

# Aftersales Training - Produktinformation. N12/N14 Ölversorgung.



**MINI Service**

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

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweils aktuellen Informationen des MINI Service zu entnehmen.

Stand der Informationen: Juli 2006

**Kontakt: [conceptinfo@bmw.de](mailto:conceptinfo@bmw.de)**

**© 2006 BMW AG**

**München, Deutschland**

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

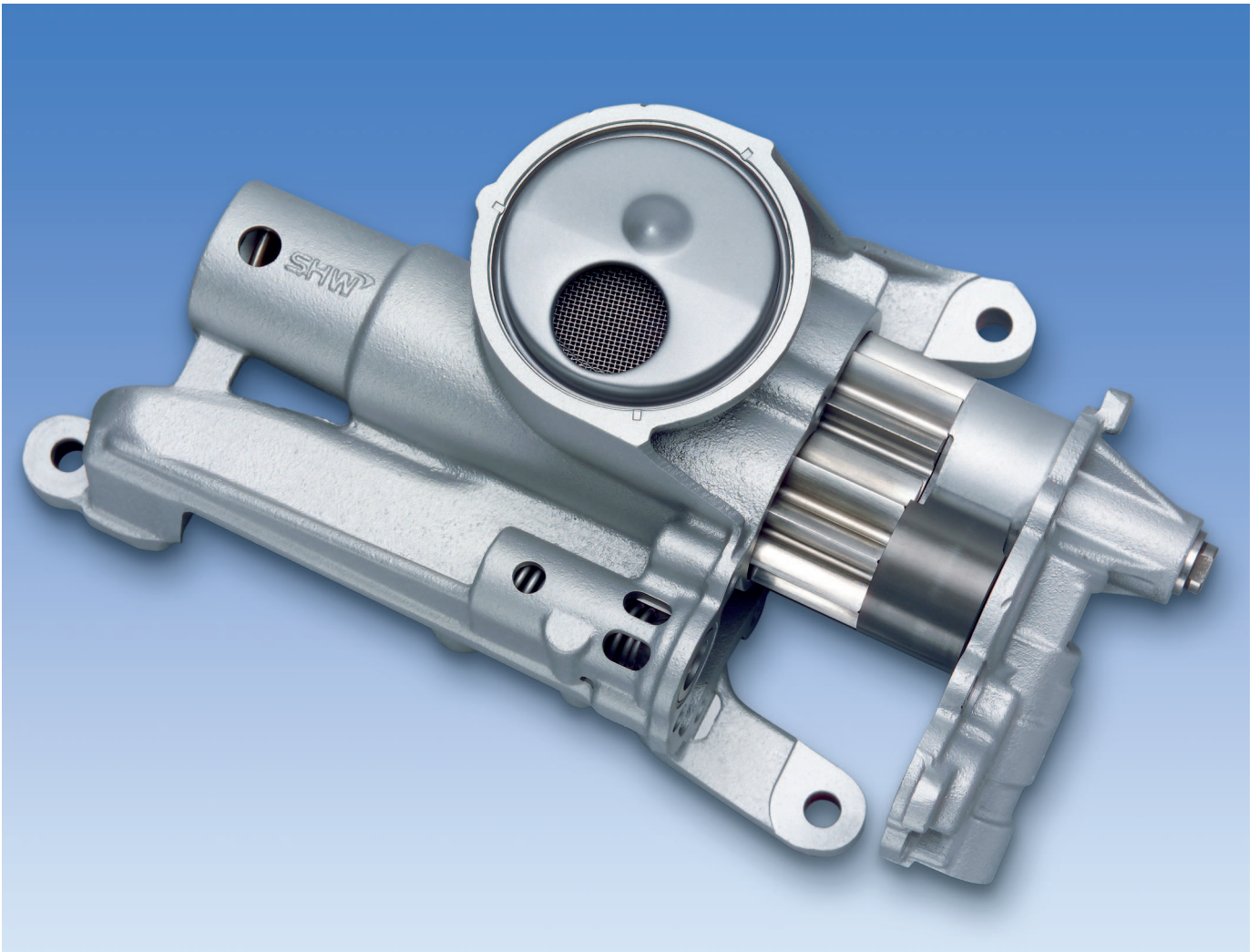
**VS-12 Aftersales Training**

# **Produktinformation.** **N12/N14 Ölversorgung.**

**Reduzierung der Reibung**

**Kühlung von Bauteilen**


**Korrosionsschutz**



## Hinweise zu dieser Produktinformation

### Verwendete Symbole

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

 enthält Informationen zum besseren Verständnis der beschriebenen Systeme und ihrer Funktion.

◀ kennzeichnet das Ende eines Hinweises.

### Aktualität und Länderausführung

MINI Fahrzeuge werden höchsten Sicherheits- und Qualitätsansprüchen gerecht. Veränderungen in Bereichen wie Umweltschutz, Kundennutzen, Design oder Konstruktion führen zu einer Fortentwicklung von Systemen oder Komponenten. Daraus können sich Abweichungen zwischen dieser Produktinformation und den im Training zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Diese Dokumentation beschreibt ausschließlich Linkslenkerfahrzeuge in der Europa-Ausführung. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind einige Bedienelemente oder Komponenten anders angeordnet als auf den Grafiken in dieser Produktinformation gezeigt. Weitere Abweichungen können sich durch markt- oder länderspezifische Ausstattungsvarianten ergeben.

### Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie:

- in der Betriebsanleitung
- im MINI Diagnosesystem
- in der Dokumentation Werkstattssysteme
- in der MINI-Service Technik.



# Inhalt.

## N12/N14 Ölversorgung.



### Einleitung

Aufgaben

1

1



### Systemübersicht

Ölkreislauf

5

5



### Systemkomponenten

Von der Ölwanne zur Ölpumpe

Filterung und Kühlung

Ölüberwachung

Nockenwellenverstellung

Ölspritzdüsen mit Druckregelventilen

11

11

19

24

26

30



### Servicehinweise

Einleitung, Systemübersicht und

Systemkomponenten

31

31

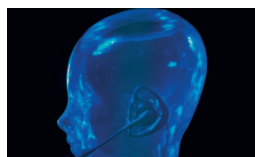


### Zusammenfassung

Was ich mir merken sollte.

33

33



### Testfragen

Fragenkatalog

Antworten zum Fragenkatalog

35

35

37



# Einleitung. N12/N14 Ölversorgung.

## Aufgaben

### Öl, eine glitschige Sache

Die Aufgaben des Motoröls sind:

- Schmieren
- Kühlen von Bauteilen
- Feinstabdichtung
- Reinigen
- Korrosionsschutz
- Kraftübertragung.

### Schmieren

Einfach ausgedrückt bedeutet schmieren, aufeinander reibende Flächen zu trennen. Dies geschieht durch das von der Ölpumpe an die Schmierstellen geführte Öl. Das Öl hat die Aufgabe, die Reibung zwischen sich gegeneinander bewegende Flächen herabzusetzen und den Verschleiß zu verringern bzw. ganz zu vermeiden.

Bei der Reibung wird unterschieden in:

- Trockenreibung
- Mischreibung
- Flüssigkeitsreibung.

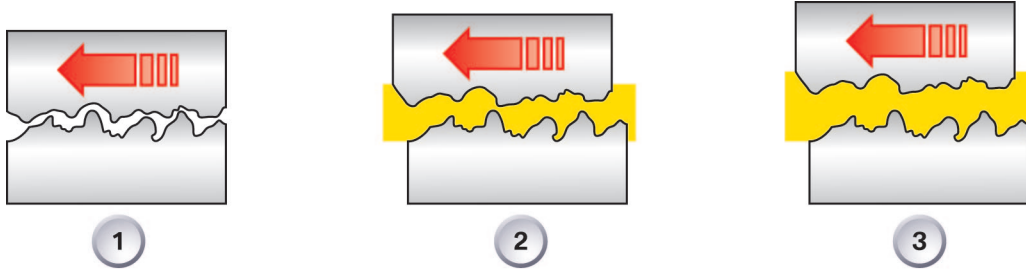
Bei der Trockenreibung berühren sich zwei Teile mit völlig trockenen mikrorauen Oberflächen. Es entsteht bei der Bewegung grundsätzlich hoher Verschleiß.

In der Praxis sind die Schmierstellen nie ganz trocken. Eine metallische Trennung ist jedoch weder bei stehendem Motor noch bei startendem Motor gegeben. Die mikrorauen Spitzen der Metalloberflächen verhaken sich beim Kaltstart (besonders zu Beginn) und reißen sich gegenseitig mehr oder weniger immer wieder ab. Ein verschleißfreier Lauf ist erst möglich, wenn die bewegten Teile durch einen Ölfilm völlig voneinander getrennt sind.

⚠ Zwei Kaltstarts am Tag verursachen in einem Jahr einen Verschleiß, der einer Fahrstrecke von 20.000 km entspricht. ◀



Die Aufgaben des Motoröls sind vielschichtig. Die modernen Verbrennungsmotoren stellen an das Motoröl höchste Ansprüche, die nur durch dafür passende Öle erfüllt werden können. Die Aufgaben umfassen Schmieren, Kühlen, Feinstabdichten, Reinigen, Korrosionsschutz und Kraftübertragung.



1 - Reibungsarten

TAU5-1631

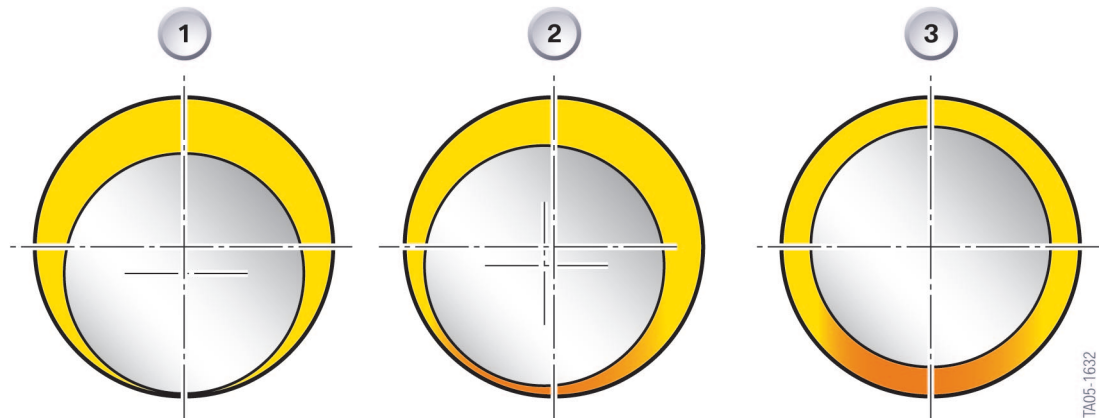
Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Trockenreibung	3	Flüssigkeitsreibung
2	Mischreibung		

Die Schmierung der Gleitlager erfolgt nach dem hydrodynamischen Prinzip. Bei Motorstillstand liegt der Lagerzapfen durch sein Gewicht am Grund der Lagerschale auf. Nach dem Motorstart dreht sich die Welle, es kommt kurzfristig zu einer Mischreibung. Wenn Öl in das Lager eintritt, wird es vom

Zapfen mitgenommen. Durch die keilförmige Verengung des Spalts zwischen Zapfen und Lagerschalen entsteht ein hoher Druck, der den Lagerzapfen auf dem Schmierfilm des Öls aufschwimmen lässt. Es kommt zur so genannten Flüssigkeitsreibung zwischen Zapfen und Lager.

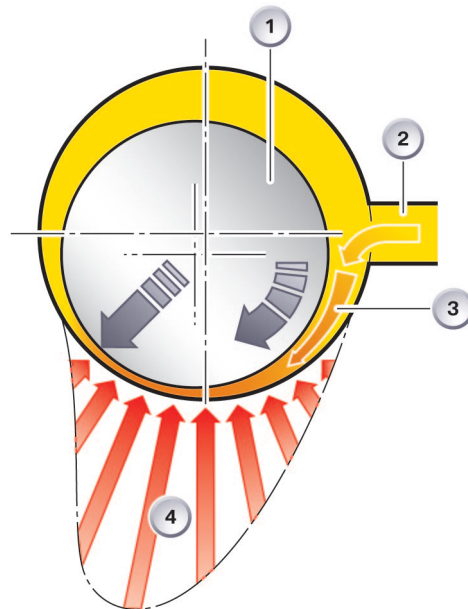
Der entstehende Druck (800 bis 1000 bar) erzeugt eine Kraft, die der Kolbenkraft, dem Produkt aus Verbrennungsdruck mal Kolbenfläche, entgegenwirkt.

Je höher die Gleitgeschwindigkeit wird (zunehmende Drehzahl der Welle) um so größer wird der Druck des Motoröls im Schmierkeil.



2 - Positionen der Kurbelwelle im Gleitlager

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Motorstillstand	3	Motor läuft > 2000 1/min
2	Motor läuft < 2000 1/min		



3 - Druckverteilung im Gleitlager

Index	Erklärung
1	Kurbelwelle
2	Ölversorgung
3	Schmierkeil
4	Druckverteilung im Öl

In der vorherigen Grafik ist die durch die Schmierkeilwirkung im Lager entstehende Druckverteilung zu sehen. Zur Bildung des Schmierkeils im Gleitlager ist ein bestimmtes Lagerspiel erforderlich.

Die Schmierung der Pleuel und Zylinder erfolgt durch Spritz- oder Schleuderöl, das bei drehender Pleuel aus dem Spalt zwischen Pleuelfuß und Pleuelwange abgeschleudert wird. Zusätzlich kann an jedem Pleuelfuß eine Abspritzbohrung angebracht sein, um die Ölmenge zur Schmierung der Pleuel und Zylinder auf der Druckseite sowie der Pleuelbolzen zu erhöhen. Dies ist immer dann der Fall, wenn Pleuel mit Schrumpfsitz für den Pleuelbolzen verwendet werden.

TA05-1633

TA05-1632

### **Kühlen von Bauteilen**

Die durch die Reibung entstehende Wärme wird vom Motoröl aufgenommen und über die Ölwanne an die Umgebungsluft abgeleitet. Ebenso wird ein Teil der bei der Verbrennung entstehenden Wärme über das Motoröl abgeführt.

Moderne Motoren mit hoher Leistung haben zusätzlich einen Motorölkühler (Grundlagen Motor, Kühlung), um eine Überhitzung des Motoröls zu verhindern.

### **Feinstabdichtung**

Das Motoröl bildet zwischen den Kolbenringen und der Zylinderwandung einen Ölfilm und übernimmt somit die Feinstabdichtung des Brennraums zum Kurbelgehäuse.

### **Reinigen**

Beim Starten des kalten Motors entsteht ein gewisser Abrieb, da die gegeneinander bewegten Flächen der Lager, Kolben, Kolbenringe und Zylinder, Stößel und Kipphebel durch das Motoröl noch nicht völlig voneinander getrennt sind. Es herrscht zuerst Mischreibung statt Flüssigkeitsreibung. Der entstehende Abrieb muss durch das Öl sofort aus dem Schmierpalt herausgespült werden, um eine schmirgelnde Wirkung dieser

kleinsten Metallteile zu verhindern. Diese Abriebspartikel dürfen sich nicht mit den bei der Verbrennung entstehenden Rußverbindungen im Ölkreislauf ablagern. Deshalb muss das Öl so beschaffen sein, dass diese Abriebspartikel in der Schwebe gehalten und in den Ölfilter abtransportiert werden.

### **Korrosionsschutz**

Durch ständige Temperaturschwankungen in Verbindung mit Luftfeuchtigkeit bildet sich Korrosion (Korrosion durch Sauerstoff und Feuchtigkeit). Außerdem entstehen bei der Verbrennung korrosiv wirkende Stoffe, wie z. B. schwefelige Säure. Vor der zerstörenden Wirkung dieser Stoffe schützt das Motoröl durch die Bildung eines Überzugs. Dieser Korrosionsschutz wird durch das Neutralisationsvermögen des Motoröls unterstützt. Die sauren Bestandteile werden vom Öl neutralisiert.

### **Kraftübertragung**

Das Motoröl übernimmt auch die Funktion der Kraftübertragung. So wird z. B. die Flügelzellen-VANOS mithilfe des unter Druck stehenden Motoröls verstellt. Ebenso wird der hydraulische Ventilspielausgleich (HVA) mit Motoröl gefüllt. Die Kraftübertragung erfolgt über das Motoröl im HVA-Tassenstößel von der Nockenwelle auf das Ventil.





# Systemübersicht. N12/N14 Ölversorgung.

## Ölkreislauf

### Allgemein

Das Ölsystem dient dazu, alle zu schmierenden und zu kühlenden Stellen im Motor mit Öl zu versorgen. Man unterscheidet:

- Druckumlaufschmierung
- Trockensumpfschmierung
- Frischölschmierung.

### Druckumlaufschmierung

Die meisten Kraftfahrzeuge sind mit einer Druckumlaufschmierung ausgerüstet. Das von der Ölpumpe über ein Saugrohr aus der Ölwanne angesaugte Öl durchströmt den HauptstromölfILTER und gelangt dann in den HauptölkanaL, der üblicherweise im Motorblock parallel zur Kurbelwelle verläuft. Stichkanäle führen zu den Hauptlagern der Kurbelwelle. Die Kurbel- und Pleuel-Zapfen werden von den Hauptlagern mit Öl versorgt, da die Kurbelwelle entsprechende Bohrungen aufweist. Ein Teil des Öls wird vom HauptölkanaL abgezweigt und zum Zylinderkopf an die entsprechenden Schmierstellen geleitet.

### Trockensumpfschmierung

Es handelt sich hier um eine spezielle Ausführung der Druckumlaufschmierung. Die Trockensumpfschmierung gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Das System hat mindestens zwei Ölpumpen, eine kleine Ölwanne und einen Ölbehälter, in dem sich das Öl befindet. Der Ölstand wird in der Regel bei laufendem Motor im Ölbehälter gemessen.

Bei laufendem Motor werden die Schmierstellen durch die Druckpumpe mit dem Öl aus dem Ölbehälter versorgt. Die Saugpumpe fördert das von den Schmierstellen zur Ölwanne zurückfließende Öl in den Ölbehälter. Damit sich das Öl nicht in der Ölwanne ansammeln kann, ist die Förderleistung der Saugpumpe größer ausgelegt als die der Druckpumpe.

Die Trockensumpfschmierung bietet folgende Vorteile:

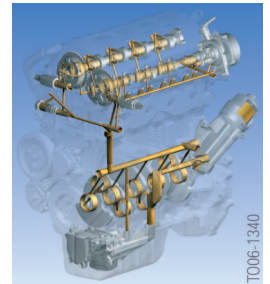
- Bei schneller Kurvenfahrt bzw. bei Schräglagen im Gelände wird keine Luft angesaugt.
- Die Gesamthöhe des Motors ist geringer, da die Ölwanne wesentlich flacher ausgeführt werden kann.
- Der Ölbehälter kann frei platziert und zur Motorölkühlung herangezogen werden.

### Frischölschmierung

Die Frischölschmierung wird bei Zweitaktmotoren als Gemischschmierung angewendet. Dem Kraftstoff wird Öl im Verhältnis 1:50 oder 1:100 beigemischt oder dem Kraftstoff wird beim Eintritt in den Vergaser mittels Dosierpumpe Öl zugesetzt. Die Dosierpumpe ist über ein Gestänge mit der Drosselklappe des Vergasers verbunden.

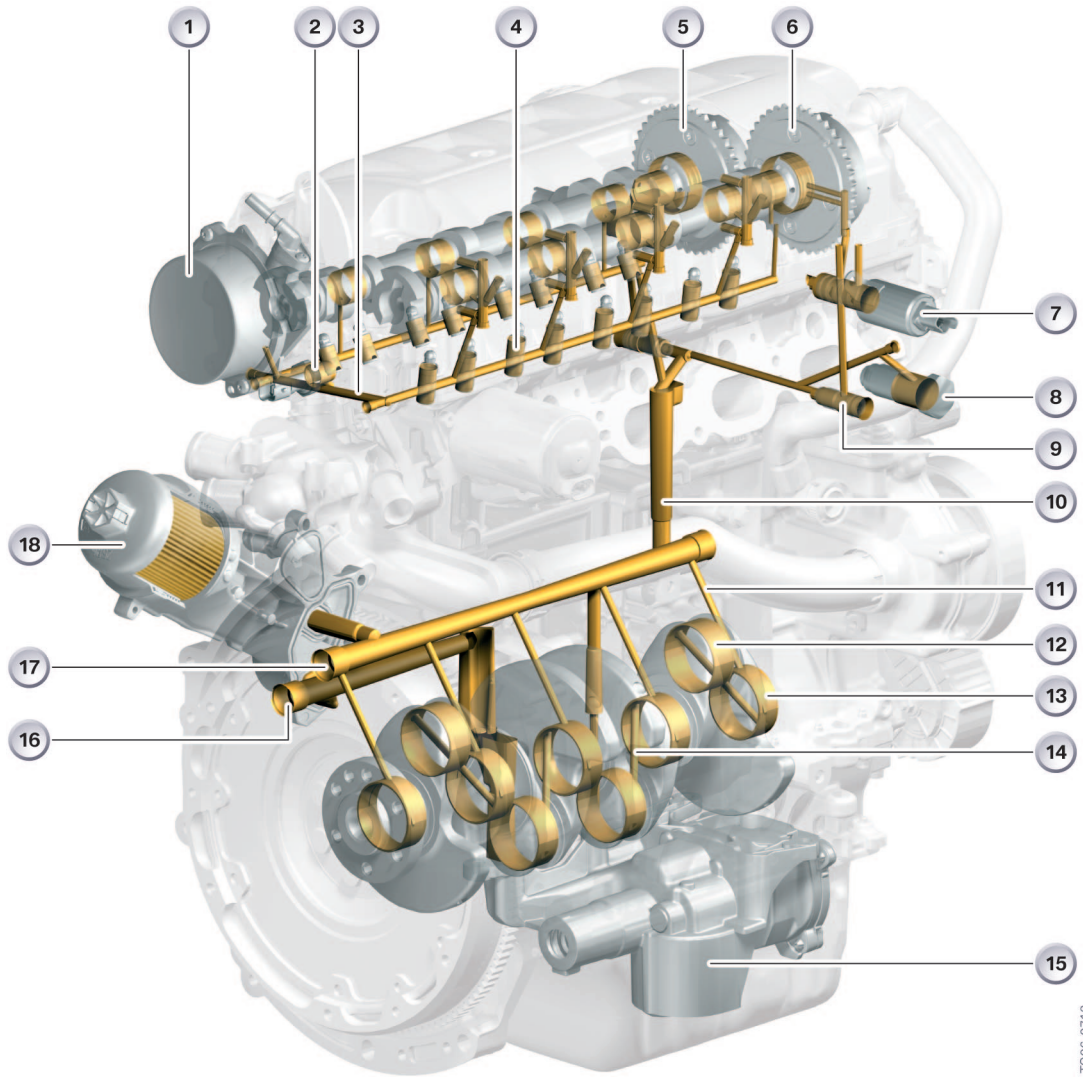
### Bei MINI verwendetes System

Bei MINI wird die Druckumlaufschmierung verwendet. Am Beispiel des N12 Motors zeigt die folgende Systemübersicht den Aufbau des Ölkreislaufs.



Es gibt drei grundsätzlich unterschiedliche Ölkreisläufe. Dazu zählen die Druckumlaufschmierung, die Trockensumpfschmierung und die Frischölschmierung. Ein Überblick über die bei MINI verwendeten Systeme geben die Beispiele des N12 Motors mit VALVETRONIC bzw. N14 Motors mit Direkteinspritzung und Abgasturbolader.

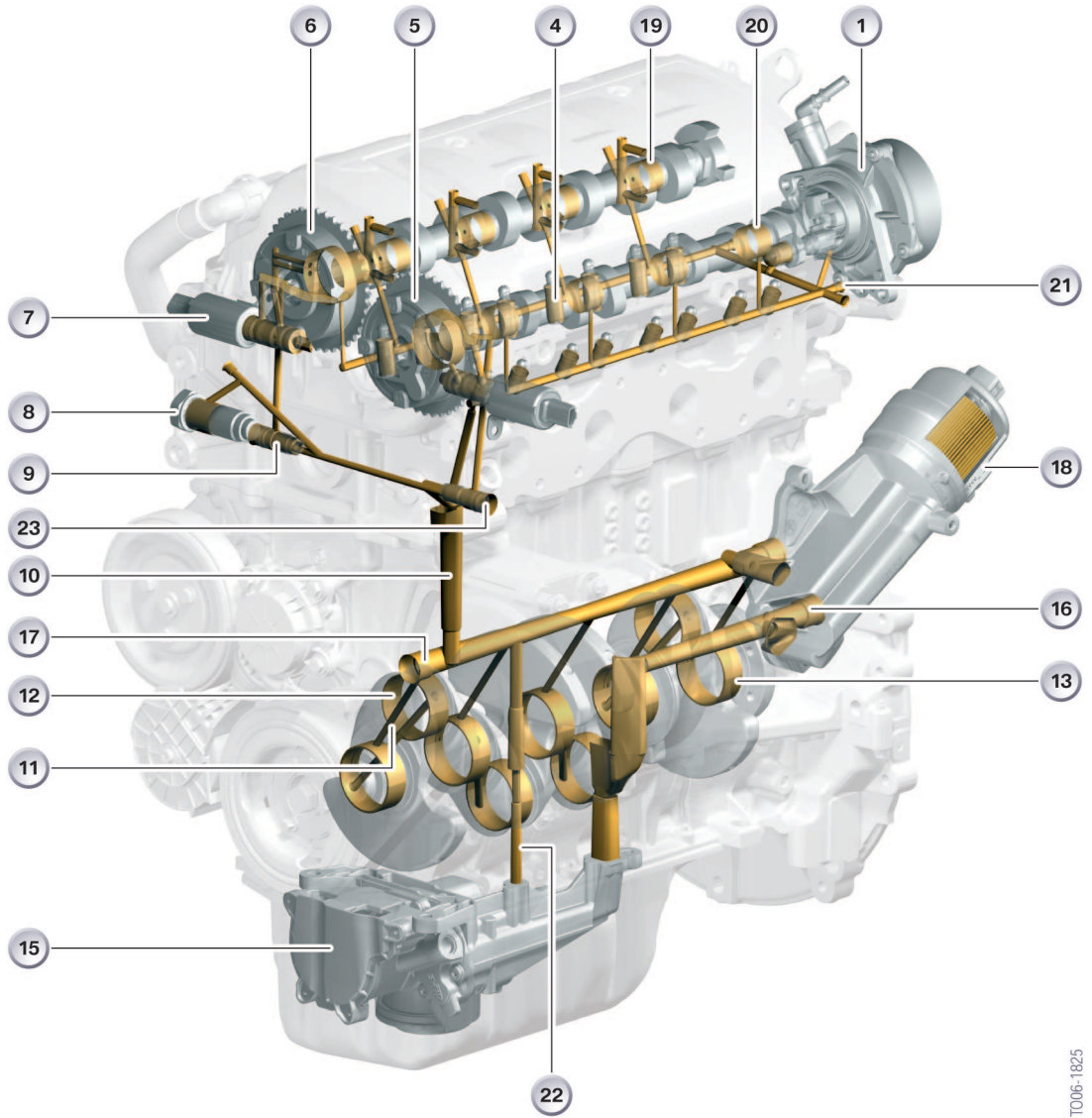
## N12 Motor



1 - Ölkreislauf N12 Motor

T006-0713

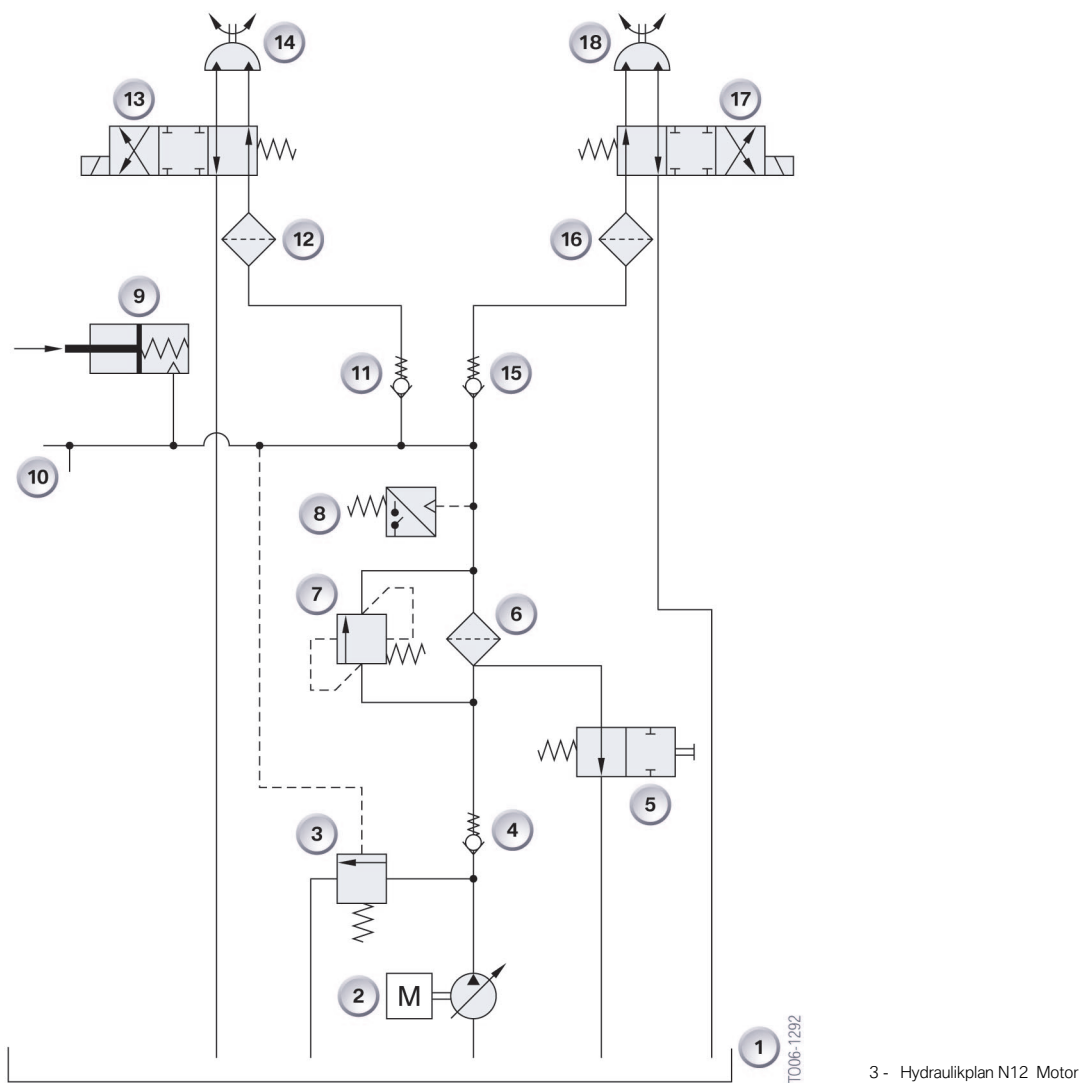
<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
1	Unterdruckpumpe	13	Kurbelwellenlager
2	Öldruckschalter	14	Ölkanal vom Kurbelwellenlager zum Pleuellager
3	Ölkanal Zylinderkopf	15	Ölpumpe
4	hydraulischer Ventilspielausgleich	16	Rohölkanal zum Ölfilter
5	VANOS Auslassnockenwelle	17	Reinölkanal (Hauptölkanal)
6	VANOS Einlassnockenwelle	18	Ölfilter
7	VANOS-Magnetventil Einlass	19	Nockenwellenlager Einlassnockenwelle
8	Kettenspanner	20	Nockenwellenlager Auslassnockenwelle
9	Rückschlagventil	21	Ölkanal zur Unterdruckpumpe
10	Hauptölkanal Steigleitung zum Zylinderkopf	22	Ölkanal für Öl-Volumenregelung
11	Ölkanal zum Hauptlager Kurbelwelle	23	Rückschlagventil
12	Pleuellager		



2 - Ölkreislauf N12 Motor

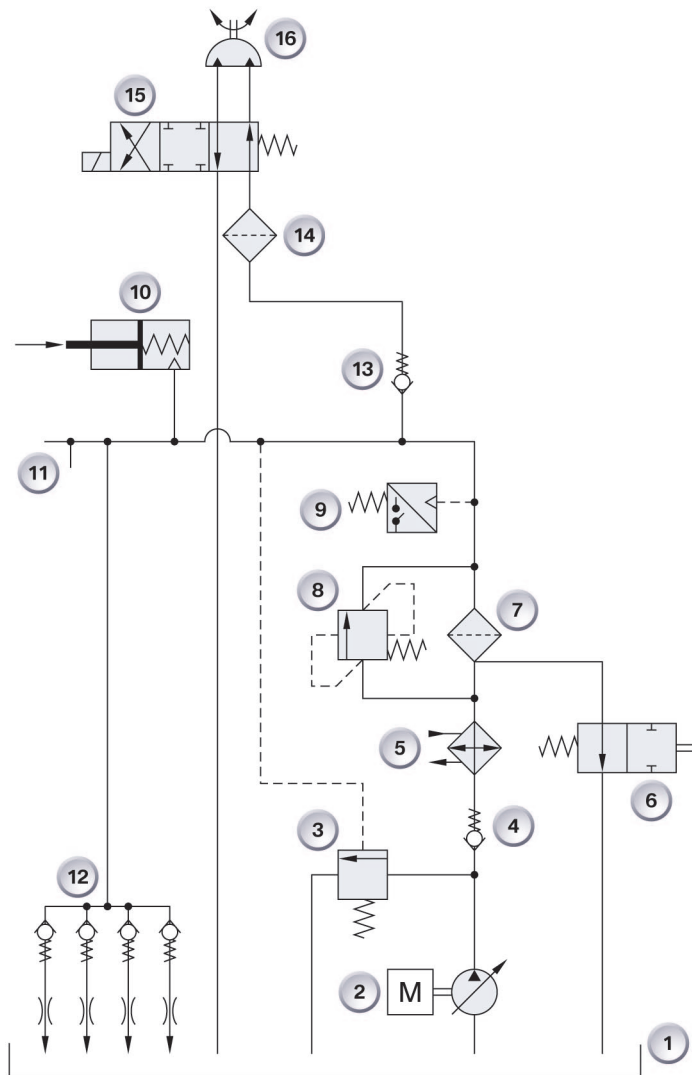
T006-1825

## Hydraulikplan N12 Motor



Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ölwanne	10	Schmierstellen im Zylinderkopf und Motorblock
2	Ölpumpe (volumengeregelt)	11	Rückschlagventil
3	Druckbegrenzungsventil	12	Sieb
4	Rückschlagventil	13	Magnetventil
5	Ablassventil	14	Schwenkmotor
6	Ölfilter	15	Rückschlagventil
7	Filterumgehungsventil	16	Sieb
8	Öldruckschalter	17	Magnetventil
9	Kettenspanner	18	Schwenkmotor

## Hydraulikplan N14 Motor



TO006-1291

4 - Hydraulikplan N14 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ölwanne	9	Öldruckschalter
2	Ölpumpe (volumengeregelt)	10	Kettenspanner
3	Druckbegrenzungsventil	11	Schmierstellen im Zylinderkopf und Motorblock
4	Rückschlagventil	12	Ölspritzdüsen
5	Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher	13	Rückschlagventil
6	Ablassventil	14	Sieb
7	Ölfilter	15	Magnetventil
8	Filterumgehungsventil	16	Schwenkmotor

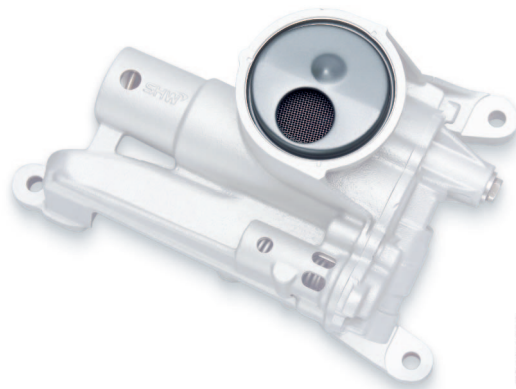


# Systemkomponenten. N12/N14 Ölversorgung.

## Von der Ölwanne zur Ölpumpe

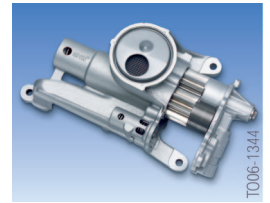
### Saugrohr

Über das Saugrohr saugt die Ölpumpe das Öl aus der Ölwanne an. Das Saugrohr ist so positioniert, dass unter allen Betriebsbedingungen die Ansaugöffnung unterhalb des Ölstands liegt. In das Saugrohr ist ein Ölsieb integriert, das grobe Schmutzpartikel von der Ölpumpe fern hält.



T006-1326

1 - Ölpumpe mit integriertem Saugrohr



T006-1344

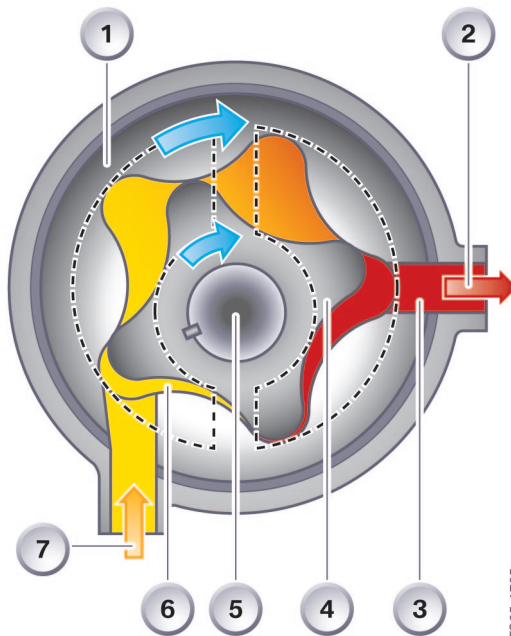
Von der Ölwanne zur Ölpumpe wird auf die Besonderheiten eingegangen. Es gibt z. B. verschiedene Arten von Ölpumpen; dazu zählen Stirnradölpumpe, Rotorölpumpe und volumenstromgeregelte Stirnradölpumpe. Die Ölpumpen selbst sind unterschiedlich ausgeführt. Druckregelventile und Überdruckventile gewährleisten den sicheren Betrieb unter allen Bedingungen.

### Ölpumpen

Es gibt unterschiedliche Arten von Ölpumpen. Im Allgemeinen werden Zahnradölpumpen verwendet. Bei MINI kommen folgende Ölpumpenarten zur Anwendung:

- Rotorölpumpe
- volumenstromgeregelte Stirnradölpumpe.

## Rotorölpumpe



2 - Rotorölpumpe

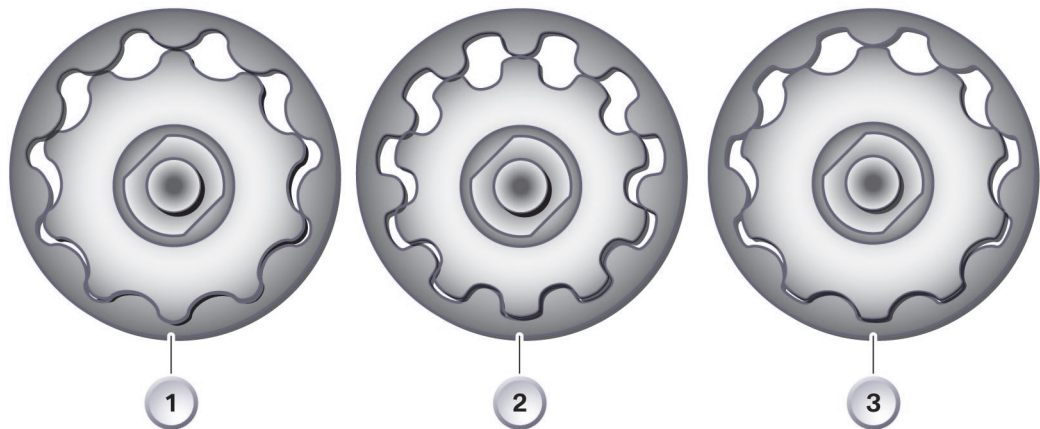
Index	Erklärung
1	Außenzahnrad
2	Drucköl
3	Druckraum
4	Innenzahnrad
5	Antriebswelle
6	Saugraum
7	Saugöl

Die Rotorpumpe besteht aus einem innen verzahnten Außenrotor und einem außen verzahnten Innenrotor. Der Innenrotor wird angetrieben. Der Außenrotor wälzt sich über die Zähne des Innenrotors ab und dreht sich auf diese Weise im Pumpengehäuse.

Der Innenrotor besitzt einen Zahn weniger als der Außenrotor, sodass bei einer Umdrehung Flüssigkeit von der jeweils einen in die nächste Zahnücke des Außenrotors transportiert wird.

Bei der Drehbewegung vergrößern sich die Räume auf der Ansaugseite, während sie sich auf der Druckseite entsprechend verkleinern. Mit dieser Bauart kann man bei hohem Förderstrom hohe Drücke erzeugen.

T005-1725

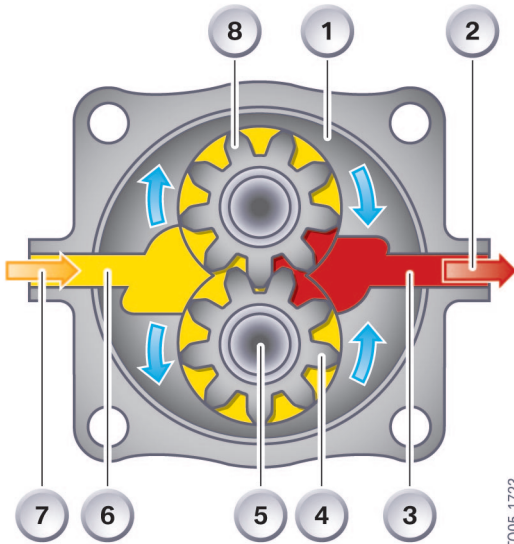


3 - Arten der Rotorpumpe

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Duocentric IC Rotorölpumpe	3	Gerator Rotorölpumpe
2	Duocentric Rotorölpumpe		

T005-1721

## Stirradölpumpe



4 - Stirradölpumpe

TD005-1723

Bei dieser Ölpumpe greifen zwei außen verzahnte Zahnräder ineinander, von denen eines angetrieben ist. Die Zahnköpfe der nicht im Einsatz befindlichen Zähne gleiten am Pumpengehäuse entlang und fördern dabei Öl vom Saug- in den Druckraum.

Problematisch ist hier die im Zahngrund verbleibende Restölmenge. Dieses Quetschöl kann sehr hohe Drücke annehmen, weshalb Entlastungsnuten im Pumpengehäuse/-deckel vorgesehen sind, die das Quetschöl in den Druckraum ableiten.

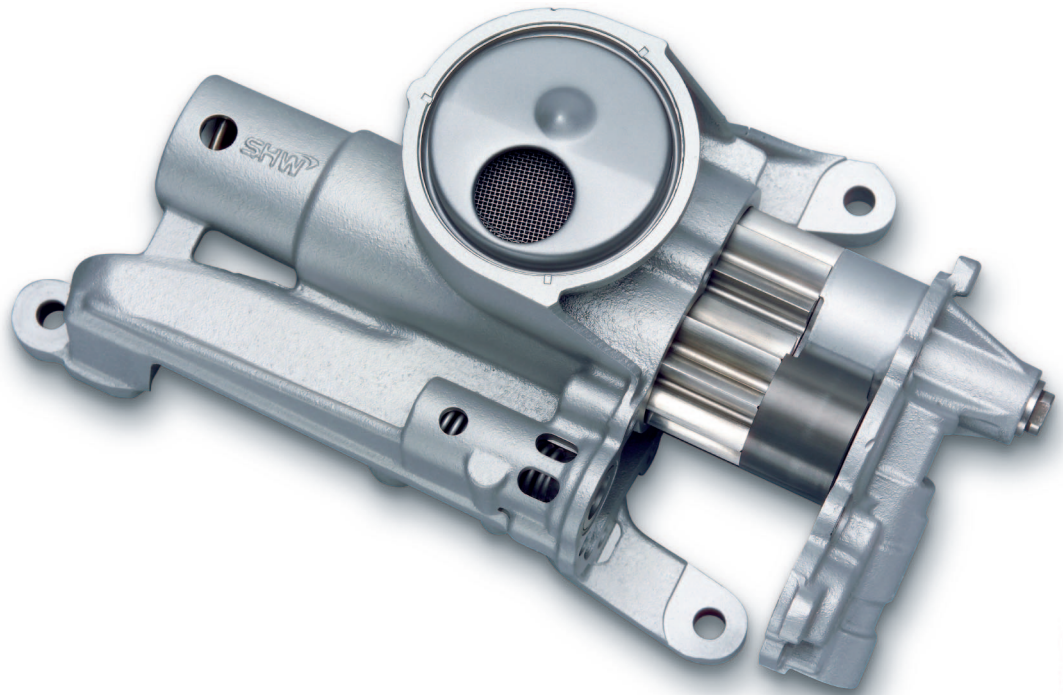
Außenzahnradpumpen werden als Sumpfpumpen ausgeführt. Der Wirkungsgrad liegt bei 0,8 bis 0,9.

Index	Erklärung
1	Ölpumpengehäuse
2	Drucköl
3	Druckraum
4	Zahnrad (Ölpumpenrad)
5	Antriebswelle
6	Saugraum
7	Saugöl
8	Zahnrad (Ölpumpenrad)

### **Volumenstromgeregelte Stirradölpumpe**

Diese Ölpumpe ist von der Stirradölpumpe abgeleitet. Das nicht angetriebene Zahnrad (Ölpumpenrad) kann bei dieser Pumpe axial verschoben werden, wodurch die Fördermenge variiert wird.

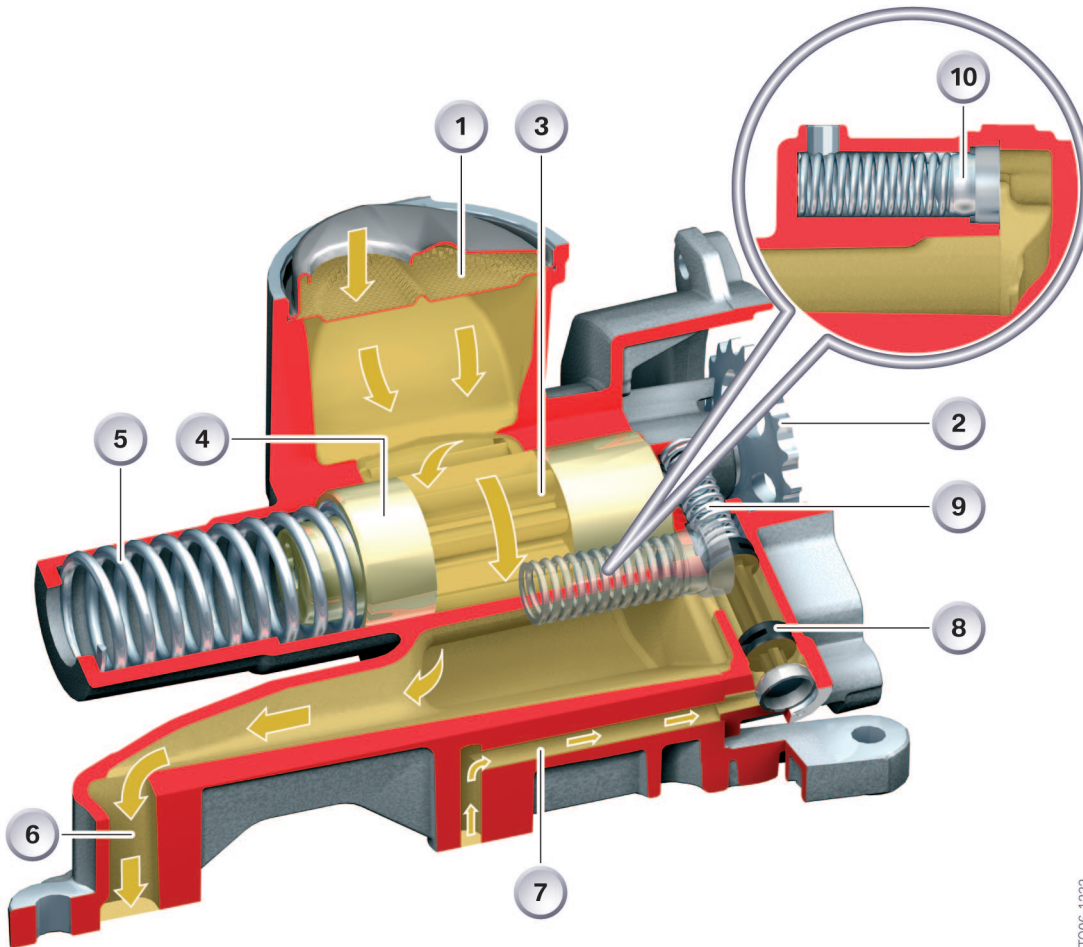
Durch die Arbeitsweise der Ölpumpe wird nur die jeweilige benötigte Ölmenge gefördert. Durch diese Bedarfssteuerung wird im Durchschnitt bis zu 160 Watt weniger Antriebsleistung als bei einer konventionellen Ölpumpe benötigt. Bei ca. 6000 1/min werden bis zu 1,25 kW an Antriebsleistung eingespart, der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch wird um rund ein Prozent gesenkt.



TO06-0714

5 - Stirradölpumpe

Ölpumpe bei maximaler Förderleistung und einem Öldruck unter dem Abregeldruck:



T006-1232

6 - Volumenstromgeregelte Ölpumpe, minimale Förderleistung

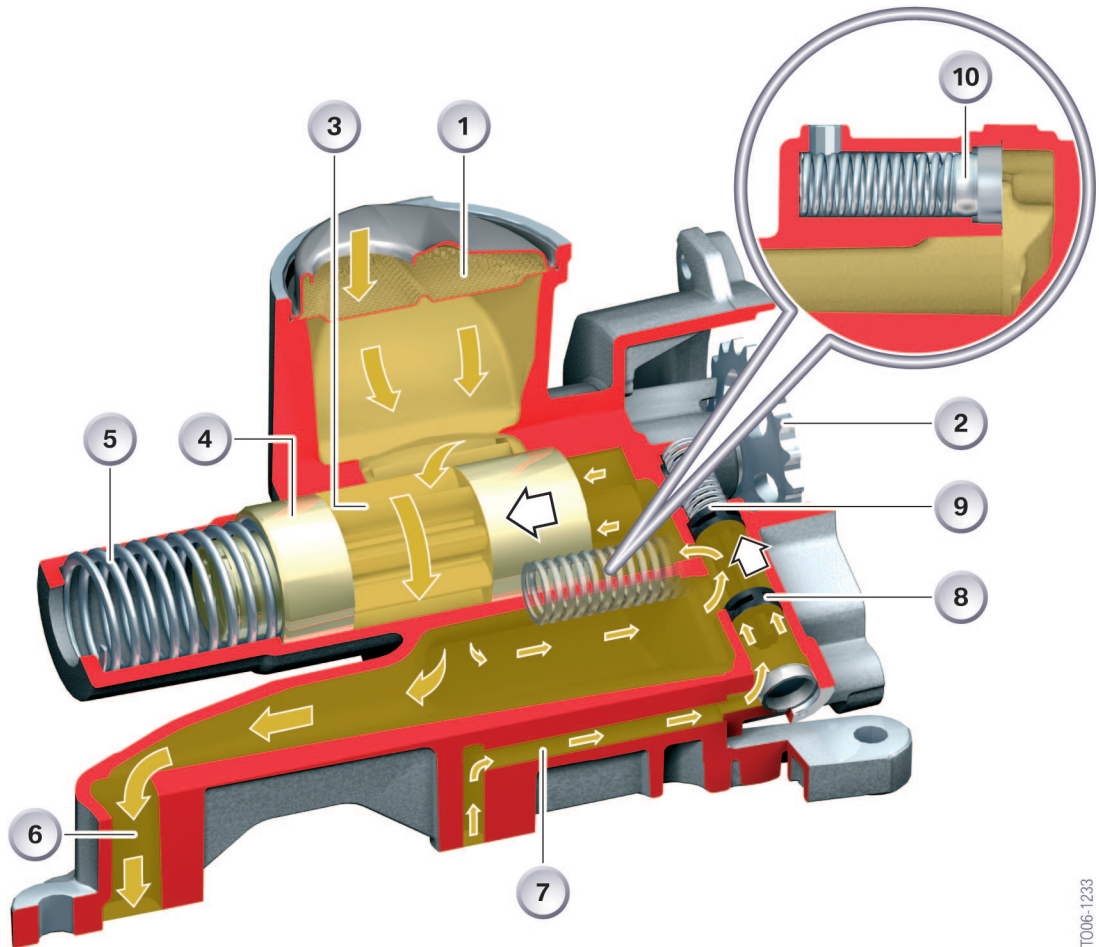
Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ansaugsieb	6	Rohölkanal zum Ölfiler
2	Antriebskettenrad	7	Ölkanal für Öl-Volumenregelung
3	Ölpumpenrad	8	Volumenregelkolben
4	Regelkolben	9	Druckfeder
5	Druckfeder	10	Druckbegrenzungsventil

Die Ölpumpe wird über das Antriebskettenrad (2) angetrieben. Das auf der Antriebswelle befindliche Ölpumpenrad treibt das Ölpumpenrad (3) des Regelkolbens (4) an. Über die beiden Ölpumpenräder wird das Öl von der Ölwanne und dem Ansaugsieb (1) angesaugt und in den Rohölkanal zum Ölfiler (6) gedrückt.

Die beiden Ölpumpenräder habe eine maximale Überschneidung zueinander, wodurch die maximale Ölfördermenge erreicht wird.



Ölpumpe bei minimaler Förderleistung und einem Öldruck unter dem Abregeldruck:



7 - Volumenstromgeregelte Ölpumpe, minimale Förderleistung

T006-1233

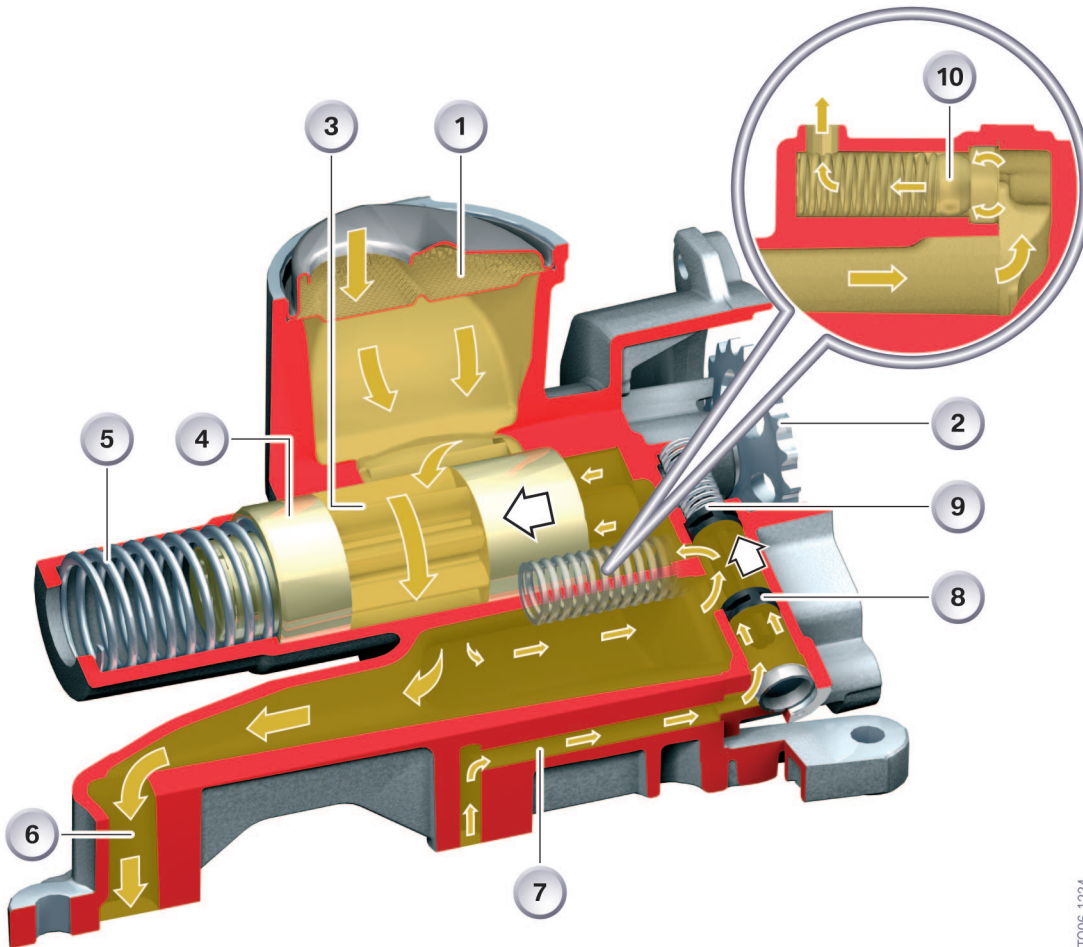
Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ansaugsieb	6	Rohölkanal zum Ölfilter
2	Antriebskettenrad	7	Ölkanal für Öl-Volumenregelung
3	Ölpumpenrad	8	Volumenregelkolben
4	Regelkolben	9	Druckfeder
5	Druckfeder	10	Druckbegrenzungsventil

Wird zu viel Öl in den Motor gefördert, so steigt der Öldruck langsam an. Über den Rohölkanal zum Ölfilter (6) gelangt das Öl über den Reinölkanal in den Ölkanal für Öl-Volumenregelung (7). Durch den nun erhöhten Öldruck wird der Volumenregelkolben (8) gegen die Druckfeder (9) verschoben und gibt den Ölkanal vom Rohölkanal zum Regelkolben (4) frei.

Dieser wird gegen die Kraft der Druckfeder (5) verschoben und reduziert die Überschneidung der Ölpumpenräder und somit das förderbare Öl-Volumen. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen gefördertem Öl-Volumen und Öldruck ein.



Ölpumpe bei minimaler Förderleistung und Öldruckabregelung über das Abregelventil:



T006-1234

8 - Volumenstromgeregelte Ölpumpe, Abregelung über den Öldruck

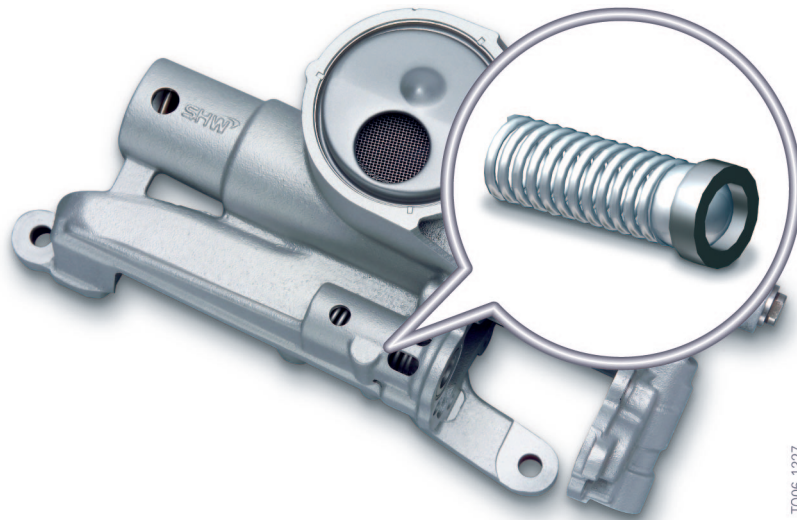
Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ansaugsieb	6	Rohölkanal zum Ölfiler
2	Antriebskettenrad	7	Ölkanal für Öl-Volumenregelung
3	Ölpumpenrad	8	Volumenregelkolben
4	Regelkolben	9	Druckfeder
5	Druckfeder	10	Druckbegrenzungsventil

Steigt nun der Öldruck trotz minimalem Fördervolumen weiter an, so öffnet das Druckbegrenzungsventil (10) durch den anstehenden Öldruck im Rohölkanal und begrenzt den maximalen Öldruck im Motor.

## Druckbegrenzungsventil

Das Druckbegrenzungsventil ist auf der Druckseite angebracht. Das Druckbegrenzungsventil bildet eine Sicherung gegen zu hohen Öldruck z. B. beim Motorstart bei kaltem Öl. Gesichert werden Ölpumpe und Ölpumpenantrieb, Hauptstromölfilter und Ölkühler. So ist es möglich, den Öldruck im

Schmierölkreislauf unter allen Betriebsbedingungen konstant zu halten. Das Druckbegrenzungsventil wird so nah wie möglich hinter der Ölpumpe, oft direkt im Ölpumpengehäuse, angeordnet. Der Öffnungsdruck ist vom jeweiligen Motor abhängig und liegt zwischen 10 und 15 bar.



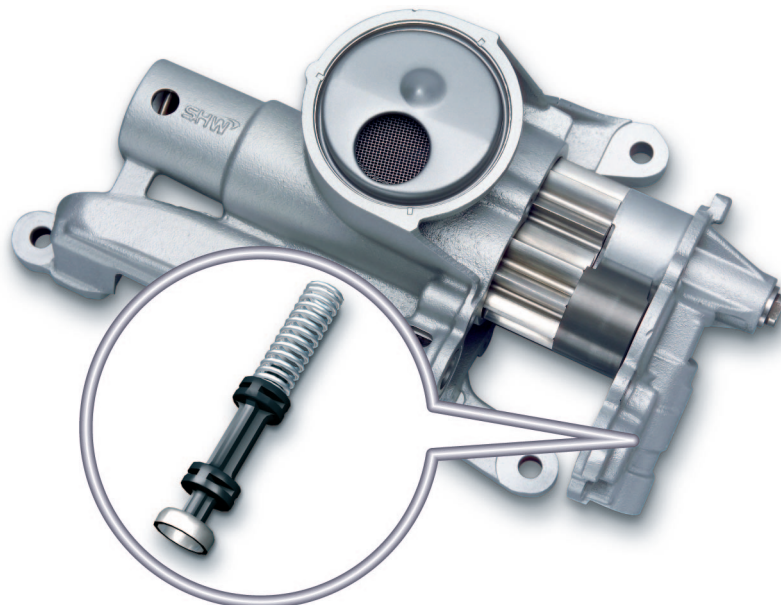
T006-1327

9 - Ölpumpe mit Druckbegrenzungsventil

## Volumenregelventil

Über das Volumenregelventil wird das Fördervolumen bedarfsgerecht geregelt. Das Volumenregelventil ist, wie auch das

Druckbegrenzungsventil, im Ölpumpengehäuse untergebracht.



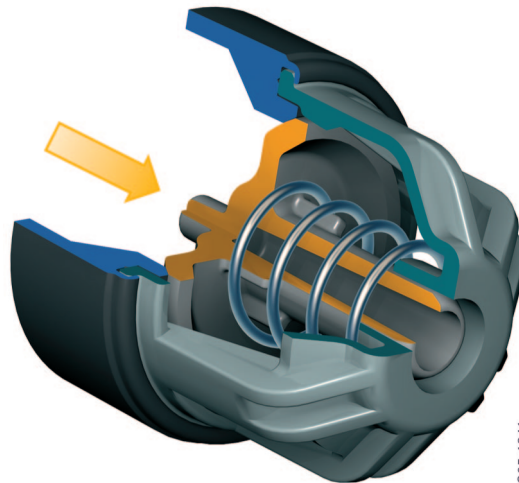
T006-1328

10 - Ölpumpe mit Volumenregelventil

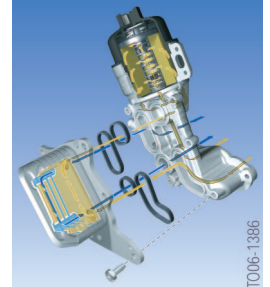
## Filterung und Kühlung

### Rückschlagventil

Das Rückschlagventil stellt sicher, dass der Ölfilter und die Ölkanäle bei Motorstillstand nicht "leer" laufen. Dazu lässt das Rückschlagventil das Motoröl nur in eine Richtung durchströmen und sperrt den Öldurchfluss in die andere Richtung ab.



11 - Rückschlagventil



Von der Ölpumpe gelangt das Öl bei Bedarf und nach Ausführung in den Ölkühler, anschließend in den Filter. Im Ölfilter befinden sich Ventile, die verschiedene Aufgaben besitzen. Dazu zählen das Leerlaufen beim Ölwechsel, die Umgehung des Filters bei Verstopfung und der Schutz vor dem Leerlaufen der Ölkanäle.

T005-1341

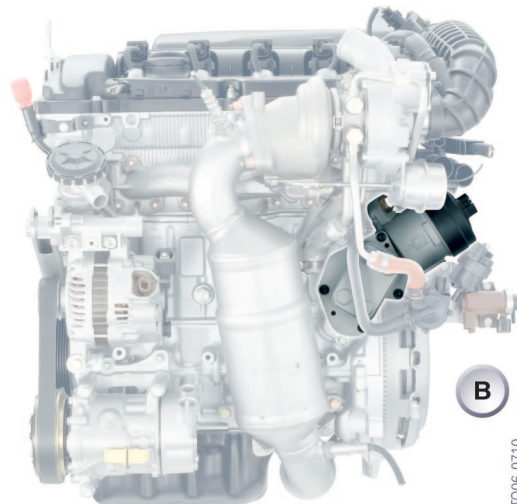
### Ölfilter

Der Ölfilter dient der Reinigung des Öls und soll verhindern, dass Schmutzteil in den Ölkreislauf und somit in die Lagerstellen gelangen.

Bei den MINI-Motoren kommt ein Hauptstromölfilter zum Einsatz. Durch den Hauptstromölfilter fließt die gesamte von der Ölpumpe geförderte Ölmenge.



A

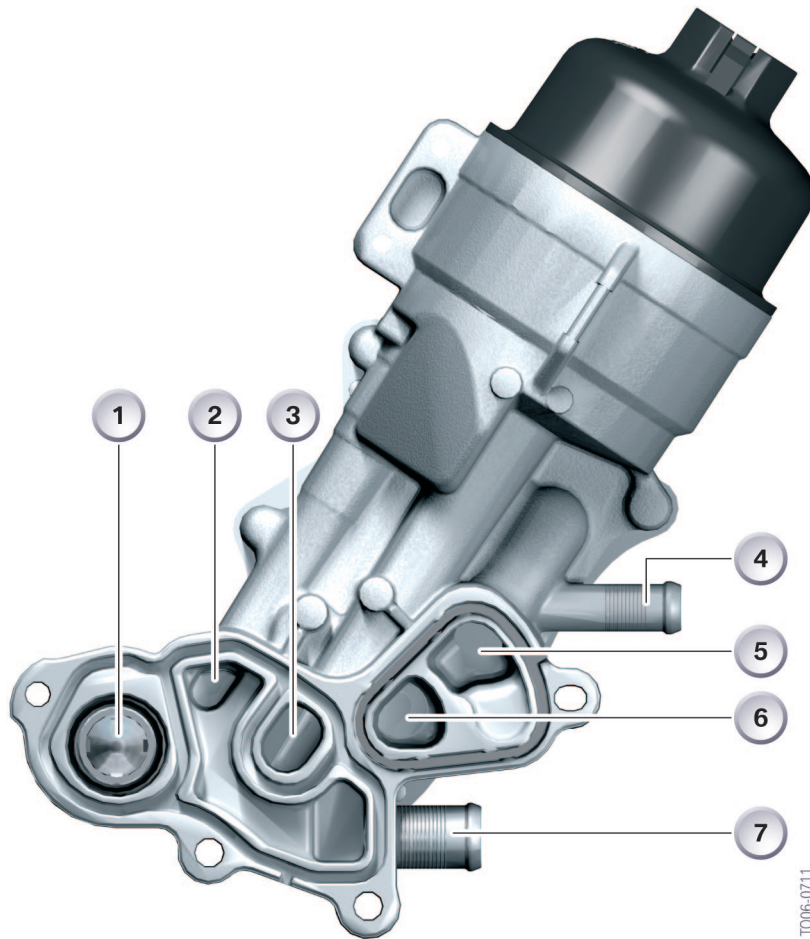


B

T006-0710

12 - Ölfiltergehäuse am N12 Motor und am N14 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	N12 Motor	B	N14 Motor



T006-0711

13 - Ölfiltergehäuse  
N14 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Rückschlagventil (Rohöl zum Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher)	5	Kühlmittel von der Kühlmittelpumpe zum Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher
2	Vom Ablassventil zur Ölwanne	6	Kühlmittel vom Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher zum Motor
3	Reinöl vom Ölfilter zum Motor	7	Öl vom Abgasturbolader zur Ölwanne
4	Kühlmittel zum Abgasturbolader		

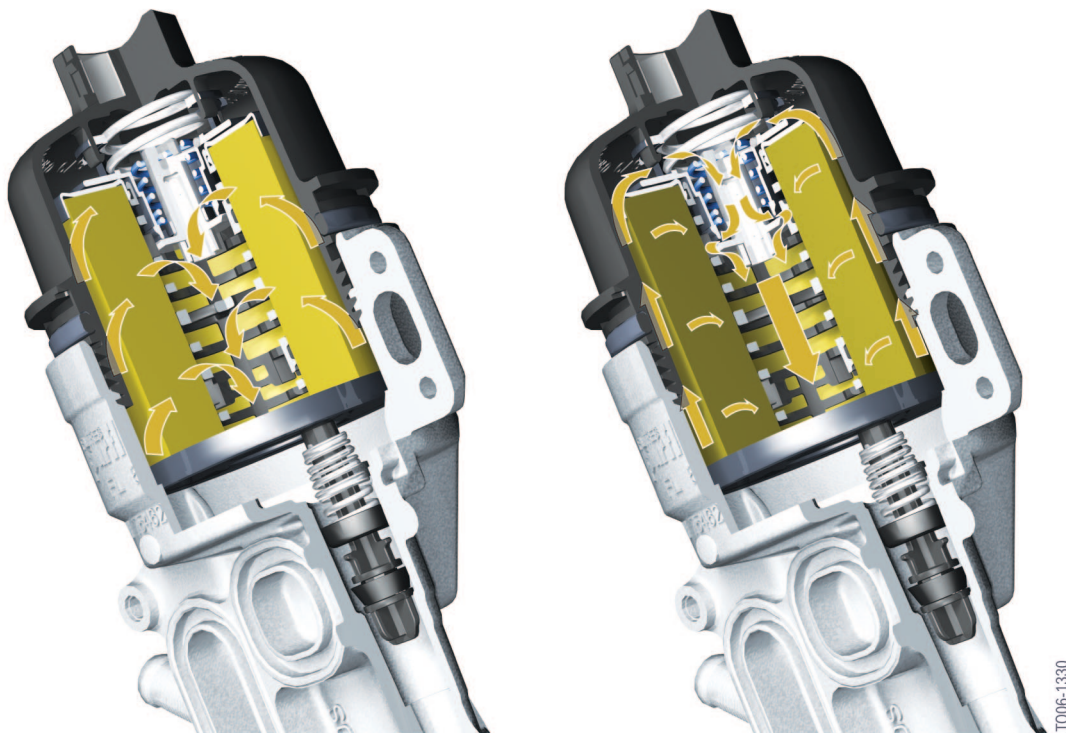


## Filterumgehungsventil

Um die Ölversorgung der Schmierstellen auch bei verschmutztem Hauptstromölfilter sicherzustellen, ist parallel zum Filter ein Filterumgehungsventil (Kurzschlussventil) angeordnet. Steigt die Druckdifferenz des Öldrucks vor und nach dem Ölfilter aufgrund des verstopften Filters an, öffnet das Filterumgehungsventil, sodass das (allerdings ungefilterte) Schmieröl trotzdem zu den Schmierstellen gelangt.

Bei niedrigen Außentemperaturen kann das kalte Öl so zähflüssig sein, dass es zum Verblocken des Ölfilters führt. Auch in diesem Fall öffnet das Filterumgehungsventil.

In der linken Grafik ist das Filterumgehungsventil geschlossen, in der rechten Grafik ist das Filterumgehungsventil geöffnet dargestellt.



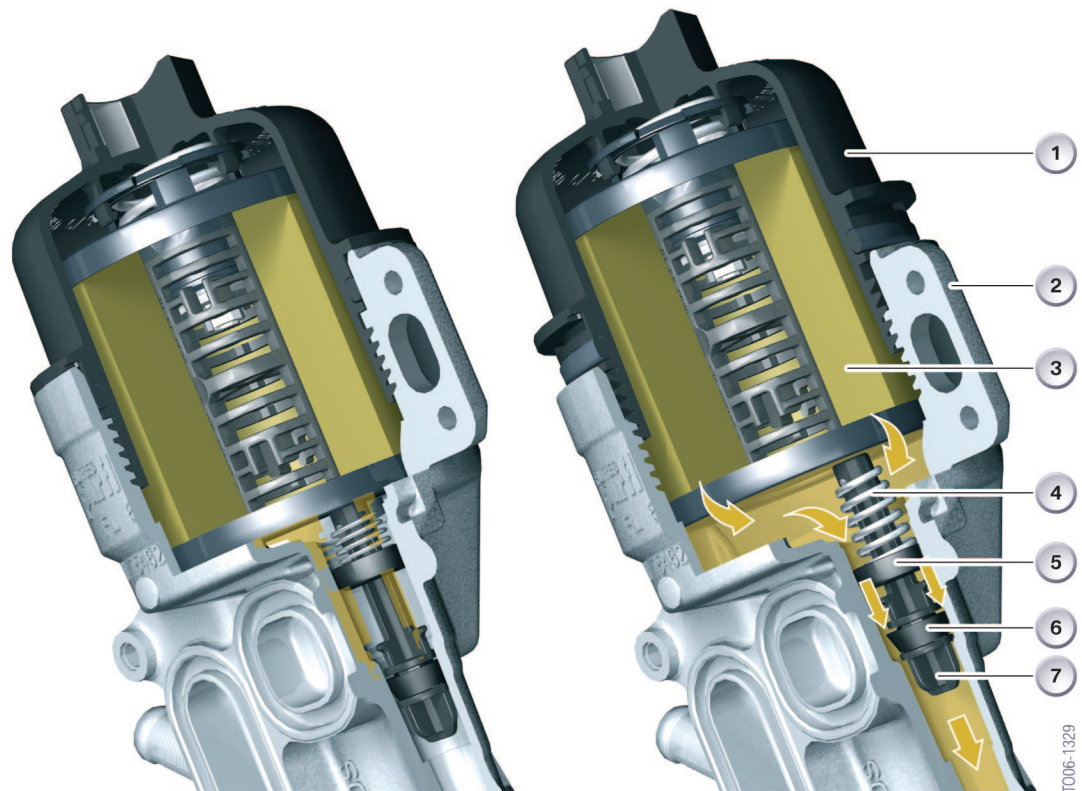
14 - Ölfiltergehäuse mit Filterumgehungsventil

T006-1330

## Ablassventil

Über das Ablassventil gelangt das Öl bei einem Filterwechsel zurück in die Ölwanne. Das Ablassventil ist durch die Filterpatrone bei geschlossenem Ölfilterbehälter betätigt und verschließt somit den Ablauf in die Ölwanne (linke Grafik).

Wird zu einem Ölwechsel der Ölfilterdeckel (1) geöffnet, so bewegt sich auch die am Ölfilterdeckel aufgesteckte Filterpatrone (3) nach oben. Die Ventilstange (7) folgt durch die Feder (4), welche sich am Gegenhalter (5) abstützt, dieser Bewegung und gibt die Öffnung am Dichtring (6) frei.



15 - Ölfiltergehäuse mit Filterumgehungsventil

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ölfilterdeckel	5	Gegenhalter
2	Ölfiltergehäuse	6	Dichtring
3	Filterpatrone	7	Ventilstange
4	Feder		

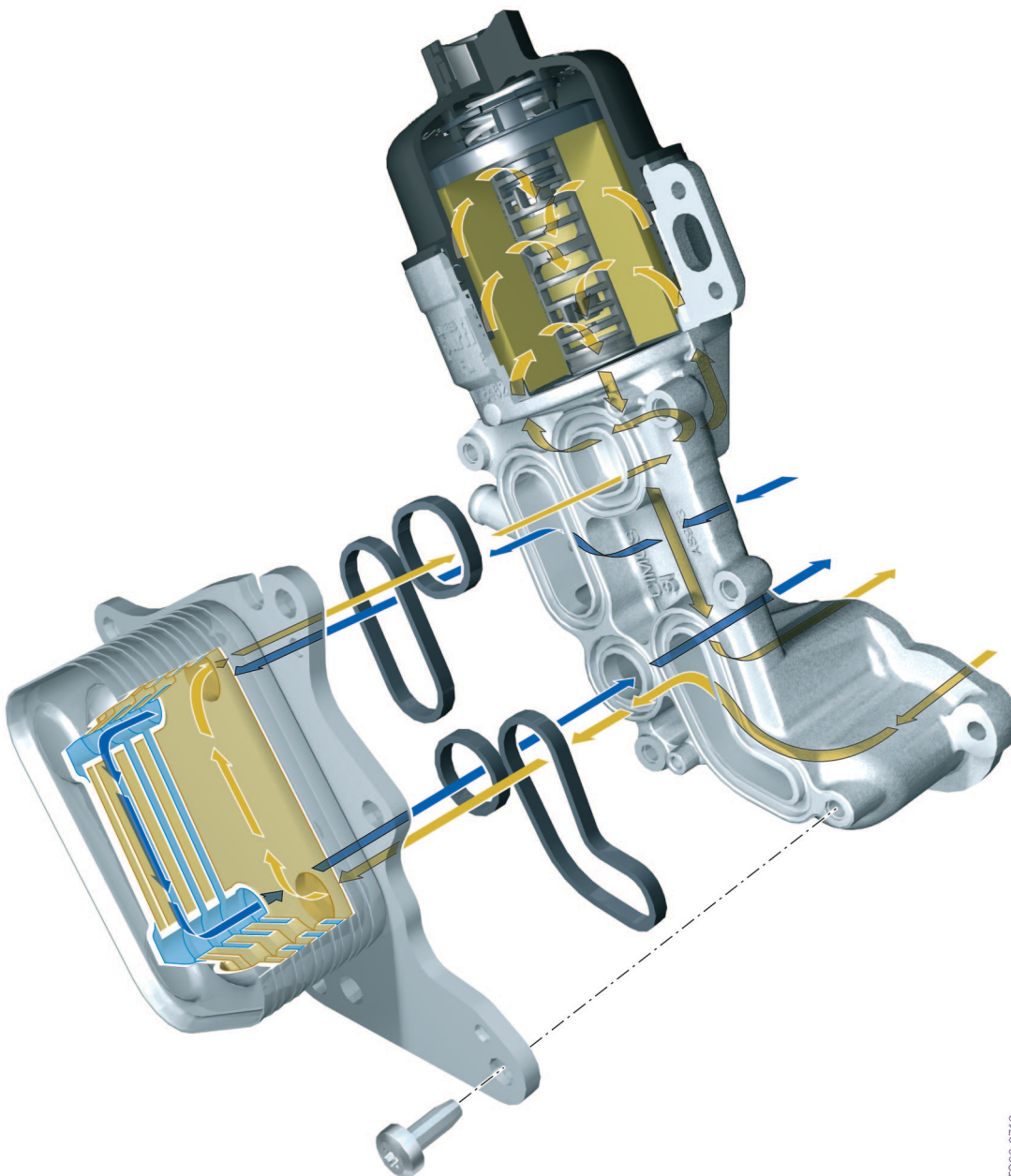


## Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher

Bei leistungsstarken und thermisch hoch belasteten Motoren besteht die Gefahr, dass das Schmieröl im Fahrbetrieb zu heiß wird. Aus diesem Grund kommt beim N14 Motor ein Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher zum Einsatz. Der Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher sorgt für ein schnelles Aufheizen des Öls in

der Warmlaufphase und anschließend für eine ausreichende Kühlung des Öls.

In der folgenden Grafik sind die Wege des Öl- und Kühlkreislaufs durch den Ölfilter und den Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher dargestellt.



16 - Ölfiltergehäuse mit Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher

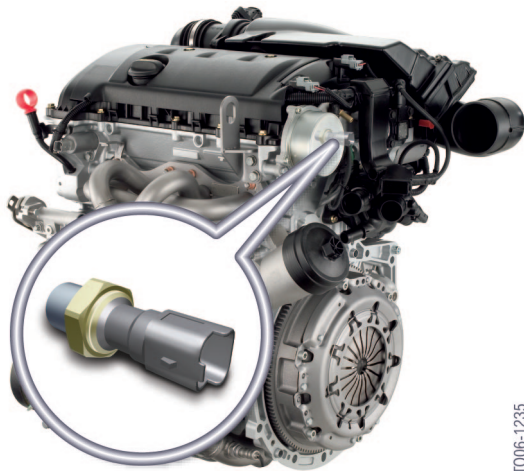
T006-0712



Zur Ölüberwachung zählen bei den MINI-Motoren die Öldrucküberwachung und die Ölstandkontrolle. Der Öldruck wird mit Hilfe von Sensoren überwacht und angezeigt. Der Ölstand wird mit einem Ölmesstab überprüft.

## Ölüberwachung

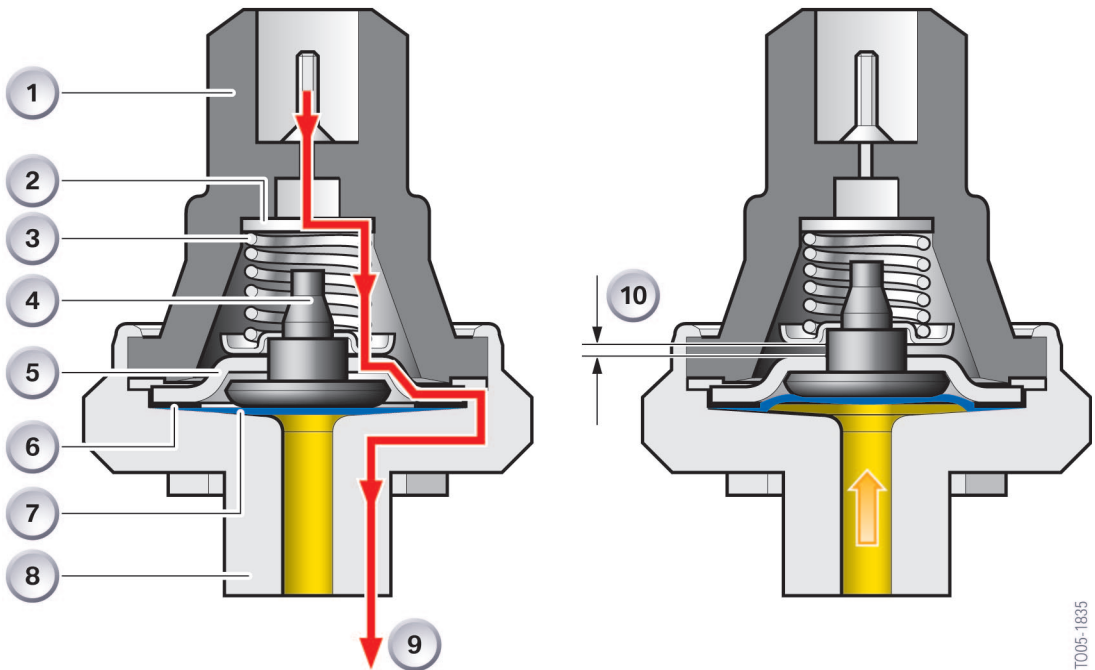
### Öldruckschalter



Der Öldruckschalter dient zur Überwachung des Schmiersystems. Die Öldruck-Kontrollleuchte leuchtet auf, wenn der Öldruck einen von der Feder (3) definierten Wert nicht überschreitet. Dieser Wert liegt bei ca. 0,2 bis 0,5 bar.

17 - Öldruckschalter

TO06-1235



18 - Öldruckschalter

TO05-1835

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Gehäuseoberteil aus Kunststoff	6	Dichtring
2	Kontaktkrone	7	Membrane
3	Feder	8	Gehäuse aus Metall
4	Druckpilz	9	Stromfluss bei geschlossenem Kontakt
5	Zwischenplatte	10	Luftspalt bei offenem Kontakt



⚠ Rote Kontrollleuchte leuchtet auf und ein akustisches Signal ertönt während der Fahrt (z. B. Motoröldruck zu gering):

- Sofort anhalten und den Motor abstellen.
- Ölstand prüfen, evtl. Öl nachfüllen.
- Ist der Motorölstand in Ordnung, mit dem nächsten MINI-Service Verbindung aufnehmen. ◀

## Ölstandsmessung

### Ölmesstab

Bei den meisten Motoren ist ein Ölmesstab zur Ölstandsmessung eingebaut. Damit der richtige Ölstand angezeigt wird, ist die folgende Vorgehensweise zu beachten:

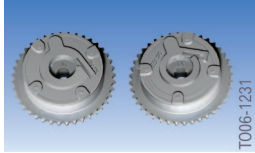
1. Das Fahrzeug mit betriebswarmem Motor, also nach einer ununterbrochenen Fahrt von mindestens 10 km, waagrecht abstellen.
2. Den Motor abstellen.
3. Nach ca. 5 Minuten den Messstab herausziehen und mit einem fusselfreien Tuch, Papiertaschentuch o. Ä. abwischen.

4. Den Messstab behutsam bis zum Anschlag in das Ölmesrohr einschieben und wieder herausziehen.

5. Der Ölstand muss zwischen den beiden Markierungen des Messstabs liegen.

Die Ölmenge zwischen den Mitten der beiden Markierungen des Messstabs beträgt motorabhängig ca. 1 - 1,5 Liter.

⚠ Die obere Markierung des Messstabs nicht überschreiten, sonst kann es durch zu viel eingefülltes Öl zu Motorschäden kommen. ◀



Im Motor wird das Öl über Kanäle zu den Öl benötigten Bauteilen und den Schmierstellen geleitet. Die Nockenwellenverstellung ist eines der Systeme am Motor, welches Öl zur Funktion benötigt.

T006-1231

## Nockenwellenverstellung

### Kettenspanner

Bei MINI-Motoren kommen hydraulische Kettenspanner zum Einsatz. Hier wird die Spannschiene durch den Kolben des Kettenspanners an die Kette angelegt. Das Öl im Kettenspanner erreicht durch ein Rückschlagventil eine gerichtete Dämpfung.

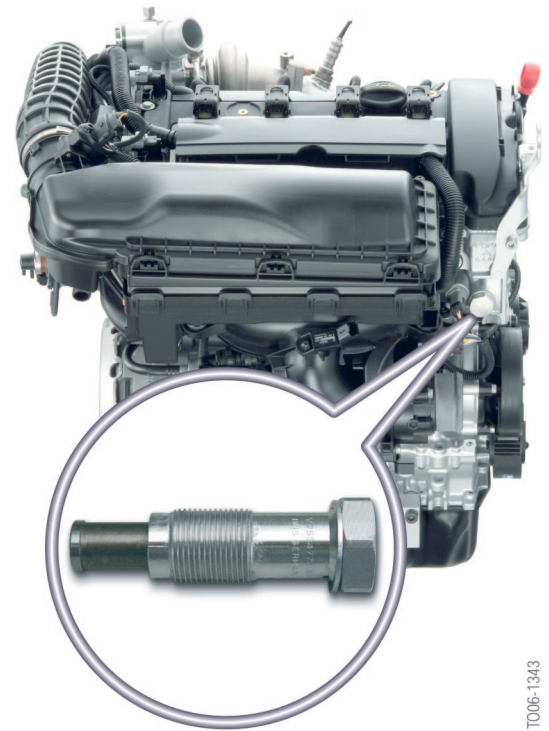
Der Kolben befindet sich in einem zylindrischen Gehäuse und wird durch eine Feder nach außen gedrückt. Das Motoröl gelangt über eine Versorgungsbohrung in den Vorratsraum, der sich im Kolben befindet. Hinter dem Kolben befindet sich der Druckraum, der über ein Rückschlagventil mit dem Vorratsraum verbunden ist und ebenfalls mit Öl gefüllt ist.

Wird der Kettenspanner zusammengepresst, stützt sich der Kolben auf dem Öl im Druckraum ab. Etwas Öl entweicht dabei zwischen Kolben und Gehäusewand.

Wird der Kettenspanner nun wieder entlastet, drückt die Feder den Kolben nach außen. Im Druckraum entsteht ein Unterdruck, der das Rückschlagventil öffnet und Öl aus dem Vorratsraum in den Druckraum strömen lässt.

Ist der Druckraum gefüllt, schließt das Rückschlagventil und der Kolben kann sich bei der nächsten Belastung auf dem Öl abstützen. Die Menge, die während der Belastung aus dem Druckraum entweicht, kann durch kalibrierte Leckspalte bestimmt werden.

Auf diese Weise wird unabhängig vom Kolbenweg eine definierte Kraft gewährleistet und damit die Kette unter einer bestimmten Spannung gehalten.

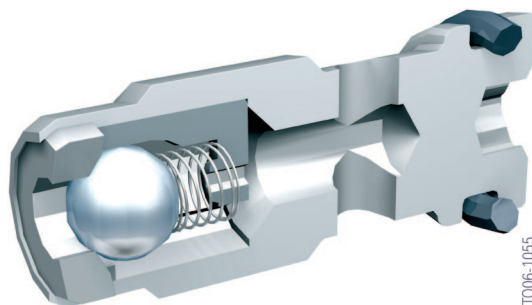


19 - Kettenspanner

T006-1343

### Rückschlagventil

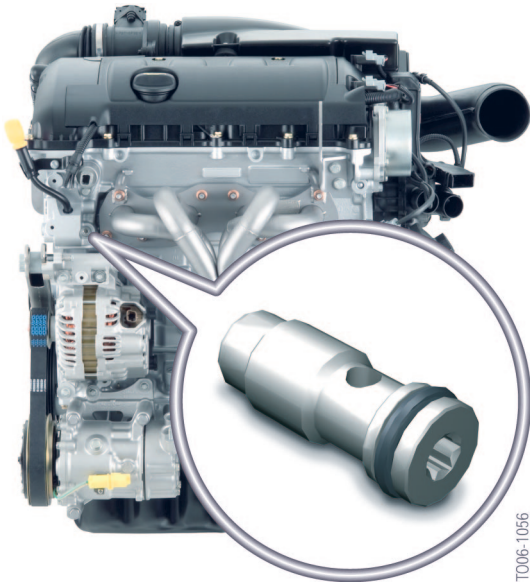
Das Rückschlagventil ist dem Magnetventil für die VANOS-Ansteuerung vorgeschaltet und soll ein Leerlaufen der VANOS und deren Ölkanäle verhindern.



20 - Rückschlagventil

T006-1055



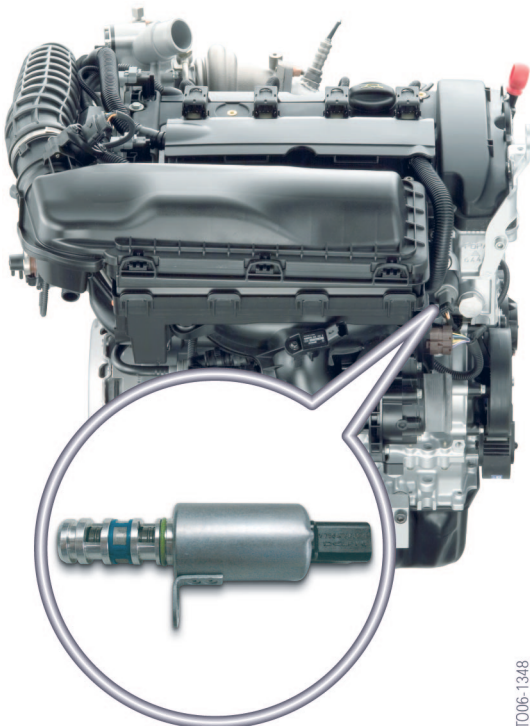


⚠ Bei einer Reparatur ist darauf zu achten, dass keine Verunreinigungen in das Rückschlagventil oder die Ölkanäle gelangen. Es kann sonst zu Undichtigkeiten kommen. Es würden die Ölkanäle leerlaufen und speziell nach längerer Standzeit des Motors zu Geräusentwicklung nach dem Motorstart oder sogar schlechtem Motorlauf kurz nach dem Motorstart kommen. ◀

21 - Rückschlagventil

TO06-1056

## Sieb und Magnetventil



22 - Magnetventil Einlassnockenwelle N14 Motor

TO06-1348

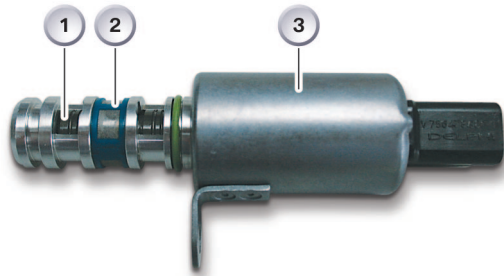


23 - Magnetventil Auslassnockenwelle N12 Motor

TO06-1347

Das Sieb im Ölzufuss zum Magnetventil schützt den Regelkolben und die VANOS-Einheit vor Verunreinigungen, die größer als 100 µm sind.

Das Magnetventil wird von der DME angesteuert und gibt entsprechend den Ölkanal zur Früh- oder Spätverstellung der VANOS frei. Die Ansteuerung des Magnetventils ist über Kennfelder definiert.



Index	Erklärung
1	Sieb
2	Magnetventil
3	Regelkolben

24 - Magnetventil mit Sieb

T006-1237

## Schwenkmotor



25 - VANOS-Einheiten (Schwenkmotor) N12 Motor

T006-0614

Die VANOS-Einheit der Einlassseite des N14 Motors ist mit der des N12 Motors identisch. Beide VANOS-Einheiten weisen einen Verstellbereich von 70 °KW oder 35 °Nockenwelle auf. Der Verstellbereich in °Nockenwelle ist auf der VANOS-Einheit eingraviert (IN 35).

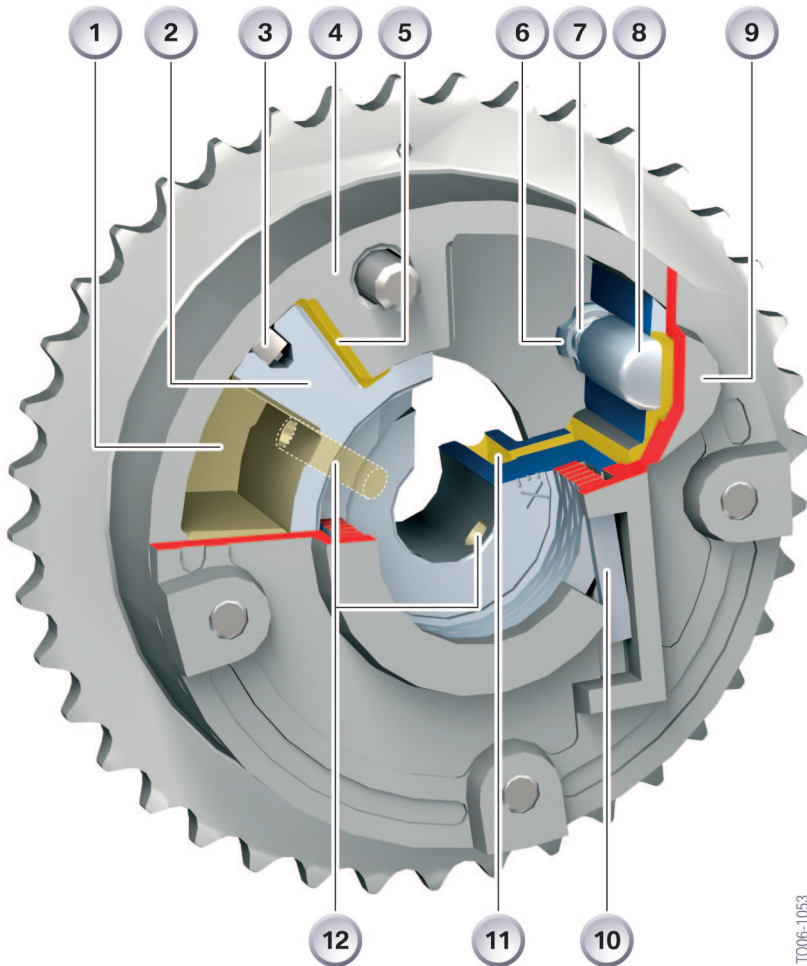
Ein grundsätzlicher Vorteil des Schwenkmotors ist, dass die Steuerzeiten sehr einfach einzustellen sind. Die Einstellung der Steuerzeiten ist mit der bei Motoren ohne VANOS vergleichbar.

Ermöglicht wird dies durch den Einsatz eines Verriegelungspins (8) in der VANOS-Einheit. Dieser Pin rastet ein, sobald die VANOS drucklos ist und durch die Torsionsfeder (10) in die Verriegelungsstellung gedrückt wird.

Zur Verstellung der VANOS aus der Ruheposition heraus wird Öl über den Ölkanal (11) in dem Druckraum Spätverstellung (5) gefördert. Der Öldruck bewirkt, dass der Verriegelungspin (8) entgegen der Verriegelungsfeder (7) nach unten gedrückt wird. Somit ist der Schwenkrotor (2) zum

Gehäuse mit Zahnkranz freigegeben und kann dazu durch den Öldruck verdreht werden. Das Öl aus dem Druckraum Frühverstellung (1) wird über die Ölkanäle (12) über die Nockenwelle und das Magnetventil in den Ventilraum des Zylinderkopfs geleitet.

Das Öl wird in den Ventilraum eingeleitet, weil der Ölkanal an der höchsten Stelle der VANOS-Ölkanäle liegt und ein "Leerlaufen" der VANOS-Ölkanäle deshalb ausgeschlossen ist.



TO06-1053

26 - Schwenkmotor bzw. VANOS-Einheit

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Druckraum Frühverstellung	7	Feder
2	Schwenkrotor	8	Verriegelungspin
3	Dichtlippe	9	Gehäusedeckel
4	Gehäuse mit Zahnkranz	10	Torsionsfeder
5	Druckraum Spätverstellung	11	Ölkanal
6	Federhalter	12	Ölkanal

⚠ Die VANOS-Einheiten für die Einlass- und Auslassnockenwelle haben unterschiedliche Verstellwege. Sie dürfen deshalb nicht vertauscht werden, da es sonst zu einem Motorschaden durch aufsetzende Ventile kommen kann. In die Frontplatte der VANOS-Einheit ist deshalb der Ausdruck "EX" bzw. "IN" eingraviert. ◀



Ölspritzdüsen und Ihre Aufgaben der Kühlung und Schmierung sind heute wichtige Bestandteile eines modernen Motors.

## Ölspritzdüsen mit Druckregelventilen

### Ölspritzdüsen

Ölspritzdüsen werden verwendet, um Öl zur Schmierung oder Kühlung an definierte Positionen von bewegten Teilen zu führen, die über Kanäle nicht erreicht werden können.

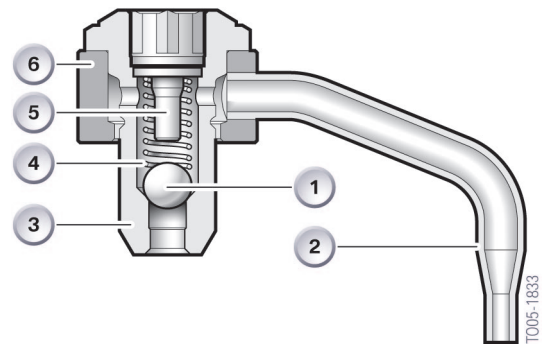
#### Ölspritzdüse zur Kolbenbodenkühlung

⚠ Die Ölspritzdüse spritzt Öl zur Kühlung an den Kolbenboden. Um eine optimale Kühlung zu erreichen, ist eine exakte Positionierung erforderlich. Es ist hier besonders wichtig, die Reparaturanleitung zu beachten, da es sonst zu einem Motorschaden kommen kann. ◀

Diese Positionierung wird mithilfe von Spezialwerkzeugen durchgeführt. Die Ölspritzdüsen der verschiedenen Motoren unterscheiden sich in Form und Ausführung.

Damit bei niedrigem Öldruck eine ausreichende Schmierung der Bauteile sichergestellt ist, ist je nach Ausführung ein Druckregelventil im Versorgungsölkanal oder in die Ölspritzdüse eingebaut.

Beim N14 Motor besitzt jede Ölspritzdüse ein Druckregelventil, das zwischen 1,8 und 2,2 bar Öldruck öffnet und zwischen 1,9 und 1,3 bar schließt. Durch das Druckregelventil wird auch ein Leerlaufen der Ölkanäle bei Motorstillstand sichergestellt.



27 - Ölspritzdüse N14 Motor

Index	Erklärung
1	Kugel
2	Rohr
3	Hohlschraube
4	Druckfeder
5	Verschlussstopfen
6	Halteplatte

#### Ölspritzdüse zur Steuerkettenschmierung

Der Kettentrieb wird durch Ölspritzdüsen oder durch Ölbohrungen in den Führungselementen geschmiert.

Beim N12 und N14 Motor erfolgt die Schmierung durch eine Bohrung vorne im Kettenspanner. Die Spannschiene hat an dieser Stelle einen Durchbruch, damit das Öl direkt auf die Steuerkette gelangen kann.



# Servicehinweise. N12/N14 Ölversorgung.

## Einleitung, Systemübersicht und Systemkomponenten

### Aufgaben

#### Öl, eine glitschige Sache

⚠ Zwei Kaltstarts am Tag verursachen in einem Jahr einen Verschleiß, der einer Fahrstrecke von 20.000 km entspricht. ◀

### Ölüberwachung

#### Ölstandsmessung



⚠ Rote Kontrollleuchte leuchtet auf und ein akustisches Signal ertönt während der Fahrt (z. B. Motoröldruck zu gering):

- Sofort anhalten und den Motor abstellen.
- Ölstand prüfen, evtl. Öl nachfüllen.
- Ist der Motorölstand in Ordnung, mit dem nächsten MINI-Service Verbindung aufnehmen. ◀

#### Ölmesstab

⚠ Die obere Markierung des Messtabs nicht überschreiten, sonst kann es durch zu

viel eingefülltes Öl zu Motorschäden kommen. ◀

### Nockenwellenverstellung

#### Rückschlagventil

⚠ Bei einer Reparatur ist darauf zu achten, dass keine Verunreinigungen in das Rücklaufabsperrentil oder die Ölkanäle gelangen. Es kann sonst zu Undichtigkeiten

kommen. Es würden die Ölkanäle leerlaufen und speziell nach längerer Standzeit des Motors zu Geräuschentwicklung nach dem Motorstart oder sogar schlechtem Motorlauf kurz nach dem Motorstart kommen. ◀

### Ölspritzdüsen mit Druckregelventilen

#### Ölspritzdüsen zur Kolbenbodenkühlung

⚠ Die Ölspritzdüse spritzt Öl zur Kühlung an den Kolbenboden. Um eine optimale Kühlung zu erreichen, ist eine exakte Positionierung erforderlich. Es ist hier besonders wichtig, die Reparaturanleitung zu beachten, da es sonst zu einem Motorschaden kommen kann. ◀



TE06-0645

Diese Servicehinweise finden Sie unter der Einleitung, der Systemübersicht und den Systemkomponenten.

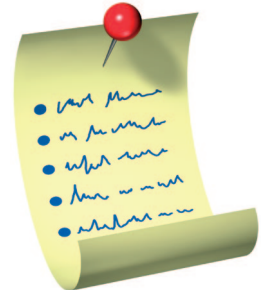


# Zusammenfassung. N12/N14 Ölversorgung.

## Was ich mir merken sollte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Informationen zum Thema N12/ N14 Ölversorgung zusammengefasst.

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



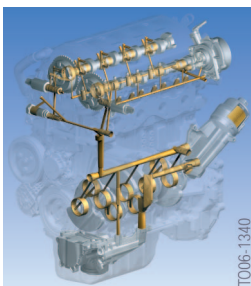
Anmerkungen für den Alltag in Theorie und Praxis.

### Aufgaben



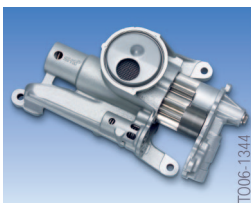
Die Aufgaben des Motoröls sind vielschichtig. Die modernen Verbrennungsmotoren stellen an das Motoröl höchste Ansprüche, die nur durch dafür passende Öle erfüllt werden können. Die Aufgaben umfassen Schmieren, Kühlen, Feinstabdichten, Reinigen, Korrosionsschutz und Kraftübertragung.

### Ölkreislauf



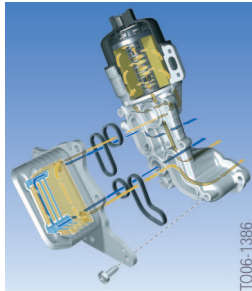
Es gibt drei grundsätzlich unterschiedliche Motorölsysteme. Dazu zählen die Druckumlaufschmierung, die Trockensumpfschmierung und die Frischölschmierung. Ein Überblick über die bei MINI verwendeten Systeme geben die Beispiele des N12 Motors mit VALVETRONIC bzw. N14 Motors mit Direkteinspritzung und Abgasturbolader.

### Von der Ölwanne zur Ölpumpe



Von der Ölwanne zur Ölpumpe wird auf die Besonderheiten eingegangen. Es gibt z. B. verschiedene Arten von Ölpumpen; dazu zählen Stirnradölpumpe, Rotorölpumpe und volumenstromgeregelte Stirnradölpumpe. Die Ölpumpen selbst sind unterschiedlich ausgeführt. Druckregelventile und Überdruckventile gewährleisten den sicheren Betrieb unter allen Bedingungen.

## Filterung und Kühlung



Von der Ölpumpe gelangt das Öl bei Bedarf und nach Ausführung in den Ölkühler, anschließend in den Filter. Im Ölfilter befinden sich Ventile, die verschiedene Aufgaben besitzen. Dazu zählen das Leerlaufen beim Ölwechsel, die Umgehung des Filters bei Verstopfung und der Schutz vor dem Leerlaufen der Ölkanäle.

## Ölüberwachung



Zur Ölüberwachung zählen bei den MINI-Motoren die Öldrucküberwachung und die Ölstandskontrolle. Der Öldruck wird mit Hilfe von Sensoren überwacht und angezeigt. Der Ölstand wird mit einem Ölmesstab überprüft.

## Nockenwellenverstellung



Im Motor wird das Öl über Kanäle zu den Öl benötigenden Bauteilen und den Schmierstellen geleitet. Die Nockenwellenverstellung ist eine der Systeme am Motor, welches Öl zur Funktion benötigt.

## Ölspritzdüsen mit Druckregelventilen



Ölspritzdüsen und Ihre Aufgaben der Kühlung und Schmierung sind heute wichtige Bestandteile eines modernen Motors.

# Testfragen. N12/N14 Ölversorgung.

## Fragenkatalog

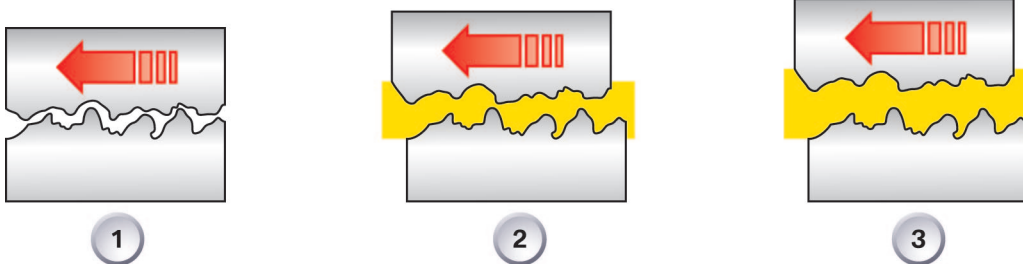
In diesem Abschnitt haben Sie die Möglichkeit, Ihr erworbenes Wissen zu überprüfen.

Es werden Fragen zum vorgestellten Thema Ölversorgung gestellt.



Das erworbene Wissen vertiefen und nochmal überprüfen.

### 1. Ordnen Sie die Grafiken den Reibungsarten zu.



TA05-1631

Index	Erklärung	Index	Erklärung
	Flüssigkeitsreibung		Trockenreibung
	Mischreibung		

### 2. Die volumenstromgeregelte Ölpumpe weist Besonderheit auf.

- Das Druckbegrenzungsventil regelt den Volumenstrom.
- Der Volumenstrom wird über das Volumenregelventil geregelt.
- Die Ölpumpe besitzt zwei parallel geschaltete Stirnradpaare.
- Ein Öldruckregelventil übernimmt die Öldruckregelung.

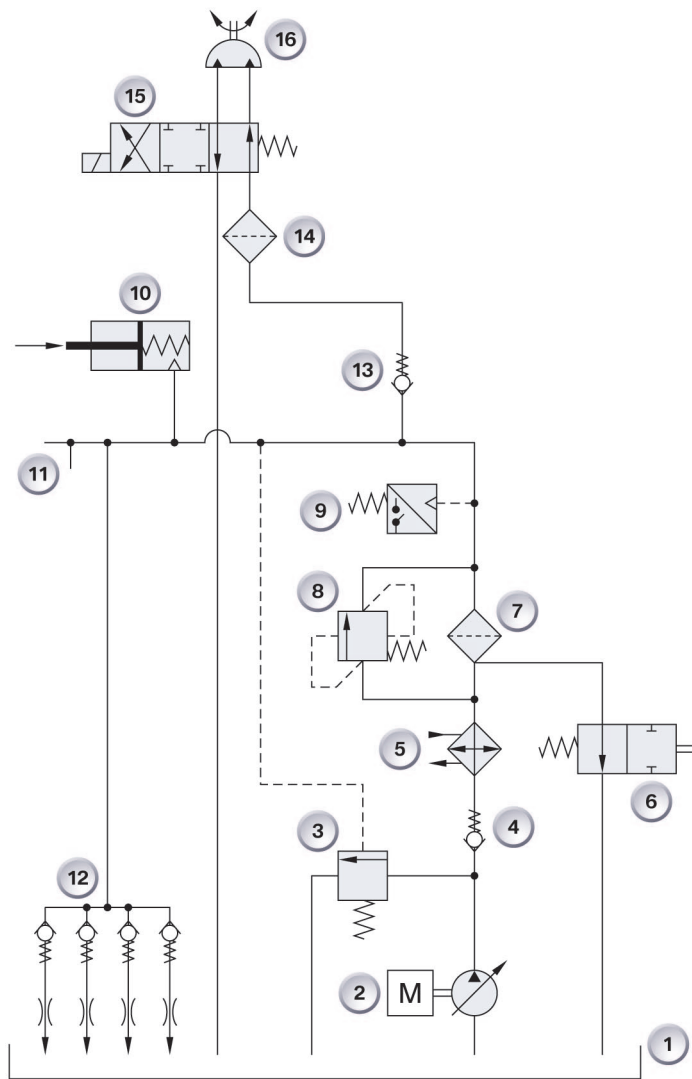
### 3. Die volumenstromgeregelte Ölpumpe bietet Vorteile im Vergleich zu einer Rotorölpumpe.

- Die volumenstromgeregelte Ölpumpe benötigt bis zu ca. 1,25 kW weniger Antriebsleistung.
- Die Ölfördermenge ist variabel regelbar.
- Reduzierung von Druckspitzen auch beim Kaltstart.
- Einsparung von Ölvolumen, da weniger Öl im Umlauf ist.

### 4. Was ist bei der Montage der Ölspritzdüsen zur Kolbenbodenkühlung zu beachten?

- Die Ölspritzdüsen sind bei allen MINI-Motoren gleich und können untereinander getauscht werden.
- Die Ölspritzdüsen können zur exakten Positionierung nachgebogen werden.
- Die Ölspritzdüsen des N14 Motors öffnen bereits bei 0,5 bar Öldruck.

5. Ordnen Sie die Bauteile den Beschreibungen in der Tabelle zu.

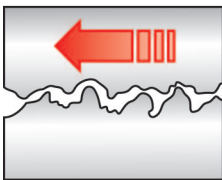


TO06-1291

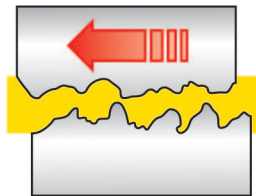
Index	Erklärung	Index	Erklärung
	Ölpumpe (volumengeregelt)		Kettenspanner
	Ölspritzdüsen		Filterumgehungsventil
	Ablassventil		Sieb
	Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher		Rückschlagventil
	Magnetventil		Ölfiler
	Schwenkmotor		Rückschlagventil
	Druckbegrenzungsventil		Schmierstellen im Zylinderkopf und Motorblock
	Ölwanne		Öldruckschalter

## Antworten zum Fragenkatalog

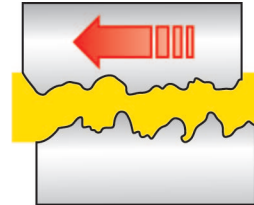
### 1. Ordnen Sie die Grafiken den Reibungsarten zu.



1



2



3



Check it!

TA05-1631

Index	Erklärung	Index	Erklärung
3	Flüssigkeitsreibung	1	Trockenreibung
2	Mischreibung		

### 2. Die volumenstromgeregelte Ölpumpe weist Besonderheit auf.

- Das Druckbegrenzungsventil regelt den Volumenstrom.
- Der Volumenstrom wird über das Volumenregelventil geregelt.
- Die Ölpumpe besitzt zwei parallel geschaltete Stirnradpaare.
- Ein Öldruckregelventil übernimmt die Öldruckregelung.

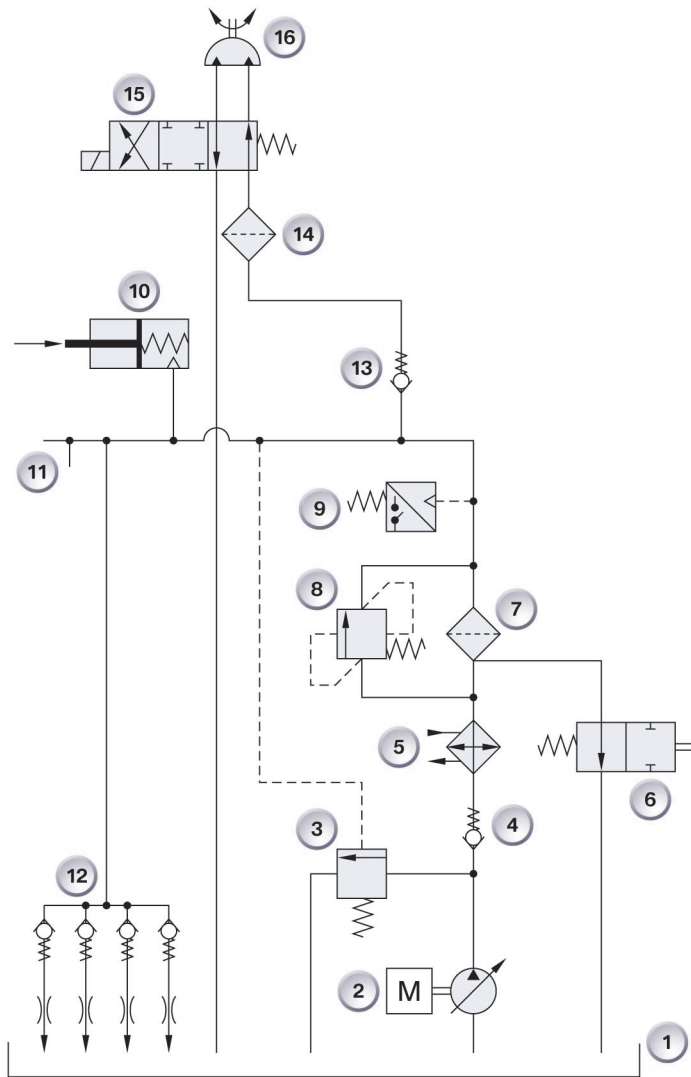
### 3. Die volumenstromgeregelte Ölpumpe bietet Vorteile im Vergleich zu einer Rotorölpumpe.

- Die volumenstromgeregelte Ölpumpe benötigt bis zu ca. 1,25 kW weniger Antriebsleistung.
- Die Ölfördermenge ist variabel regelbar.
- Reduzierung von Druckspitzen auch beim Kaltstart.
- Einsparung von Ölvolumen, da weniger Öl im Umlauf ist.

### 4. Was ist bei der Montage der Ölspritzdüsen zur Kolbenbodenkühlung zu beachten?

- Die Ölspritzdüsen sind bei allen MINI-Motoren gleich und können untereinander getauscht werden.
- Die Ölspritzdüsen können zur exakten Positionierung nachgebogen werden.
- Die Ölspritzdüsen des N14 Motors öffnen bereits bei 0,5 bar Öldruck.

5. Ordnen Sie die Bauteile den Beschreibungen in der Tabelle zu.



Index	Erklärung	Index	Erklärung
2	Ölpumpe (volumengeregelt)	10	Kettenspanner
12	Ölspritzdüsen	8	Filterumgehungsventil
6	Ablassventil	14	Sieb
5	Öl-Kühlmittel-Wärmetauscher	13	Rückschlagventil
15	Magnetventil	7	Ölfiler
16	Schwenkmotor	4	Rückschlagventil
3	Druckbegrenzungsventil	11	Schmierstellen im Zylinderkopf und Motorblock
1	Ölwanne	9	Öldruckschalter





