_38_04

1348 Kurbelwelle

Die im Gesenk geschmiedete Kurbelwelle ist siebenfach gelagert. Das Hauptlager 4 ist als Passlager ausgeführt. Das Axialspiel wird durch zwei Anlaufscheiben, die in die Lagerstühle eingelegt sind, bestimmt. Die Hauptlager sind Zweistofflager und haben einen Durchmesser von 60 mm.



1_40_04



1_39_04

Auf der Kurbelwelle befindet sich das Geberrad für den Drehzahl- und Bezugsmarkengeber (A), sowie das Kettenantriebsrad für die Zwischenwelle (B).

1016 Lagerzuordnung

Cayenne

Am Kurbelgehäuse sowie an der Kurbelwelle sind Kennzeichnungen angebracht, woraus ersichtlich ist, welche Lagertoleranzen eingebaut werden müssen.



1_51_04



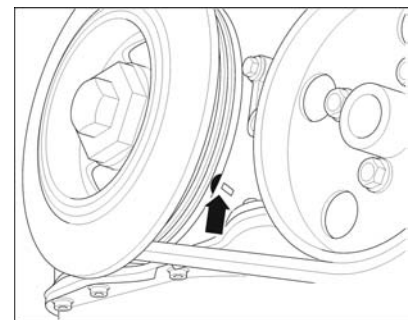
Eine genaue Zuordnung wird zur gegebenen Zeit im Handbuch Technik veröffentlicht werden.

1376 Drehschwingungstilger

Zur Reduzierung von Drehschwingungen an der Kurbelwelle und einer damit verbundenen Reduzierung der Bauteilebelastung wird ein Drehschwingungstilger verwendet.



1_41_04



1_52_04

An dem Drehschwingungstilger ist auch die OT-Markierung angebracht.

1340 Pleuelstangen/Kolben

Die Pleuelober- und unterteile besitzen je eine Paarungsnummer und werden mit Passschrauben befestigt.

Die Pleuellager sind Zweistofflager und haben einen Durchmesser von 54 mm.



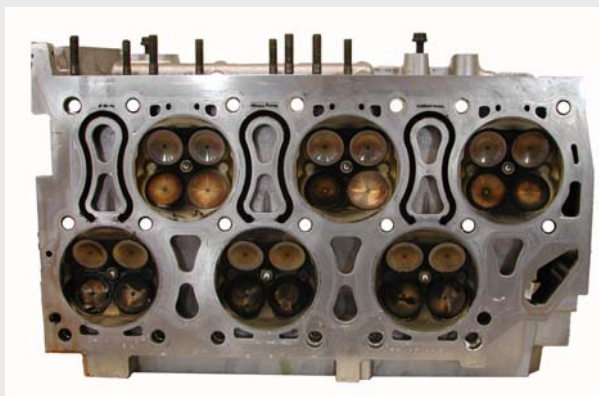
1_42_04

Der Kolben ist aus Leichtmetall gegossen und an den Laufflächen zur Geräuschreduzierung graphalbeschichtet. Der Kolbenbolzen ist schwimmend gelagert, die Schmierung erfolgt über Spritzöl.

1570 Zylinderkopf

Der Zylinderkopf ist einteilig und aus Aluminium-Druckguß hergestellt.

Die Steuerung des Gaswechsels erfolgt über vier Ventile pro Zylinder, die über Rollenschlepphebel mit hydraulischem Ventilspielausgleich betätigt werden. Die je zwei Ein- und Auslaßventile sind V-förmig in einem Ventilwinkel von $42,5^\circ$ angeordnet. Der Durchmesser des Ventiltellers beträgt auf der Einlaßseite 33,2 mm und auf der Auslaßseite 30,2 mm.



1_43_04

1571 Zylinderkopfdichtung

Die Zylinderkopfdichtung besteht aus einem Trägerblech. Auf dieses ist eine Kunststoffbeschichtung aufgebracht. Um an den Flüssigkeitsdurchgängen eine hohe Abdichtgüte zu gewährleisten, werden diese Elastomerbeschichtet (temperaturfester, gummielastischer Kunststoff).

Des weiteren erhält man durch diese Elastomerbeschichtung eine Abkoppelung der Schallabstrahlung nach oben. Dadurch werden mechanischen Geräusche reduziert.



1_44_04

1535 Kettentrieb

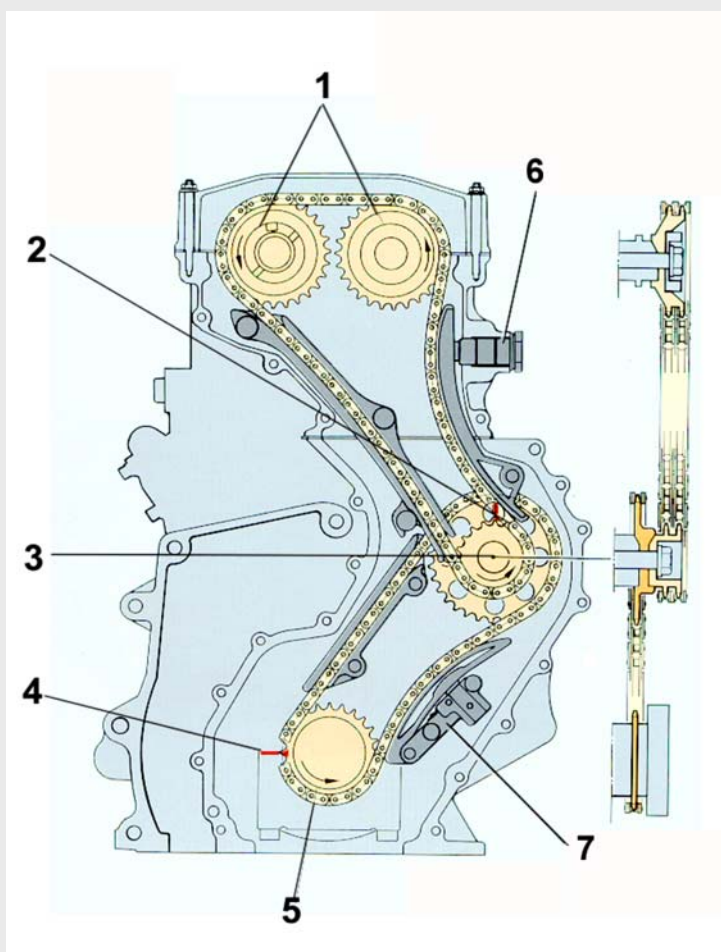
Die Steuerung des Motors erfolgt über zwei Kettentriebe, die schwungradseitig angeordnet sind.

Der untere Kettentrieb treibt über die Kurbelwelle (5) die Zwischenwelle und das Kettenrad für den oberen Kettentrieb an. Durch die Zwischenwelle erfolgt der Antrieb der Ölpumpe. Der obere Kettentrieb treibt beide Nockenwellen (1) an. Er ist als Duplexkette ausgeführt da er, bedingt durch das Übersetzungsverhältnis von Kurbelwelle zur Nockenwelle (2:1), ein größeres Drehmoment zu übertragen hat als der untere Kettentrieb.

Die Kettenspannung wird durch zwei wartungsfreie Kettenspanner (6 und 7) sichergestellt. Sie sind an den Motorölkreislauf mit angeschlossen.

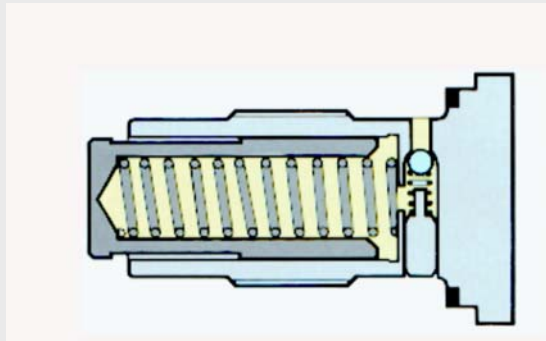
Für die Kettenmontage und zur Überprüfung der Steuerzeiten sind ein Zahn des Kettenrades der Kurbelwelle (4) und das große Kettenrad der Zwischenwelle (2) markiert. Die Nockenwellen werden über ein Einstellineal eingestellt.

- 1 – Nockenwellen
- 2 – Markierung Kettenrad Zwischenwelle
- 3 – Zwischenwelle
- 4 – Kurbelwellenlager Trennfläche
- 5 – Kurbelwelle
- 6 – Kettenspanner oben
- 7 – Kettenspanner unten



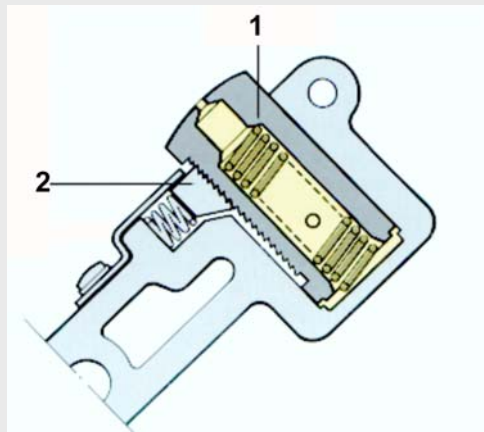
1_45_04

Der obere Kettenspanner ist an den Motorölkreislauf mit angeschlossen und wird hydraulisch betätigt.



1_46_04

Die untere Kettenspannung wird durch die Federkraft des Kettenspanners bestimmt. Zusammen mit dem Öldruck verhindert die Feder ein Aufschwingen der Kette während des Betriebes. Die Sperre stellt die Grundeinstellung der Kette beim Motorstart sicher.



1 – Feder

2 – Sperre

1_47_04

1505 Nockenwellen

Die Nockenwellen sind nicht aus einem Stück gegossen, sondern sie werden aus Hohlwelle und Nocken gebaut. Dazu werden die Nocken auf eine hohle Welle geschoben und die Welle anschließend hydraulisch aufgeblasen und damit die Nocken befestigt.

Daraus ergeben sich die Vorteile, daß das Gewicht verringert werden konnte und eine unabhängige Werkstoffauswahl zwischen Hohlwelle und Nocken getroffen werden kann. Außerdem verringern sich dadurch die Herstellkosten.

Der Nockenhub der Ein- und Auslaßnockenwelle beträgt 10 mm.



Die Funktion des Flügelzellenverstellers ist in der Service Information Technik Cayenne S/Cayenne Turbo 2003 ausführlich beschrieben.

Allgemeines

Die Nockenwellenverstellung der Ein- und Auslaßnockenwelle basiert auf dem Prinzip des Flügelzellenverstellers.

Das DME-Steuergerät ermittelt anhand des Drehzahl- und Hallgebersignals die aktuelle Position der Nockenwellen zur Kurbelwelle (Istwinkel). Über programmierte Kennfeldwerte (Drehzahl, Last, Motortemperatur) erhält die Lageregelung im Steuergerät den gewünschten Sollwinkel. Bei einer Differenz zwischen Soll- und Istwinkel steuert ein Regler im DME-Steuergerät ein Magnethydraulikventil entsprechend der gewünschten Verstellung an. Der Verstellwinkel beträgt 52° Kurbelwinkel (KW) auf der Einlaß- und 22° KW auf der Auslaßseite.

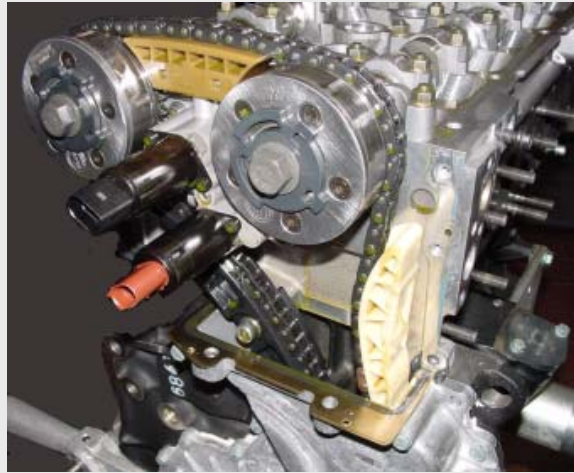
Aufgaben

Im **Leerlauf** werden die Nockenwellen so gestellt, daß die Einlaßnockenwelle spät öffnet und dadurch auch spät schließt. Die Auslaßnockenwelle wird so verstellt, daß sie weit vor OT schließt. Dies führt aufgrund des geringen Restgasgehaltes bei der Verbrennung zu einem stabilen Leerlauf.

Zum Erreichen einer guten **Leistung** bei hohen Drehzahlen, werden die Auslaßventile spät geöffnet. So kann die Expansion der Verbrennung lange auf den Kolben wirken. Das Einlaßventil öffnet nach OT und schließt spät nach UT. Dadurch werden die dynamischen Nachladeeffekte der einströmenden Luft zur Leistungssteigerung genutzt.

Zum Erreichen des maximalen **Drehmoments** muß ein hoher Füllungsgrad der Zylinder erreicht werden. Dazu müssen die Einlaßventile früh geöffnet werden. Durch das frühe Öffnen schließen sie auch wieder früh und das Ausschieben der Frischgase wird vermieden. Die Auslaßnockenwelle schließt kurz vor OT.

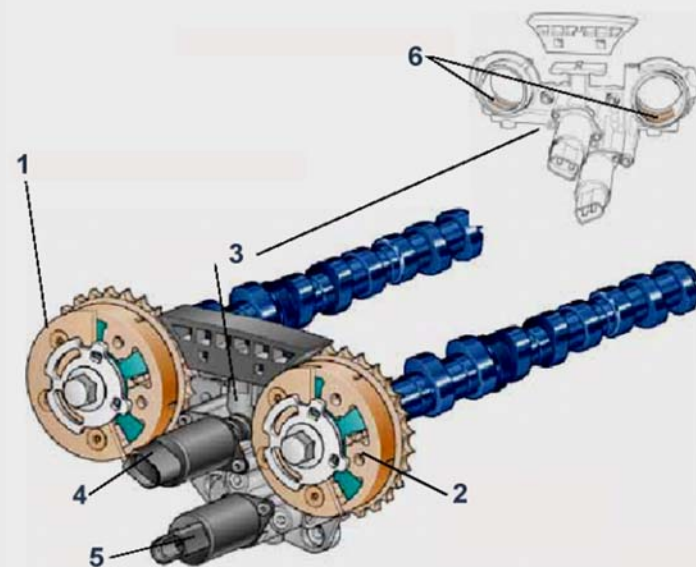
Bei der Verstellung von Ein- und Auslaßnockenwelle wird eine interne **Abgasrückführung** durchgeführt. Dabei wird ein Überströmen des Abgases vom Auslaß in den Einlaßkanal während der Ventilüberschneidung (Ein- und Auslaßventile sind geöffnet) erreicht. Entscheidend für die Menge des rückgeführten Abgases ist bei der internen Abgasrückführung die Größe der Ventilüberschneidung. Dazu wird die Einlaßnockenwelle so gestellt, daß sie weit vor OT öffnet und die Auslaßnockenwelle erst kurz vor OT schließt. Somit stehen beide Ventile offen und Abgas wird rückgeführt. Vorteil der internen Abgasrückführung gegenüber der Externen ist die schnelle Reaktion des Systems und eine gute Gleichverteilung der rückgeführten Abgase.



1_48_04

Das System Nockenwellenverstellung besteht aus folgenden Bauteilen:

- Zwei Flügelzellenversteller
- Zwei elektromagnetische Ventile
- Steuergehäuse



1_49_04

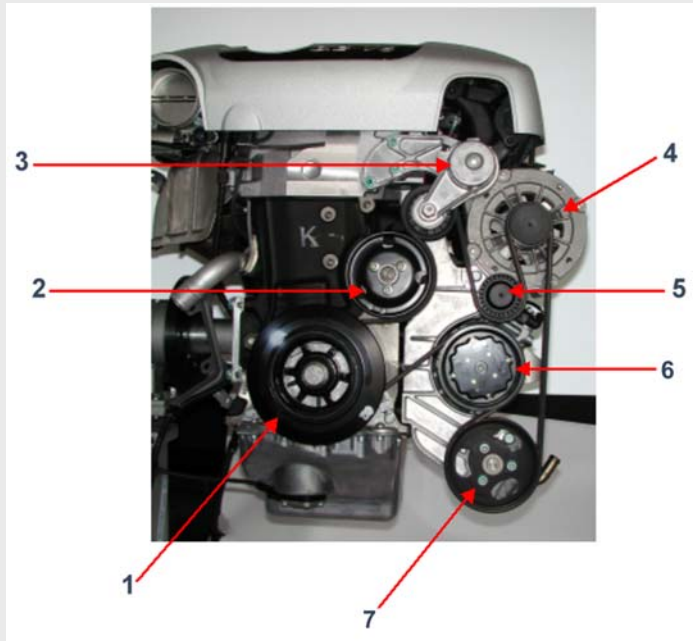
- 1 – Flügelzellenversteller Einlaß-nockenwelle
- 2 – Flügelzellenversteller Auslaß-nockenwelle
- 3 – Steuergehäuse
- 4 – Ventil für Nockenwellenverstellung Einlaß
- 5 – Ventil für Nockenwellenverstellung Auslaß
- 6 – Ölskanäle zum Ringkanal der Nockenwellen

Zur Verstellung der Nockenwellen steuert das Motronicsteuergerät die elektromagnetischen Ventile 4 und 5 an. Sie öffnen daraufhin Ölskanäle im Steuergehäuse. Das Motoröl gelangt dann über das Steuergehäuse und die Nockenwelle in den Flügelzellenversteller. Die Flügelzellenversteller verdrehen sich und verstellen entsprechend der Vorgaben des Motronicsteuergerätes die Nockenwellen.

Cayenne

- 1 – Drehschwingungstilger
- 2 – Kühlmittelpumpe
- 3 – Riemenspanner
- 4 – Generator
- 5 – Umlenkrolle
- 6 – Klimakompressor
- 7 – Servopumpe

1378 Riementrieb



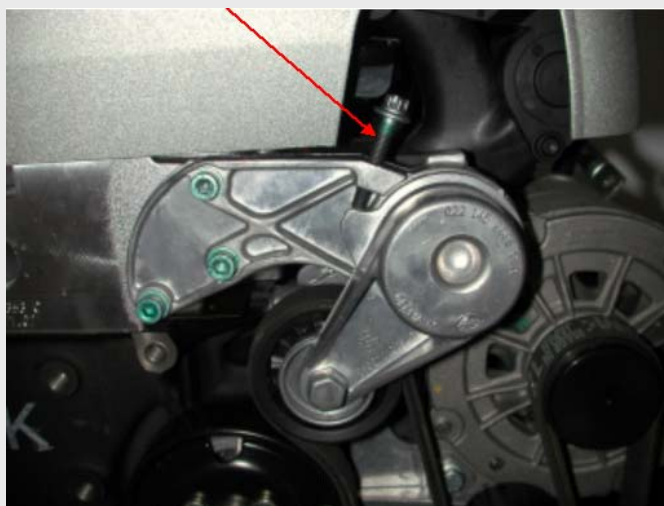
1_50_04

1373 Riemenspanner

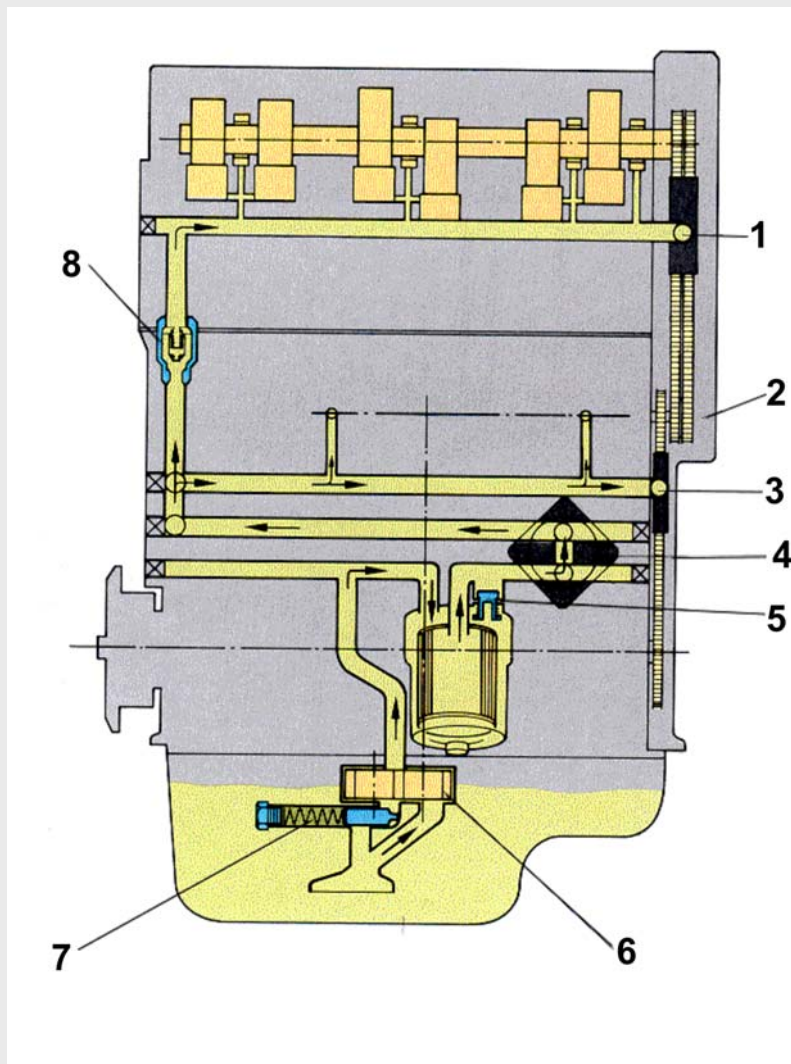
Über einen PolyRip Riemen werden von dem Drehschwingungstilger die Nebenaggregate wie Drehstromgenerator, Kühlmittelpumpe, Servopumpe und Klimakompressor angetrieben. Für die richtige Spannung in allen Bereichen, sorgt ein wartungsfreier, hydraulischer Riemenspanner.



Mit einer Hilfsschraube (Pfeil) kann der Riemen zu Demontagezwecken entspannt werden.



1_53_04



1_54_04

- 1 – oberer Kettenspanner
- 2 – Zwischenwelle
- 3 – unterer Kettenspanner
- 4 – Öl-Wasser-Wärmetauscher
- 5 – Kurzschlußventil
- 6 – Ölpumpe
- 7 – Überdruckventil (öffnet bei 5,5 bar)
- 8 – Ölrückhalteventil

1720 Ölpumpe

Die Ölpumpe ist als Zahnradpumpe ausgeführt. Das Gehäuse beinhaltet auch das Öldruckregelventil welches bei 5,5 bar öffnet.



1_55_04

Cayenne

Der Antrieb der Ölpumpe erfolgt über einen Kettentrieb von der Kurbelwelle zur Zwischenwelle (1) und von dort über einen Winkeltrieb zur Welle (3). Die Ölpumpenantriebswelle (2) ist auf beiden Seiten mit einem Sechskant versehen und treibt das Ölpumpenrad an. Verschlossen und abgedichtet, wird das Kurbelgehäuse über den Deckel (4). Außerdem dient der Deckel als Lagerung für die Welle (3).



1_56_04

Ölwanne

Beim Porsche Cayenne kommt eine Druckumlaufschmierung zum Einsatz. Die Ölversorgung wurde mit Blick auf die Sicherstellung der Motorfunktion im dynamischen Bereich sowie im Gelände unter extremen Schräglagen bis zu 45° nach allen Seiten entwickelt. Hierzu wurde die Form der Ölwanne, sowie die Gestaltung der Rippen und Ölschwallbleche in der Ölwanne, optimiert, um einen kontinuierlichen Ölrückfluß zur Ölpumpe bei entsprechenden Schräglagen zu gewährleisten und die Ölverschäumung durch aufspritzendes Öl, sowie Panschverluste zu minimieren.



1_57_04

1711 Ölstandwarner

Cayenne

An der Unterseite der Ölwanne ist ein Ölstandwarner eingebaut. Sobald der Ölstand zu gering ist, meldet er dies an das Kombiinstrument, damit dort die entsprechende Warnung angezeigt wird.



Siehe hierzu auch die Beschreibung Gruppe 9 Elektrik.



1_58_04

Öldruckschalter

Der Öldruckschalter befindet sich an der Ölfilterkonsole und meldet dem Kombiinstrument, wenn der Öldruck unter einen festgelegten Wert abfällt.



1_59_04

Kolbenspritzkühlung

Zur Reduzierung der Kolbentemperatur erhält der Motor des Cayenne eine Kolbenspritzkühlung. Die Spritzdüsen sind in den Kurbelwellenlagerböcken untergebracht. Zur Sicherstellung des Motoröldruckes bei niedrigen Drehzahlen und hohen Motoröltemperaturen erhalten die Düsen einen Öffnungsdruck von 2 bar.

Kurbelgehäuseentlüftung

Die Kurbelgehäuseentlüftung erfolgt über den Steuerkastendeckel in den Ventildeckel. Über gezielte Maßnahmen am Steuerkastendeckel wird vermieden, daß Öl über die Steuerkette mitgerissen wird. Dadurch wird eine Art Vorabscheidung des Motoröls zur Entlastung des Entlüftungssystems erreicht.

Zusätzlich werden die Öldämpfe über einen Beruhigungsraum im Ventildeckel geleitet.

Hier erfolgt eine Abscheidung des Motoröls über einen integrierten Zwischenboden. Von dort werden die Kurbelgehäusegase über ein Druckregelventil nach der Drosselklappe dem Ansaugsystem zugeführt. Um ein Einfrieren der Gase bei extremer Kälte und hohen Feuchtigkeitsanteilen entgegenzuwirken, wird die Zuführung ins Saugrohr, abhängig von der Außentemperatur, beheizt.

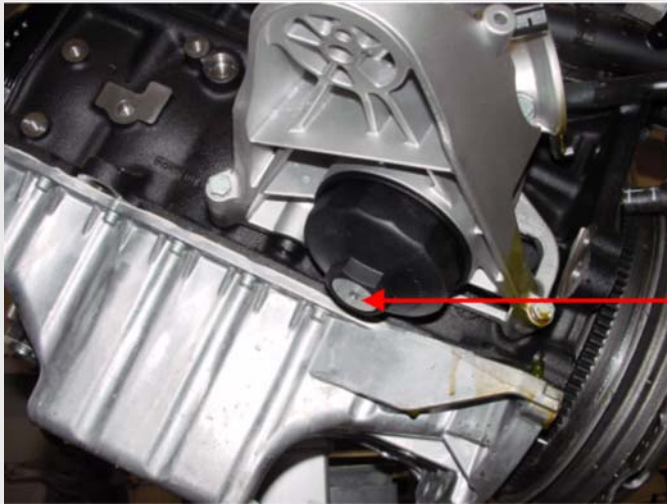
Die Wirksamkeit des Entlüftungssystems ist damit im gesamten Betriebsbereich des Motors, auch im extremen Geländebetrieb bei Schräglagen bis 45°, sichergestellt.

1730 Ölfilter

Als Ölfilter wird eine auswechselbare Filterpatrone verwendet. Diese befindet sich an der Konsole und ist von unten demontierbar.

Die Wechselmenge ohne Filter beträgt 5,7 Liter, mit Filter 6,3 Liter.

Außerdem wird über einen intelligenten Wartungsrechner die Serviceintervalle dynamisch ermittelt.



1_60_04

Cayenne



Außerdem besteht die Möglichkeit das Öl aus der Patrone mittels Ablasschraube (Pfeil) abzulassen.



Den Wechselintervall und die freigegeben Ölsorten müssen dem entsprechenden Handbuch Technik entnommen werden.



Siehe hierzu auch die Beschreibung Gruppe 9 Elektrik.

19 Kühlsystem

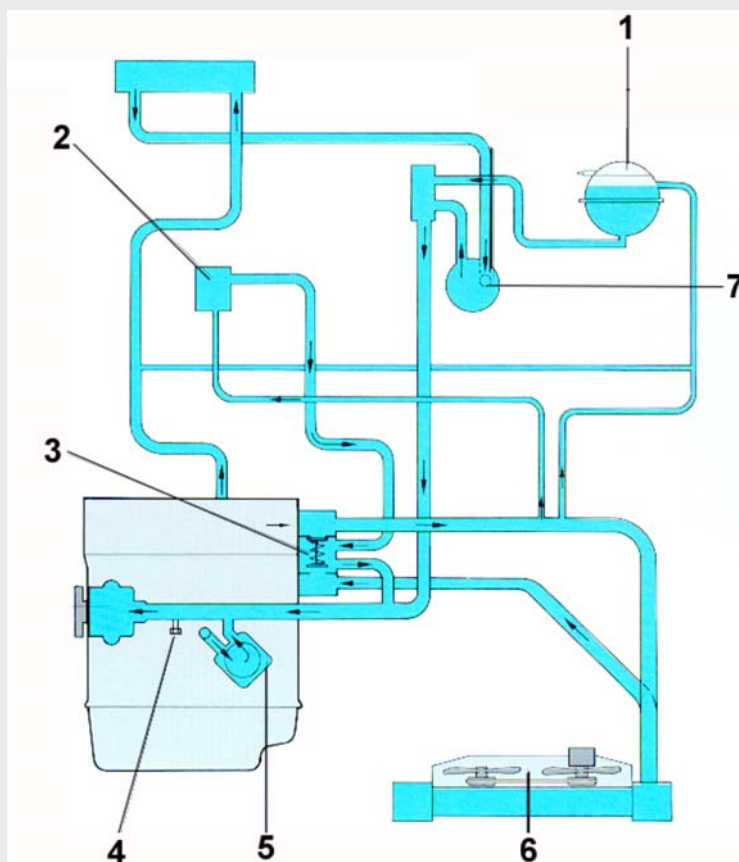
Das Kühlmittel wird von der Kühlmittelpumpe über das Kurbelgehäuse dem Zylinderkopf zugeführt. Der Zylinderkopf wird längsdurchströmt. Vom Zylinderkopf wird die Kühlflüssigkeit dem Thermostatgehäuse zugeführt und bei geschlossenem Thermostat wieder direkt der Kühlmittelpumpe. Bei Temperaturen $> 80^{\circ}\text{C}$ wird das Kühlmittel über den im Fahrzeugbug liegenden Kühler wieder der Pumpe zugeführt.

Um den hohen thermischen Belastungen des Kühlkreislaufes in heißen Ländern bei Anhängerbetrieb Rechnung zu tragen, wurde die Kühlmittelpumpe bezüglich Wirkungsgrad und Durchsatz entsprechend abgestimmt. Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Motor wird das Kühlmittel, abhängig von der Motortemperatur, auf dem vor dem Abstellen gefahrenen Lastprofil nach dem Abstellen des Motors eine elektrische Kühlmittelnachlaufpumpe umgewälzt.

Die Kühlflüssigkeit (identisch mit Cayenne S und Cayenne Turbo) ist auf Lebensdauer ausgelegt und muß deshalb nicht erneuert werden.

Die Füllmenge beträgt je nach Ausstattung ca. 13 - 18 Liter.

- 1 – Ausgleichsbehälter
- 2 – Drosselklappenteil
- 3 – Thermostat
- 4 – Kühlmittelpumpe
- 5 – Kühlmittelablaßschraube
- 6 – Öl-Wasser-Wärmetauscher
- 7 – Kühler mit Lüfter



1_61_04

