



Der 6,0 I-W12-Motor im Audi A8 - Teil 1

Selbststudienprogramm 267

VW 12 6.0





Einführung

Technische Daten	5
Querschnitt	6
Längsschnitt	7
W-Bauart	8

Motor-Mechanik

Zylinderblock	9
Zylinder-/Kurbelgehäuse	12
Kurbeltrieb	15
Kolben/Pleuel	18
Motorlagerung	19
Motorschmierung	20
Ölpumpeneinheit	22
Ölkreislauf im unteren Motorbereich	24
Ölkreislauf im oberen Motorbereich	26
Ölstand	30
Dynamische Ölstandskontrolle	32
Geber für Ölstand/-temperatur G266	32
Statische Ölstandskontrolle	33
Motorölwechsel (beschrieben im SSP 268 auf Seite 49)	33
Kühlsystem	34
Systemübersicht	34
Kühlkreislauf	36
Kühlmittelpumpe V51	38
Weitere Bauteile im Kühlkreislauf	39
Systemübersicht mit Standheizung	40
Besonderheiten mit Standheizung	42
Elektronisch geregeltes Kühlsystem	46
Regelkreis des Thermostates F265	47
Zylinderkopf	48
Steuertrieb	50
Abdichtung des Steuertriebs	52
SIS-Abdichtung (ab Produktionsstart)	52
Silikon-Flüssigdichtung (neue Ausführung)	53
Ventilsteuerung/Nockenwellenverstellung	54
Abgasrückführung	54
Steuerzeiten/Verstellbereich	57
Regelung und Überwachung der Nockenwellenposition	58
Nockenwellenversteller	59
Funktion der Nockenwellenversteller	60
Elektrohydraulische Steuerung	61

Das Selbststudienprogramm informiert Sie über Konstruktionen und Funktionen.

Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!
Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Softwarestand.

Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.

Neu!



Achtung!
Hinweis!



Einführung



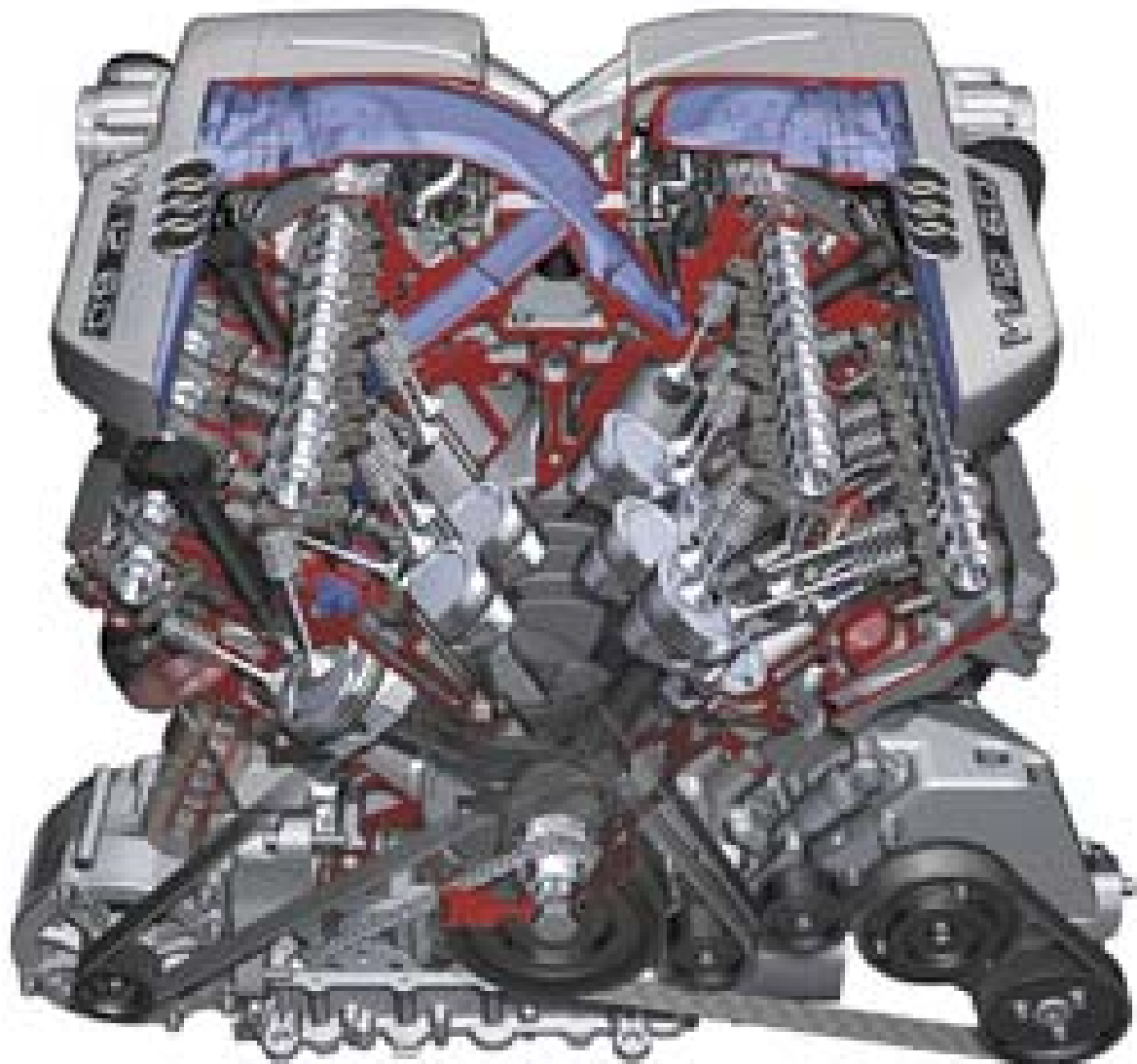
Für die neuen Spitzenmodelle des Volkswagenkonzerns wurde aus dem Baukasten der VR-Motorfamilie eine völlig neue Motorengeneration, die sogenannten W-Motoren, entwickelt.

Hierfür wurden bewährte und in Großserie hergestellte Komponenten in ein gänzlich neues Motorenkonzept integriert.

Das Resultat ist eine Baureihe extrem kompakter Vielzylinder-Ottomotoren in einer Konsequenz, wie sie im Serien-PKW-Automobilbau bisher noch nicht umgesetzt wurde.

Ein Derivat daraus ist der W12-6,0 I-Motor, der erstmals im Audi A8 zum Einsatz kommt.

Der W12-6,0 I-Motor ist das derzeit leistungstärkste 12-Zylinder-Aggregat in dieser Fahrzeugklasse. Neben der exzellenten Laufkultur fasziniert der W12 mit Fahrleistungen auf höchstem Niveau.





Technische Daten

Motorbuchstabe: **AZC**

Bauart: W-Motor mit einem V-Winkel von 15° und einem Bankwinkel von 72°

Hubraum: 5998 cm³

max. Leistung: 309 kW (420 PS) bei 6000 1/min

spez. Leistung: 51,5 kW/l
70,0 PS/l

max. Drehmoment: 550 Nm bei 3500 - 4750 1/min*

spez. Drehmoment: 91,7 Nm/l

Bohrung: 84,0 mm

Hub: 90,268 mm

Verdichtung: 10,75 : 1

Gewicht: 245 kg

Kraftstoff: Super Plus Bleifrei 98 ROZ

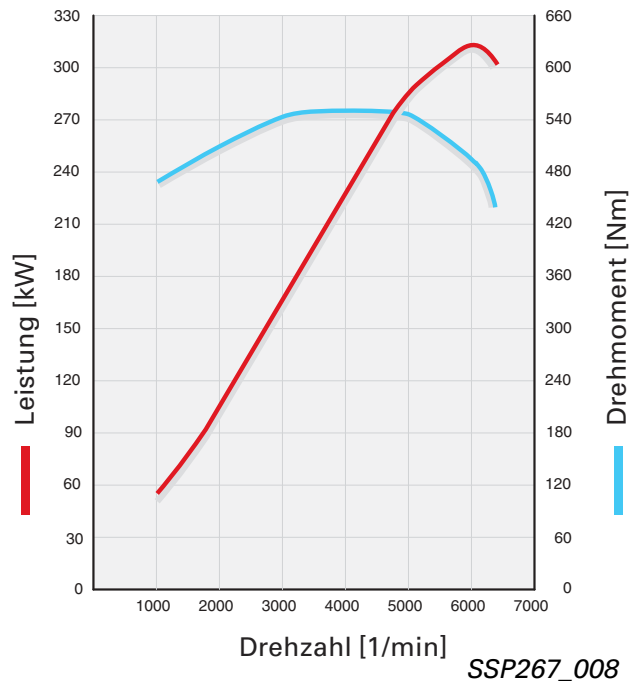
Zündreihenfolge: 1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9

Zündabstand: 60° Kurbelwelle

Motormanagement: Motronic ME7.1.1

Abgasnorm: D4/EU 3

Service-Intervall: LongLife-Service
max. 30.000 km oder
max. 2 Jahre



Motoröl: LongLife-Öl VW 50301 (OW-30)

Wechselmenge: ca. 10,5 l (mit Filter)

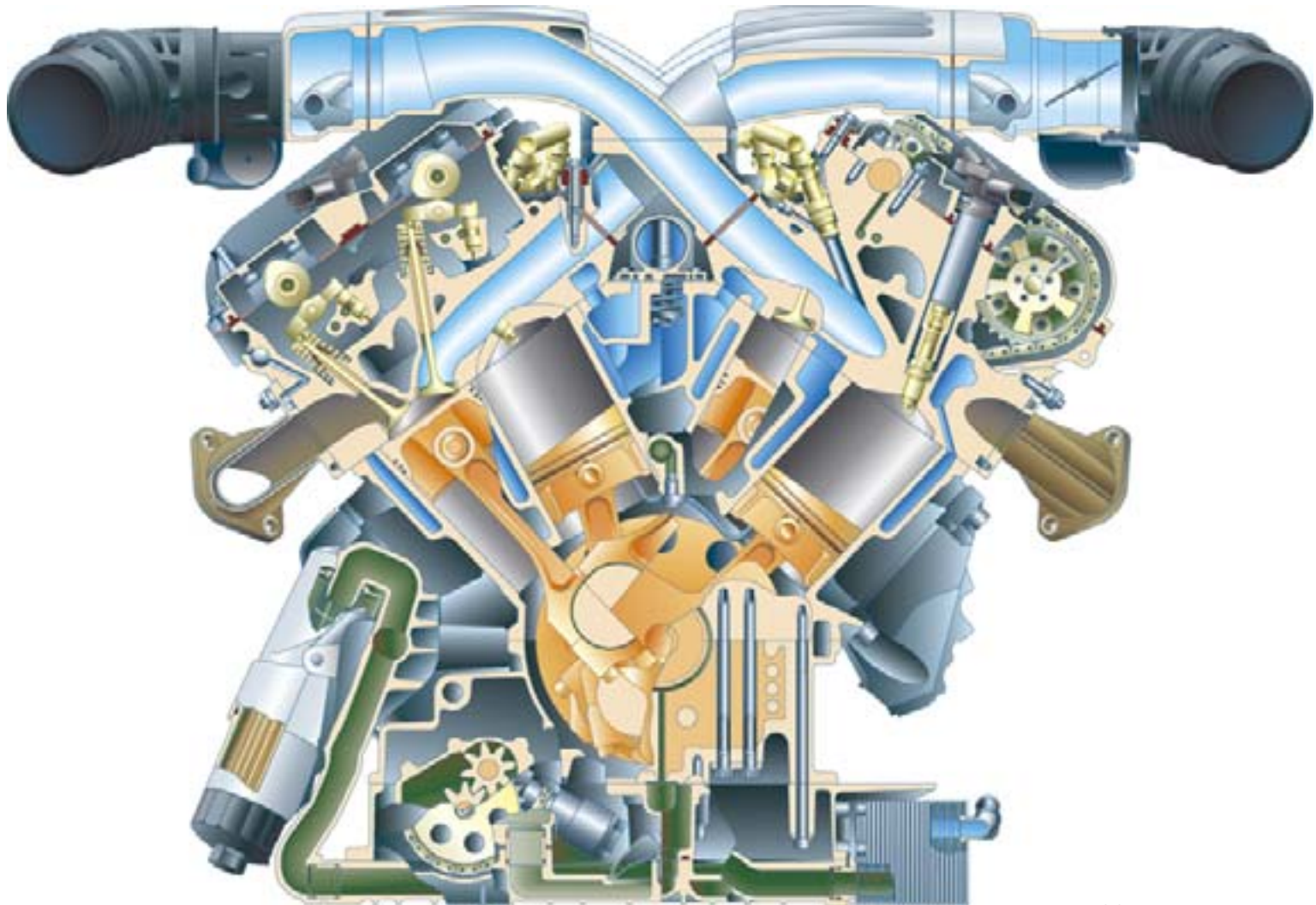
Leerlaufdrehzahl: 560 1/min



Die angegebenen Leistungsdaten werden nur bei Verwendung von 98 ROZ erreicht. Bei Verwendung von 95 ROZ muss mit verminderter Leistung gerechnet werden.

In Ausnahmefällen ist der Betrieb mit Bleifrei Normalkraftstoff mit mindestens 91 ROZ möglich.

* Bereits ab 1800 1/min stehen über 90 % des maximalen Drehmomentes zur Verfügung.



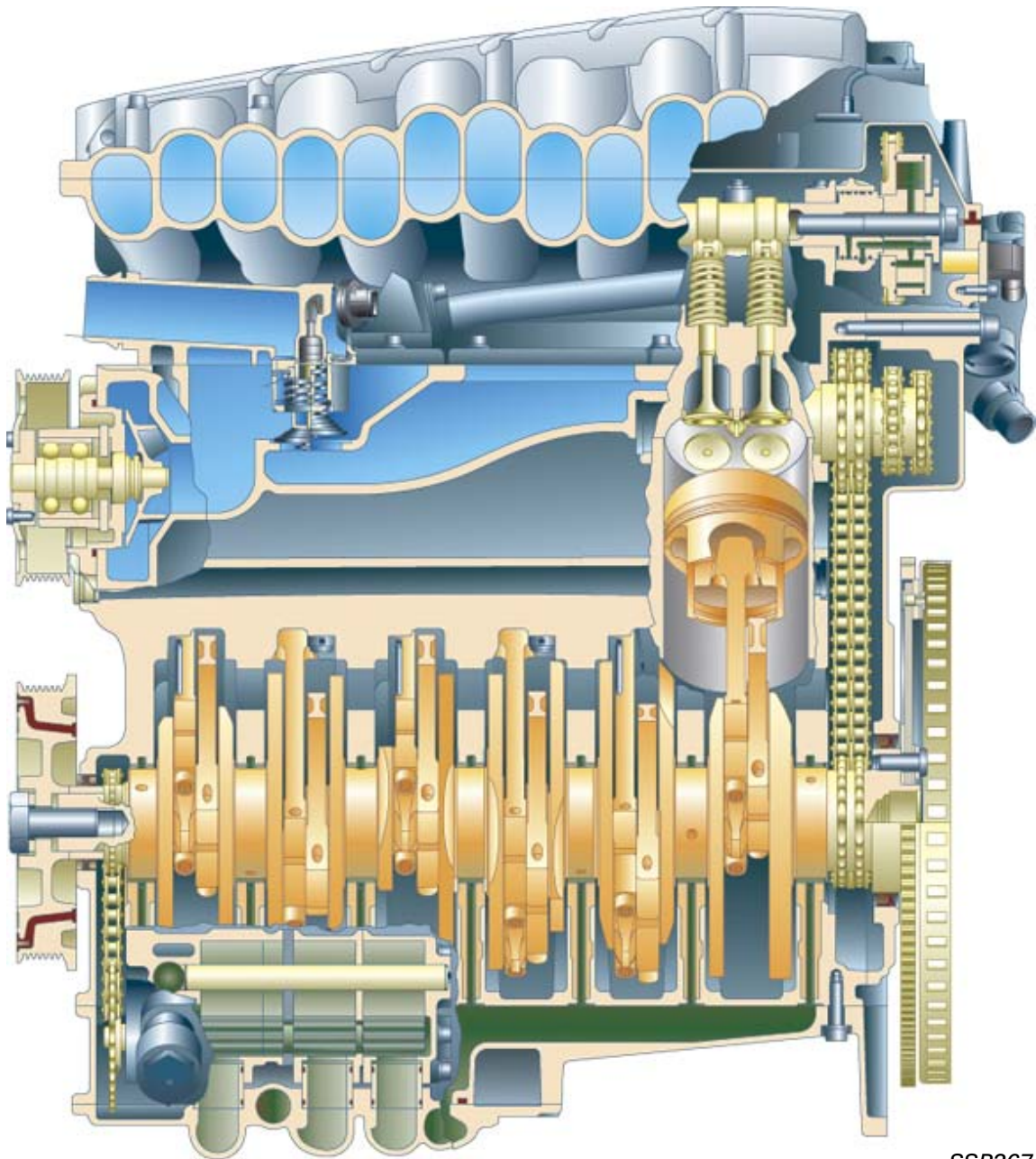
SSP267_001

Die besonderen Merkmale des W12-6,0 I-Motors im Audi A8 sind:

- 12-Zylinder-Ottomotor in W-Bauform
- Motorblock und Zylinderköpfe aus Aluminium
- Ölversorgung mit Trockensumpfschmierung
- doppelte obenliegende Nockenwellen mit jeweils 4 Ventilen pro Zylinder - Ventilbetätigung mittels Rollenschlepphebeln
- stufenlose Nockenwellenverstellung für die Ein- und Auslassnockenwellen



Längsschnitt

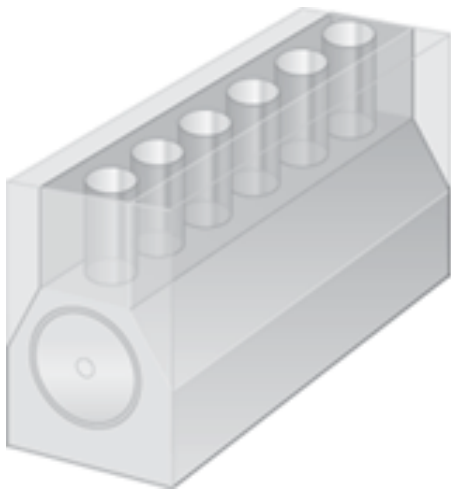


SSP267_002

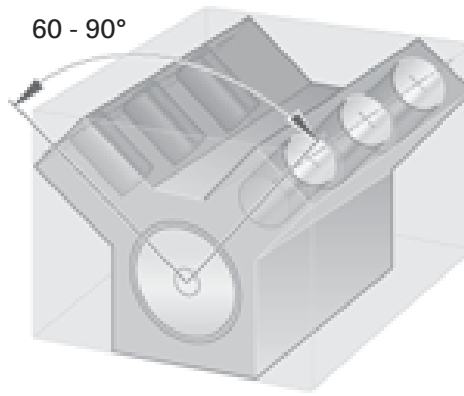
- 4 Vorkatalysatoren und 2 Hauptkatalysatoren zur Reinigung des Abgases
- 8 Lambdasonden zur Regelung der Gemischbildung und zur Überwachung der Abgasreinigung



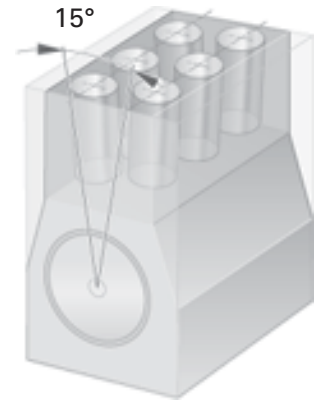
W-Bauart



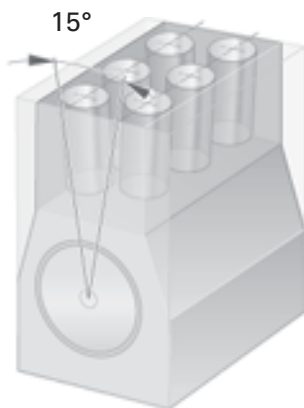
Reihenmotor



V-Motor

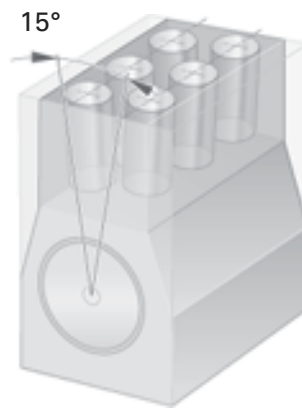


VR-Motor
(V-Motor mit
kleinem V-Winkel)



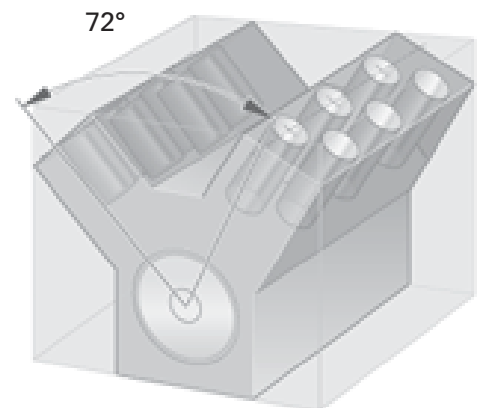
VR-Motor

+



VR-Motor

=



W-Motor

SSP267_082

Die neue W-Motorengeneration wurde entwickelt, um bei entsprechender Zylinderzahl noch kompaktere Aggregate zu ermöglichen.

Die W-Motoren nutzen die konstruktiven Vorteile der VR-Motorgeneration.

Vereint man zwei VR6-Motoren mit einem Bankwinkel von 72° und einer gemeinsamen Kurbelwelle, entsteht ein V-V-12-Motor, oder einfacher gesagt, ein W12-Motor.

V-Motoren mit kleinem V-Winkel nennt man auch VR-Motoren, da sie die konstruktiven Vorteile des Reihenmotors (R-Motor - hohe Laufruhe) mit denen des V-Motors (kurze Bauform) vereinen.

Diese Konstruktion bringt somit eine ungewöhnliche, bisher unerreichte Kompaktheit von Mehr- bzw. Vielzylindermotoren hervor.

Der W12-Motor bietet mit 513 mm Länge und 710 mm Breite gleichermaßen kompakte Abmessungen wie der V8-5V-Motor und somit die Möglichkeit, wettbewerbsüberlegene Antriebskonzepte in Hinblick auf Leistung, Laufruhe und Allradantrieb anbieten zu können.

Zylinderblock

Der Zylinderblock wird aus einer über-eutektischen Aluminium-Silizium-Legierung (Alusil) gegossen.

Beim Erstarren der Alusil-Schmelze entstehen reine Siliziumkristalle und Aluminium-Silizium-Mischkristalle.

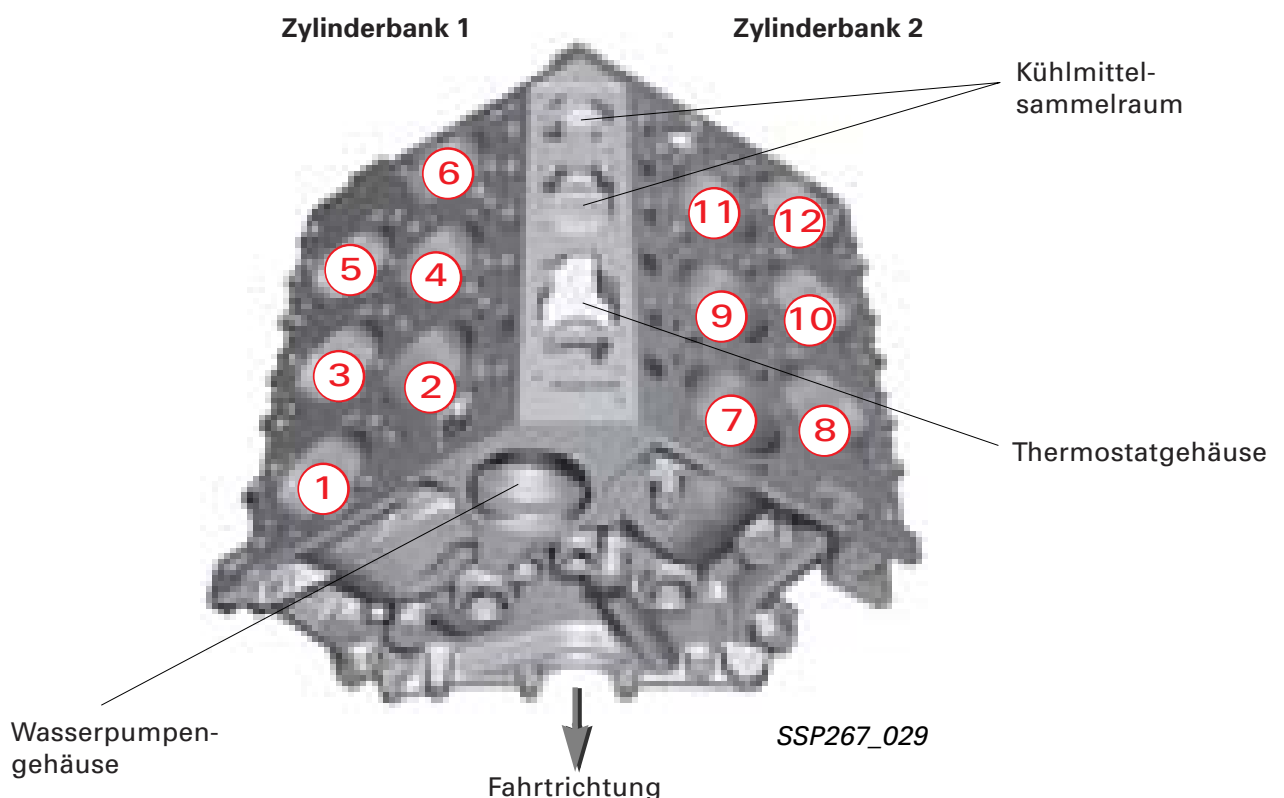
Beim Honen der Zylinderlaufbahnen werden mit Hilfe eines speziellen Fertigungsverfahrens die abgeschiedenen Siliziumkristalle freigelegt.

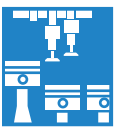
Durch diesen Herstellungsprozess entstehen verschleißfeste Zylinderlaufbahnen, weshalb auf zusätzliche Laufbuchsen verzichtet werden kann.

Im V-Ausschnitt der Zylinderbänke ist der Kühlmittel-Sammelraum, das Wasserpumpengehäuse sowie das Thermostatgehäuse integriert. Dadurch konnten externe Kühlmittleitungen auf ein Minimum reduziert werden.

Die wesentlichen Vorteile dieses monolithischen Vollaluminiumblocks sind:

- beste Wärmeübertragung von der Zylinderoberfläche zum wärmeabführenden Wassermantel
- problemlose Wärmeausdehnung im Gegensatz zu Werkstoffkombinationen (z. B. eingegossene Grauguss-Laufbuchsen)
- gleiche Wärmeausdehnung wie das Kolbenmaterial ermöglicht ein geringes Kolbenlaufspiel über den gesamten Temperaturbereich (hohe Laufruhe)
- erhebliche Gewichtseinsparung





Die „gefächerte“ Anordnung der Zylinderbohrungen ergibt im Zusammenspiel mit dem V-Winkel von 15° und dem Bankwinkel von 72° einen sehr kompakten und ungewöhnlich verwindungssteifen Zylinderblock.

Auf Grund des sehr engen V-Winkels von 15° in Verbindung mit der Kompaktheit des Zylinderblocks würde es bei herkömmlicher Bauweise zu einer Überschneidung der Zylinder im Bereich des unteren Totpunktes kommen.

Deshalb sind die Zylinder gegenüber der Kurbelwellendrehachse versetzt (Desachsierung) angeordnet.

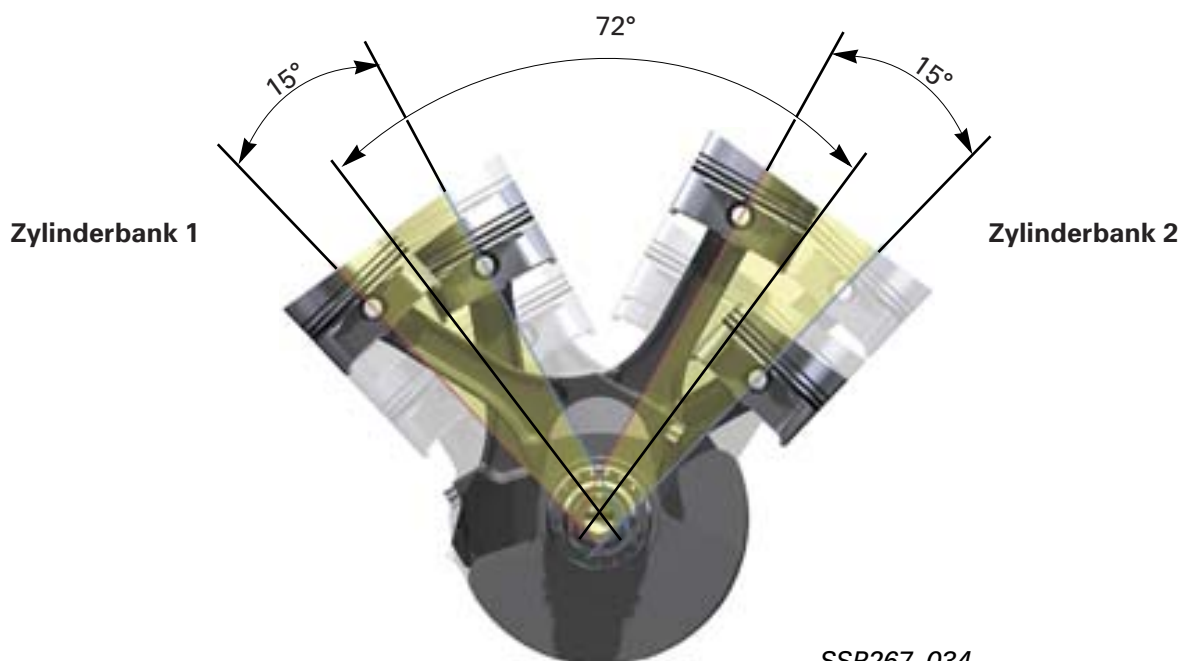
Dies bedeutet, dass die Verlängerung der Zylindermittelachsen nicht wie üblich mit der Kurbelwellenachse übereinstimmt, sondern nach links oder rechts desachsiert ist.

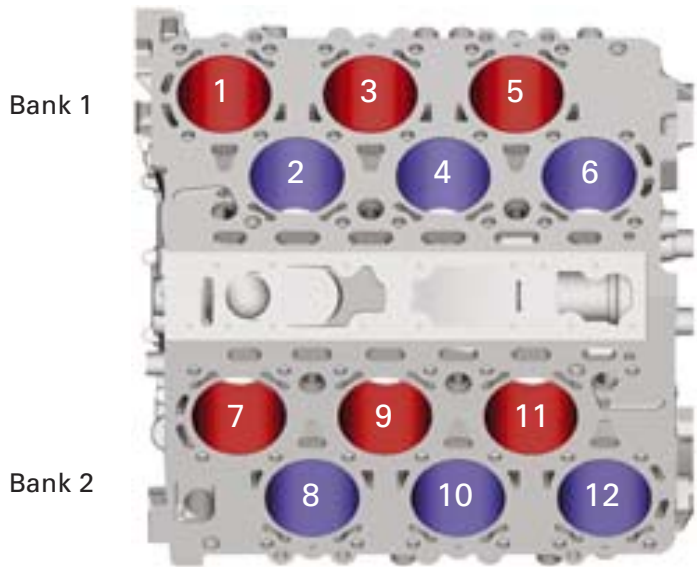
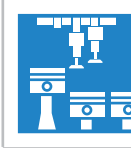
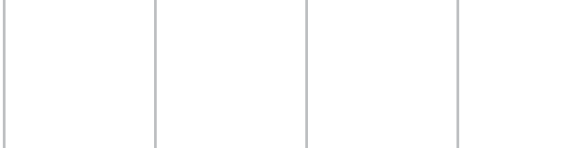
Man nennt diese Desachsierung auch Schränkung der Zylinder.

Zusammen mit den konstruktiven Maßnahmen am Kolbenhemd erreicht man den notwendigen Freigang im Bereich des unteren Totpunkts (siehe Kapitel Kolben/Pleuel).

Die Schränkung der Zylinder erfordert entsprechende konstruktive Maßnahmen sowohl beim Kurbeltrieb als auch bei den Steuerzeiten.

Näheres dazu finden Sie im jeweiligen Kapitel.





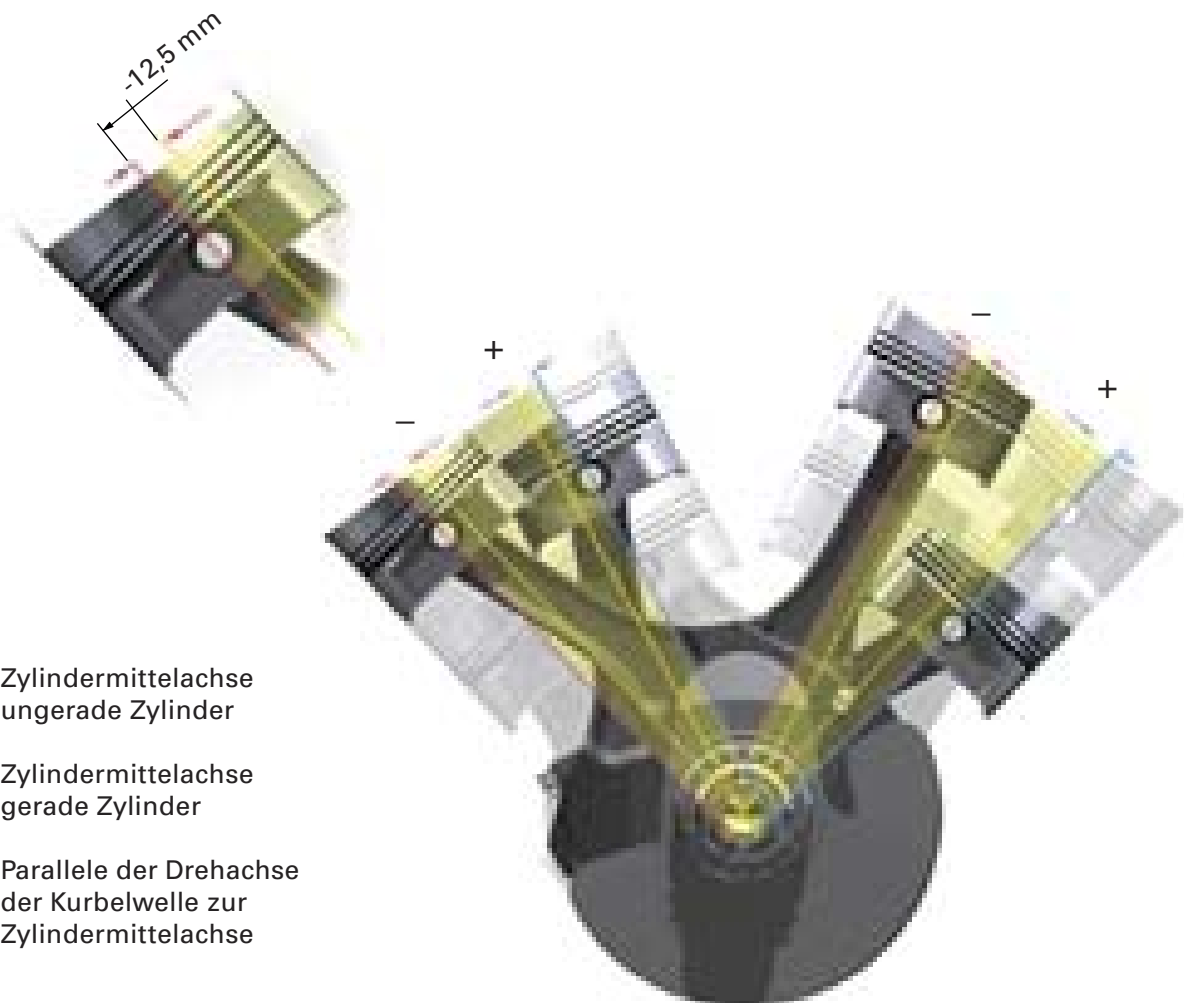
Die Schränkung beträgt für die

- ungeraden Zylinder (Zyl. 1-3-5-7-9-11) - 12,5 mm ■

und für die

- geraden Zylinder (Zyl. 2-4-6-8-10-12) + 12,5 mm ■

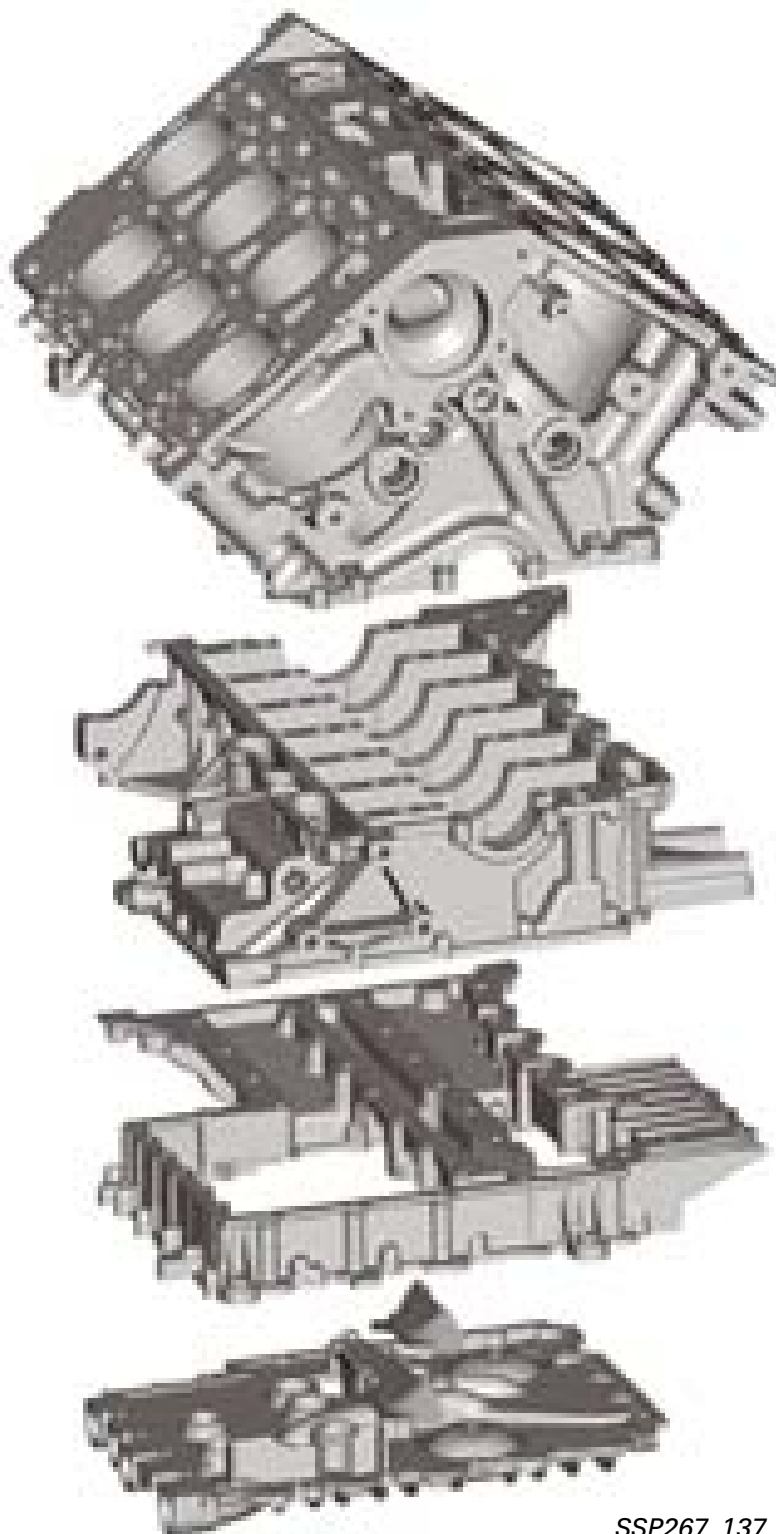
SSP267_098



- Zylindermittelachse ungerade Zylinder
- Zylindermittelachse gerade Zylinder
- Parallele der Drehachse der Kurbelwelle zur Zylindermittelachse

SSP267_154

Zylinder-/Kurbelgehäuse



Zylinderblock

Lagertraverse

Ölwannenoberteil

Ölwanne

SSP267_137

Der Zylinderblock und die Lagertraverse aus Aluminium bilden das Kurbelgehäuse.

Die Ölwanne - ebenfalls aus Aluminium gefertigt - ist zweiteilig ausgeführt.

Zur Erzielung der hohen akustischen Anforderungen ist ein über den gesamten Betriebs-temperaturbereich möglichst konstantes Hauptlagerspiel erforderlich.

Ein entsprechend steifer Lagerverband ist dazu notwendig.

Deshalb sind die Hauptlagerdeckel aus Kugelgrafitguss in eine stabil ausgeführte Lagertraverse aus Aluminium formschlüssig eingegossen.

Die Verschraubung der Hauptlager (nur 15 mm breit) erfolgt durch je vier überelastisch angezogene M8-Schrauben.

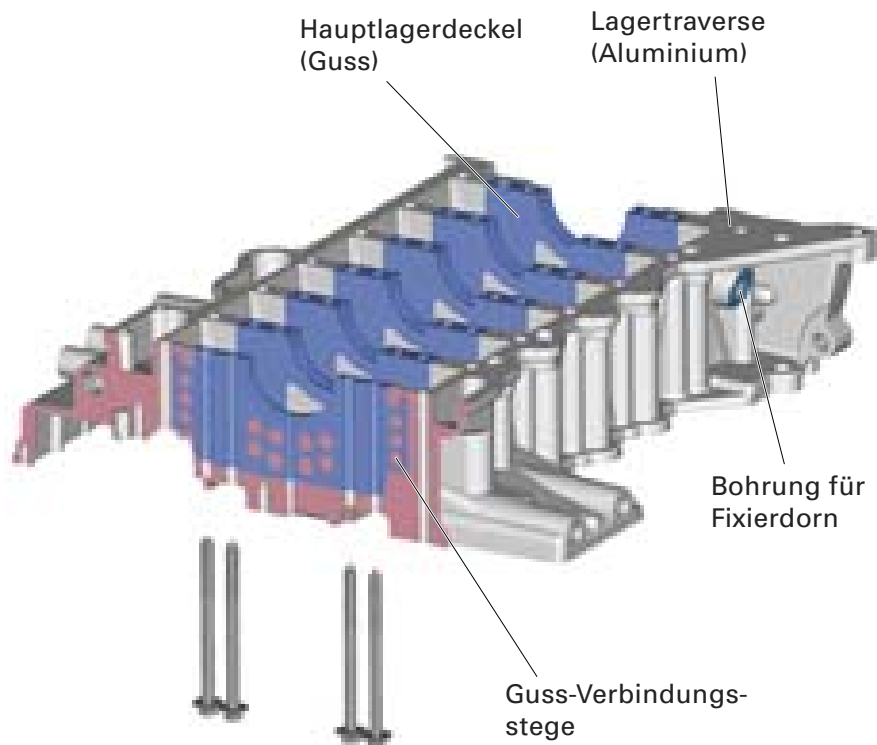
Die weitere Verschraubung der Lagertraverse mit dem Zylinderblock erfolgt zusammen mit dem Ölwanneoberteil. Dies ergibt eine zusätzliche Versteifung des gesamten Motorblocks.

In der Lagertraverse (hinten links) befindet sich eine Gewindebohrung zur Fixierung der Kurbelwelle.

Mit dem entsprechenden Fixierdorn kann die Kurbelwelle bei OT des 1. Zylinders blockiert werden. Dabei greift der Fixierdorn in die Kurbelwange des 12. Zylinders.



Der Fixierdorn darf nicht zum Gegenhalten verwendet werden, zum Beispiel beim Lösen und Anziehen der Zentralschraube.



SSP267_136



Der Fixierdorn ist derzeit als Sonderwerkzeug für Service-Arbeiten noch nicht definiert.



Motor-Mechanik

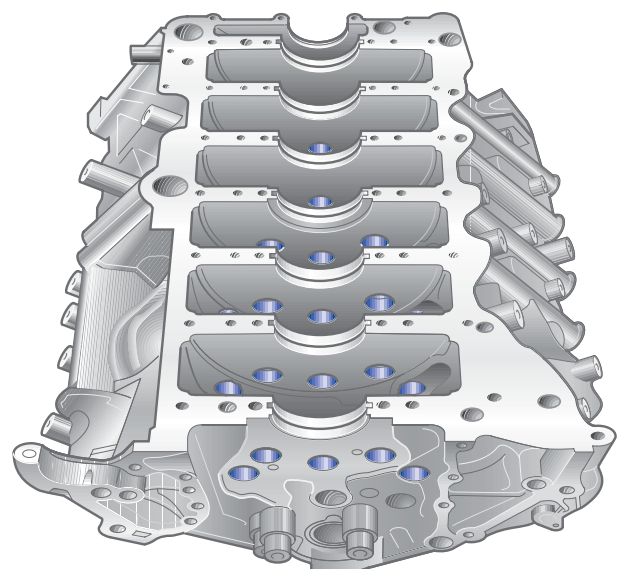
Eine Besonderheit stellt die Anbindung des Motorblocks an das Getriebe dar.

Die Abdichtung der Stutzen erfolgt mit Hilfe von Radialdichtringen.

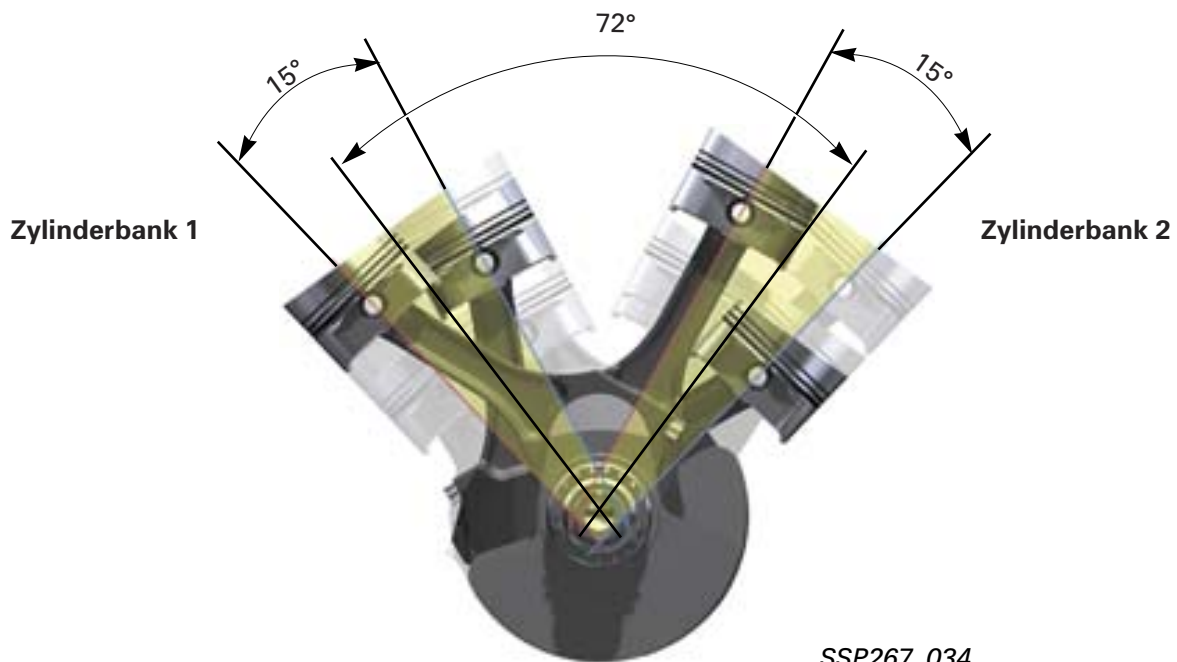
Die zwei oberen Getriebebefestigungspunkte sind als Stutzen durch die Steuerkettenabdeckung hindurchgeführt.



Pulsationsbohrungen in den Lagerstühlen ermöglichen den Druckausgleich der Zylinderräume untereinander.



Kurbeltrieb



Die 7-fach gelagerte Kurbelwelle ist aus Vergütungsstahl geschmiedet.

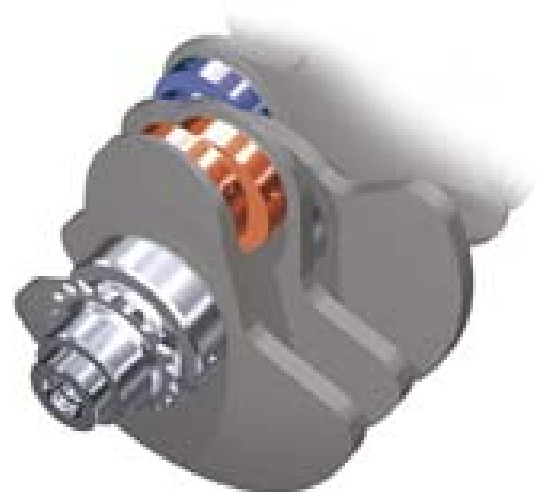
Hinsichtlich der besonderen Bauart des W-Motors erfordert die Realisierung eines gleichmäßigen Zündabstands von 60° (bei 12-Zylinder-Motoren üblich) spezielle konstruktive Maßnahmen an der Kurbelwelle.

Wie auch bei V-Motoren üblich, befinden sich jeweils zwei Pleuel auf einem Hubzapfen.

Infolge des Bankwinkels von 72° sind die sechs Hubzapfen der jeweils gegenüberliegenden Zylinder um 12° gekröpft. Man nennt diese Anordnung „split-pin“ (geteilter Zapfen).

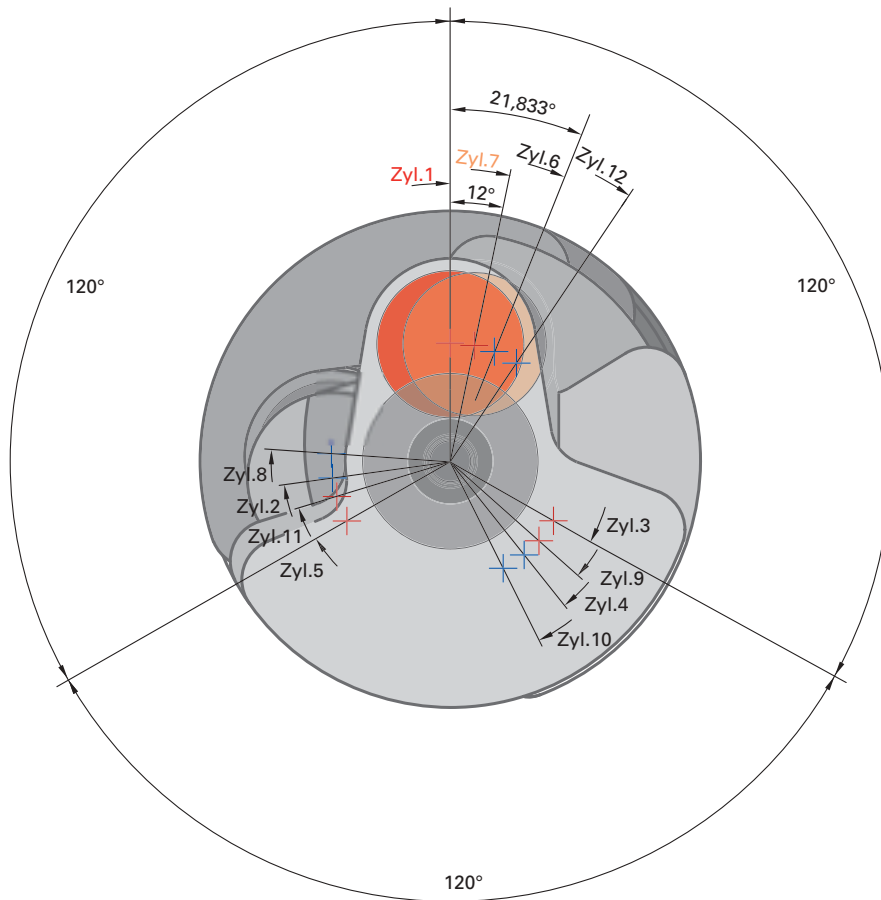
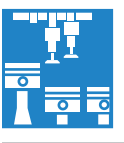


SSP267_095



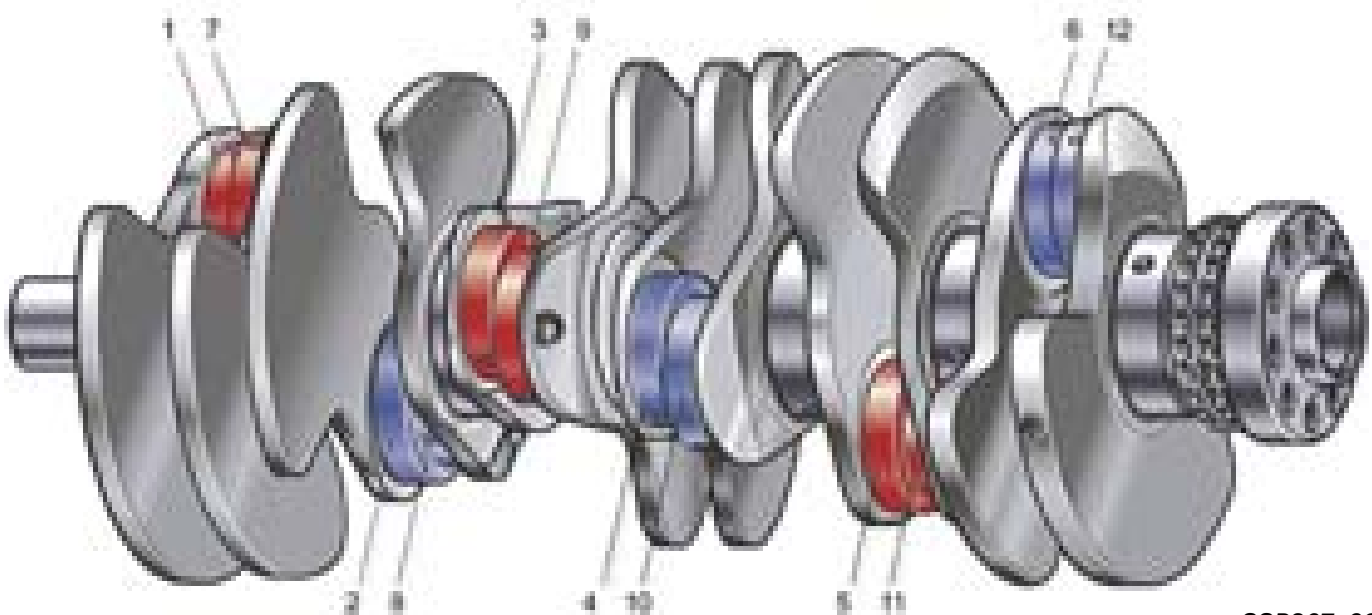
SSP267_089





SSP267_081

+/+ Mittelpunkte der entsprechenden Hubzapfen



SSP267_080

Bei einem 12-Zylinder-Motor üblicher Bauart sind die Hubzapfen um 120° versetzt zueinander angeordnet.

Beim W12-Motor sind auf Grund der Zylinder-schränkung die beiden Hubzapfen einer Ebene um $21,833^\circ$ versetzt.

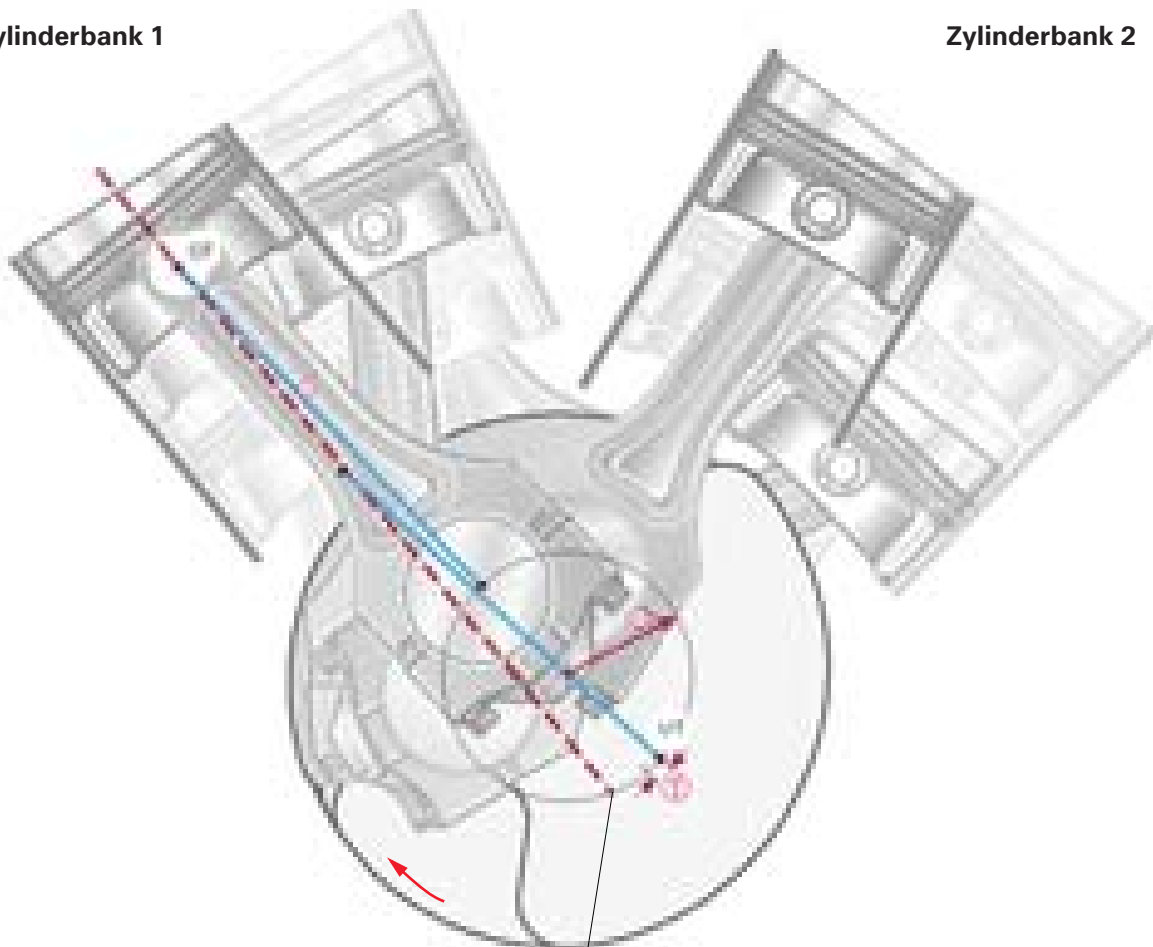
Die geschränkte Zylinderanordnung bewirkt, dass der Weg (Winkel), den der Hubzapfen auf seiner Kreisbahn von OT nach UT bzw. von UT nach OT zurücklegt, unterschiedlich ist.

Bei den beiden gegenüberliegenden Zylinderreihen einer Bank verhält sich dies entgegengesetzt (siehe Grafik).

Dies begründet zum einen den ungewöhnlichen Versatz der Hubzapfen und die unterschiedlichen Steuerzeiten für die geraden und ungeraden Zylinder (siehe unter Ventilsteuerung auf Seite 57).

Zylinderbank 1

Zylinderbank 2



Zylinderachse

SSP267_102

l - Pleuellänge

r - Kurbelradius

γ - Versatz im unteren Totpunkt (UT)

Kolben/Pleuel

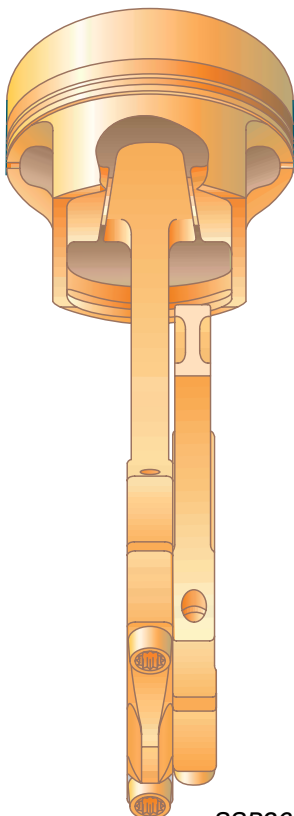
Die Kolben sind aus einer eutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gegossen und für die beiden Zylinderreihen einer Bank gleich.

Die gemeinsame, ebene Zylinderkopffläche beider Zylinderreihen einer Bank ergibt einen unsymmetrischen Verbrennungsraum. Zur Wiederherstellung eines symmetrischen Verbrennungsraumes ist der Kolbenboden geneigt.

Die Neigung des Kolbenbodens legt die Einbaurichtung fest.

Um zwischen die Lagerstühle tauchen zu können, ist das Kolbenhemd gekürzt und gestuft ausgeführt.

Da die Kolben in Zylinderbahnen aus Aluminium gleiten, werden sie galvanisch mit Eisen beschichtet (Ferrostan-Beschichtung).



SSP267_031

Um eine thermische Überlastung der Kolben durch die hohe spezifische Leistung auszuschließen, werden sie über die Kolbenspritzdüsen mit Motoröl gekühlt (siehe Ölkreislauf).

Zur Reduzierung der oszillierenden Massen ist die Anbindung des Pleuels zum Kolben in Trapezform ausgeführt.

Auf Grund der kompakten Bauweise von Zylinderblock und Kurbelwelle sind die Pleuel mit einer Breite von 13 mm am großen Pleuelauge extrem schmal ausgeführt.

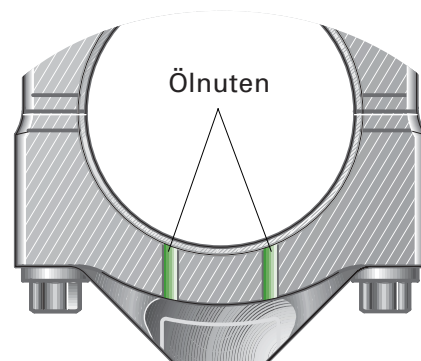
Wegen der daraus resultierenden geringen Auflagefläche zwischen Pleueldeckel und Pleuelstange ist der Schraubverband geschliffen und mittels Passdehnschrauben realisiert.

Ölnuten im Pleueldeckel erleichtern den Ölaustritt aus dem Pleuellager.

Um die spezifische Belastung des Pleuellagers auszugleichen, befindet sich pleuelstangenseitig eine Sputter-Lagerschale und im Pleueldeckel eine 3-Stoff-Lagerschale.

Näheres zum Sputter-Lager finden Sie im SSP 226 auf Seite 10.

Die Lager sind ohne Haltenasen ausgeführt. Zur Pleuelmontage kommt daher ein Spezialwerkzeug zum Einsatz (im Service derzeit noch nicht vorhanden).



SSP267_140



Reparaturen am Kurbeltrieb sind auf Grund der Komplexität zunächst nicht vorgesehen.

Motorlagerung

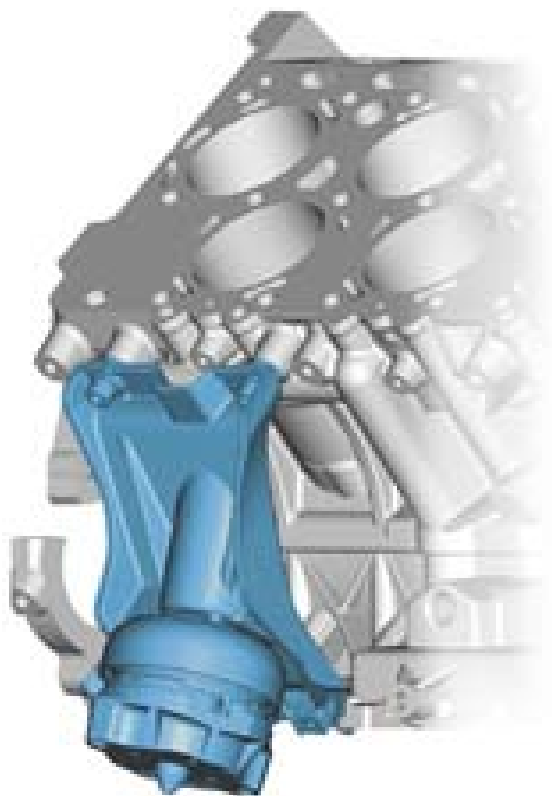
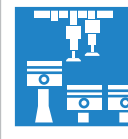
Für höchsten Fahrkomfort sorgen zwei hydraulisch gedämpfte Motorlager mit elektrischer Ansteuerung.

Die Ansteuerung der Magnetventile erfolgt durch die Motorsteuergeräte in Abhängigkeit von Drehzahl und Fahrgeschwindigkeit.

Das Magnetventil rechts für elektrohydraulische Motorlagerung N145 wird vom Motorsteuergerät 1 J623, das Magnetventil links für elektrohydraulische Motorlagerung N144 vom Motorsteuergerät 2 J624 angesteuert.

Bei Fahrzeugstillstand liegt der Schaltpunkt bei ca. 1100 1/min. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von > 7 km/h ist der Schaltpunkt bereits bei < 850 1/min.

Weitere Informationen zur Funktionsweise finden Sie im SSP 183 ab Seite 16.



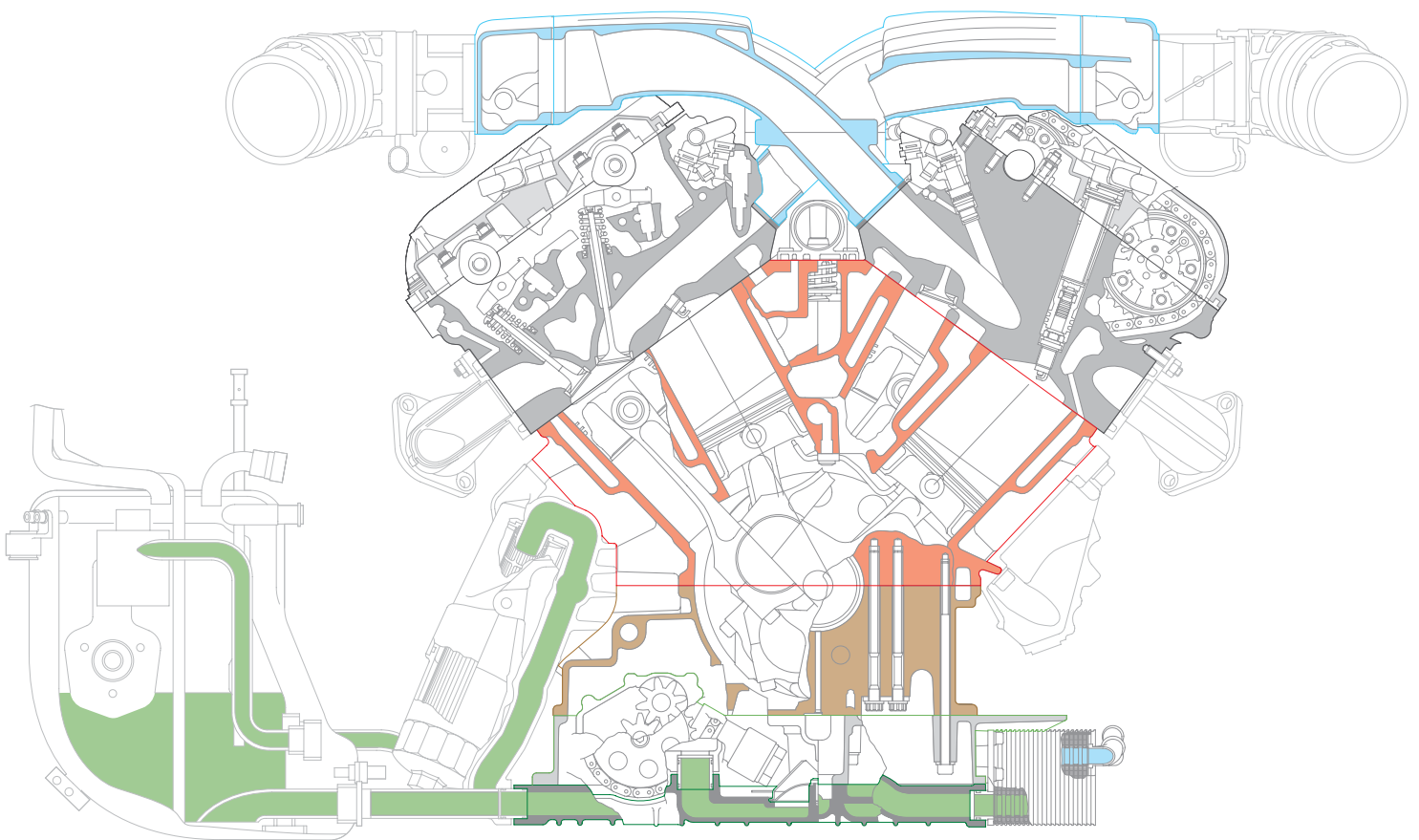
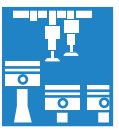
Motorlager Zylinderbank 1
mit Magnetventil N145



Motorlager Zylinderbank 2
mit Magnetventil N144

SSP267_124

Motorschmierung



SSP267_036

Eine Besonderheit stellt zweifelsohne die Trockensumpfschmierung dar. Sie ist eine Sonderbauart der Druckumlaufschmierung, welche vornehmlich in Geländefahrzeugen und Sportwagen Anwendung findet.

Dabei versorgt - im Gegensatz zur üblichen Nassumpfschmierung - die Ölpumpe den Motor aus einem separaten Öltank.

Die Trockensumpfschmierung arbeitet mit drei Ölpumpen, zwei Absaugölpumpen und einer Druckölpumpe.

Aus der extrem flach ausgeführten Ölwanne saugen die Absaugölpumpen das aus dem Schmierkreis zurückströmende Öl und fördern es in den Öltank.

Die Druckölpumpe saugt das sich bereits beruhigte und entschäumte Öl aus dem Öltank und führt es dem Ölkreis des Motors zu.

Die Vorteile der Trockensumpfschmierung sind:

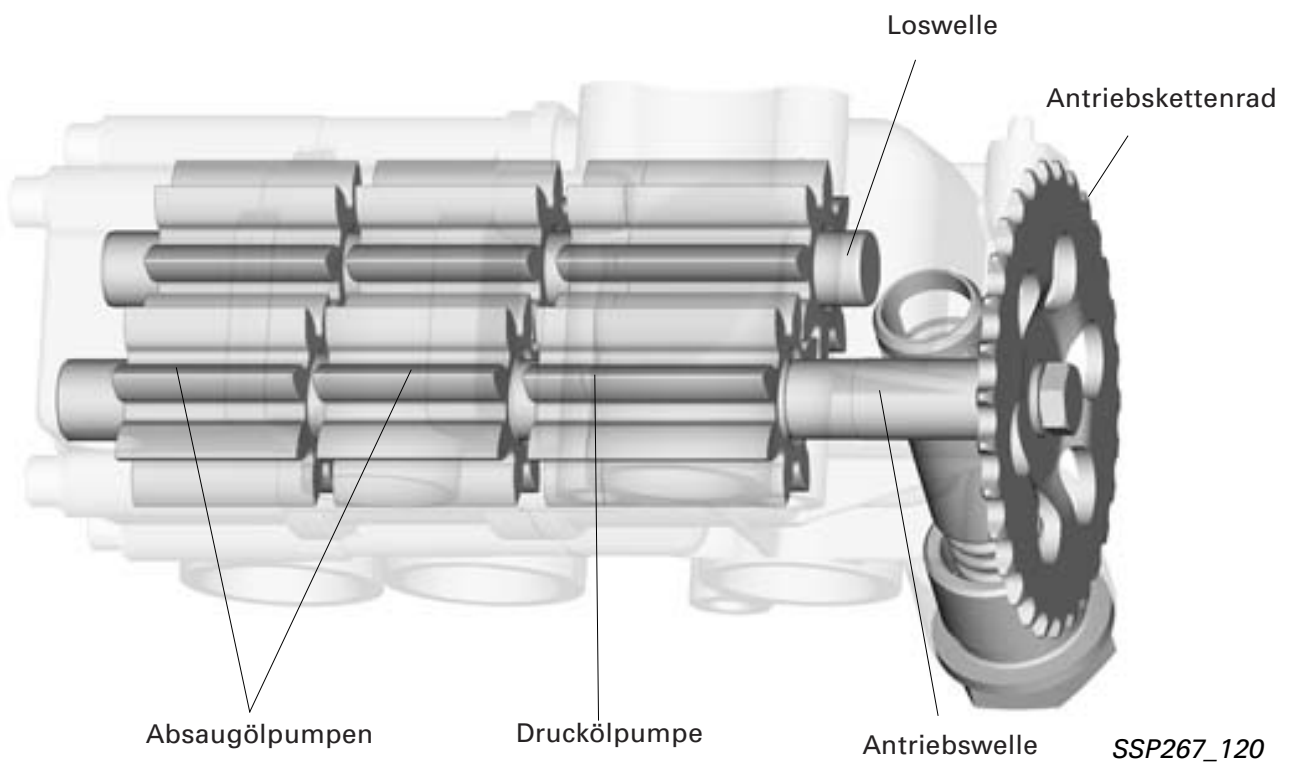
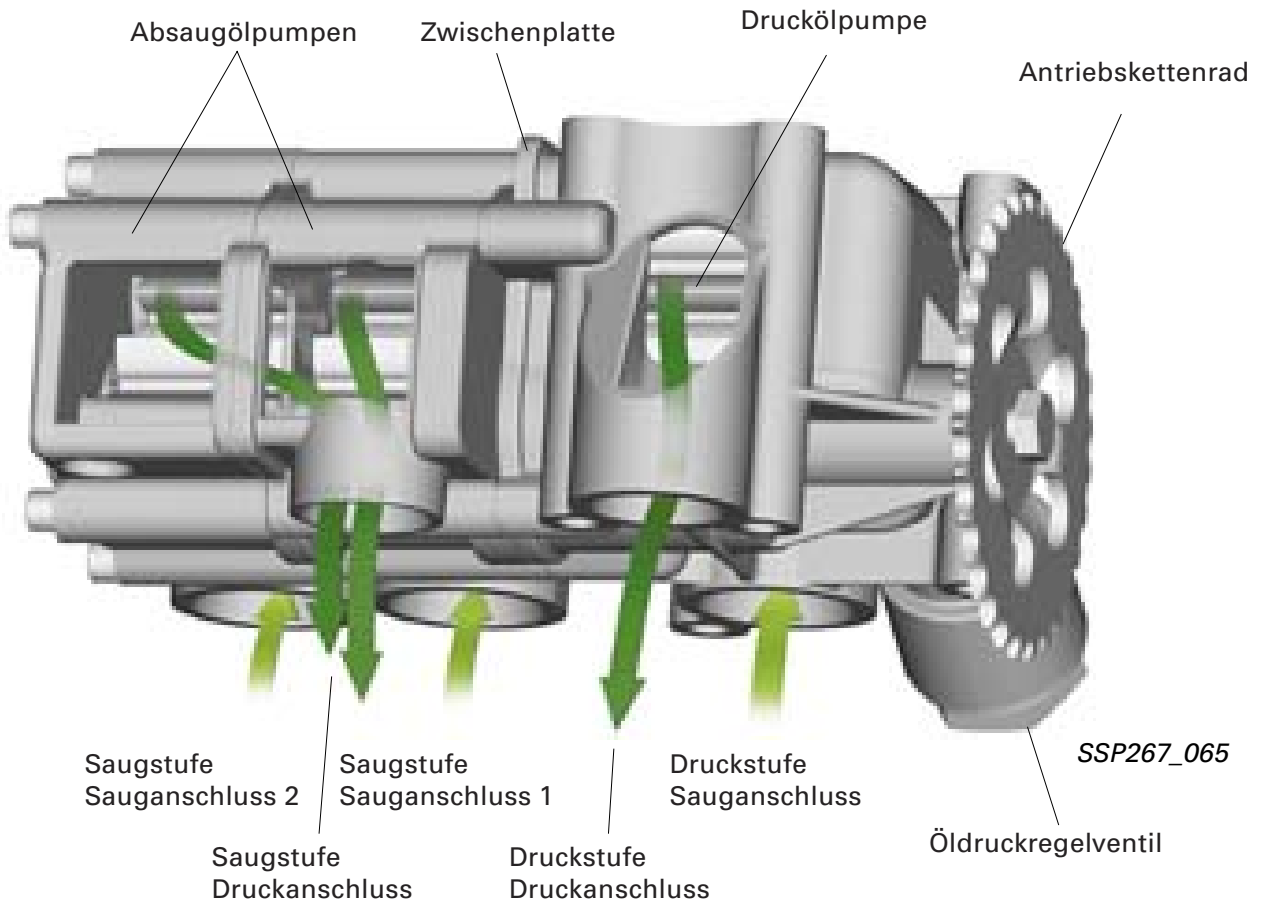
- absolut zuverlässige Ölversorgung gerade bei extremen Fahrzuständen, wie hohe Längs- und Querschleunigungen oder entsprechende Schräglagen des Fahrzeugs
- geringerer Luftanteil im Drucköl
- niedrigere Öltemperatur
- relative Unempfindlichkeit gegen Über- und Unterfüllung des Motoröls
- niedrige Motorbauhöhe durch geringes Ölwannenvolumen



Auf Grund der besonderen Bauart der Trockensumpfschmierung sind entsprechende Kenntnisse für Service-Arbeiten, bei Reparaturen, der Kontrolle des Ölstands sowie der Handhabung für den Kunden erforderlich.

Motor-Mechanik

Ölpumpeneinheit



Die Absaugölpumpen und die Druckölpumpe sind als Zahnradpumpen ausgeführt und zu einer Ölpumpeneinheit zusammengefasst.

Die Ölpumpeneinheit setzt sich aus drei separaten Zahnradpumpen zusammen.

Die Antriebs- und Losräder befinden sich auf einer jeweils gemeinsamen Welle (Antriebswelle, Loswelle).

Der Antrieb erfolgt mittels einer Einfachkette direkt von der Kurbelwelle mit einem Übersetzungsverhältnis von ca. 1,5 : 1.

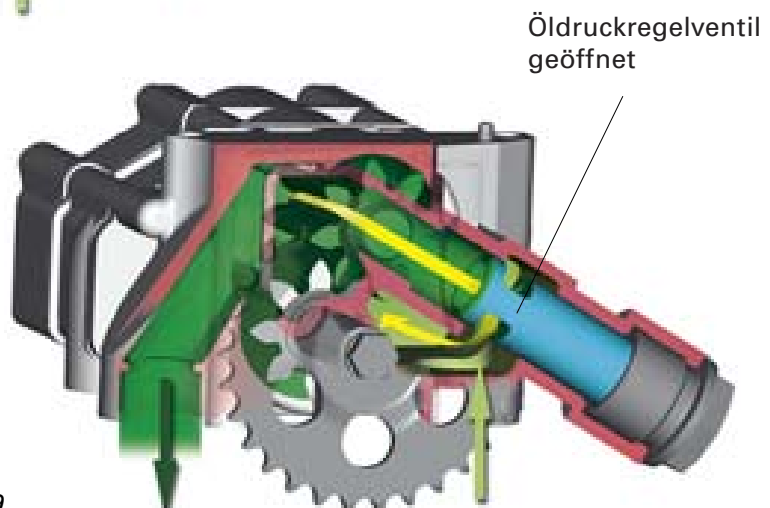
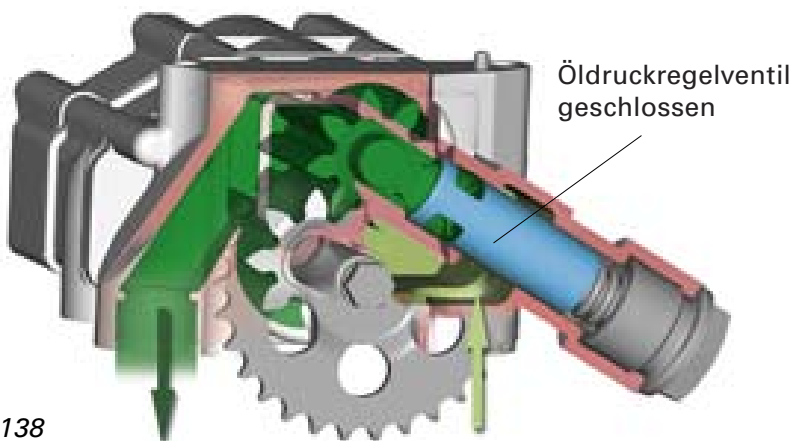
Die vordere Zahnradpumpe dient als Druckölpumpe, während die beiden dahinter liegenden Zahnradpumpen die Absaugölpumpen bilden.

Um die Ölrückförderung zum Öltank sicherzustellen, beträgt das Fördervolumen der Absaugölpumpen das ca. 1,5-fache der Druckölpumpe.

Des Weiteren verfügen die Absaugölpumpen jeweils über eine separate, gezielt positionierte Absaugstelle im Boden der Ölwanne. Die Rückförderung zum Öltank ist somit auch bei hohen Längs- und Querbeschleunigungen gewährleistet.

Druckseitig sind die Absaugölpumpen intern verbunden und fördern über einen gemeinsamen Anschluss zum Öltank.

Das Öldruckregelventil ist in die Ölpumpeneinheit integriert und leitet das auf der Druckseite abgeregelte Öl direkt zurück auf die Saugseite.





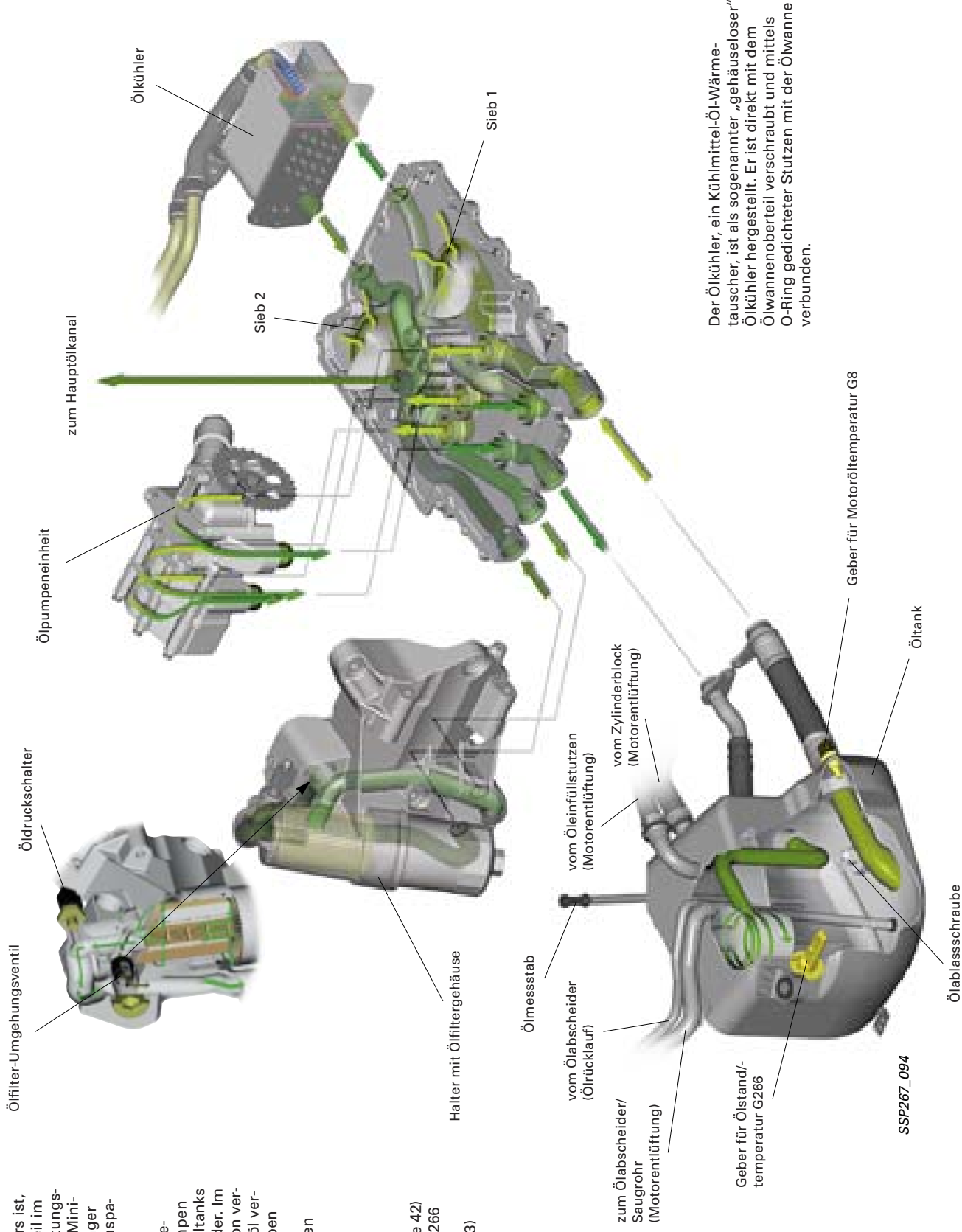
Ölkreislauf im unteren Motorbereich

Besonderheit im Ölkreis des W12-Motors ist, dass die Ölführung zu einem großen Teil im Boden der Ölwanne stattfindet. Der Leitungsumfang reduziert sich dadurch auf ein Minimum. Erhöhte Betriebssicherheit, geringer Bauraum und entsprechende Kosteneinsparung sind die Vorteile.

Zunächst wird das vom Motor zurückfließende Öl von den beiden Absaugölpumpen zum Öltank gefördert. Der Zulauf des Öltanks mündet im integrierten Zyklonabscheider. Im Zyklonabscheider wird das Öl in Rotation versetzt, wodurch sich die mit dem Motoröl vermengten Gase abscheiden und nach oben entweichen. Das Öl fließt zur weiteren Beruhigung über eine Schottwand in den unteren Teil des Öltanks.

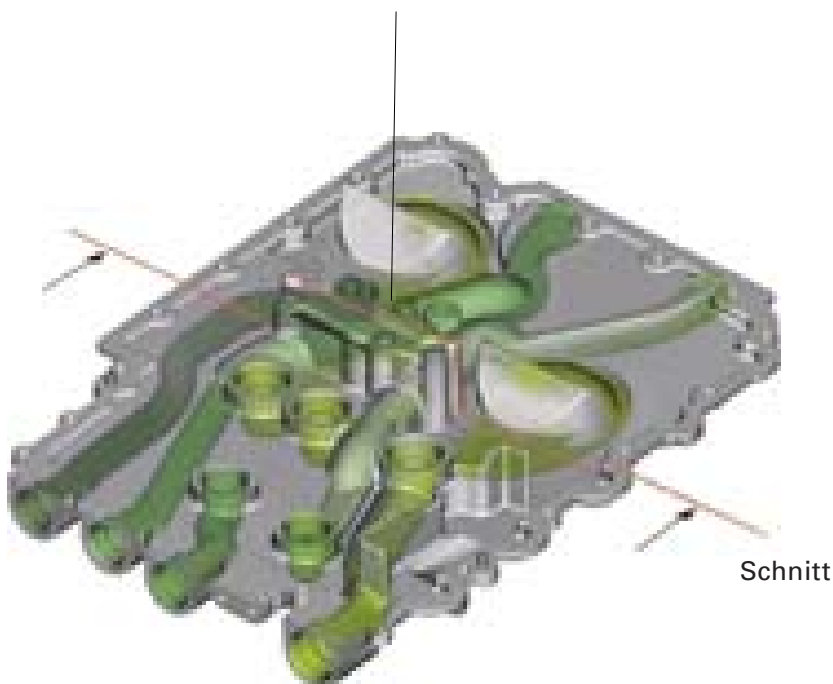
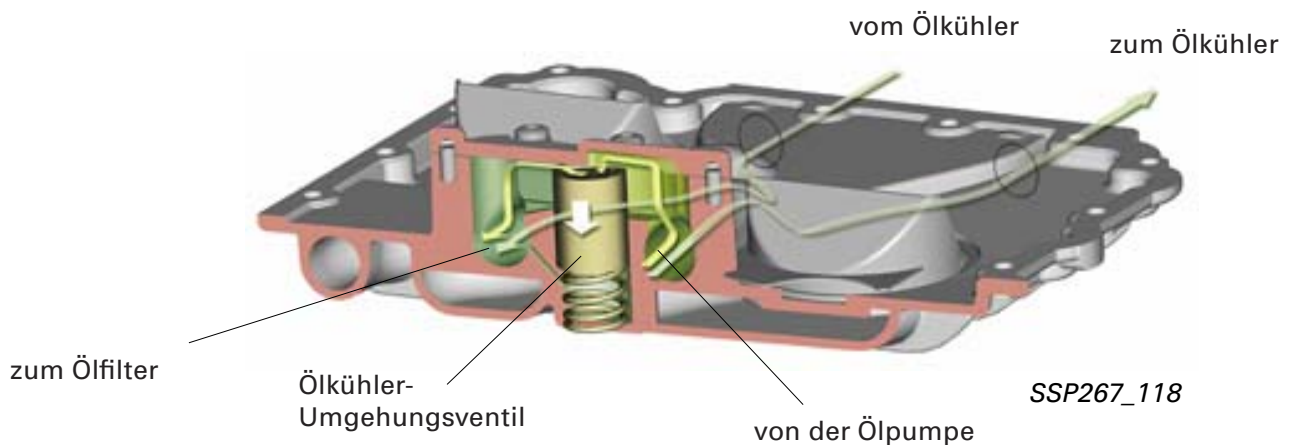
Am Öltank befinden sich

- der Geber für Öltemperatur G8 (näheres im SSP 268 - Teil 2 auf Seite 42)
- der Geber für Ölstand/-temperatur G266 (näheres auf Seite 32)
- der Ölmesstab (näheres auf Seite 33)
- die Motorentlüftung



Der Ölkühler, ein Kühlmittel-Öl-Wärmetauscher, ist als sogenannter „gehäuseloser“ Ölkühler hergestellt. Er ist direkt mit dem Ölwanneoberteil verschraubt und mittels O-Ring gedichteter Stutzen mit der Ölwanne verbunden.

SSP267_094



SSP267_152

Die Druckölpumpe saugt das Öl vom Öltank an und fördert es zum Ölkühler. Parallel zum Ölkühler liegt das Ölkühler-Umgehungsventil. Es öffnet bei zu hohem Differenzdruck zwischen Ölkühlervor- und Ölkühlerrücklauf. Die weitere Ölversorgung ist in diesem Fall sichergestellt.

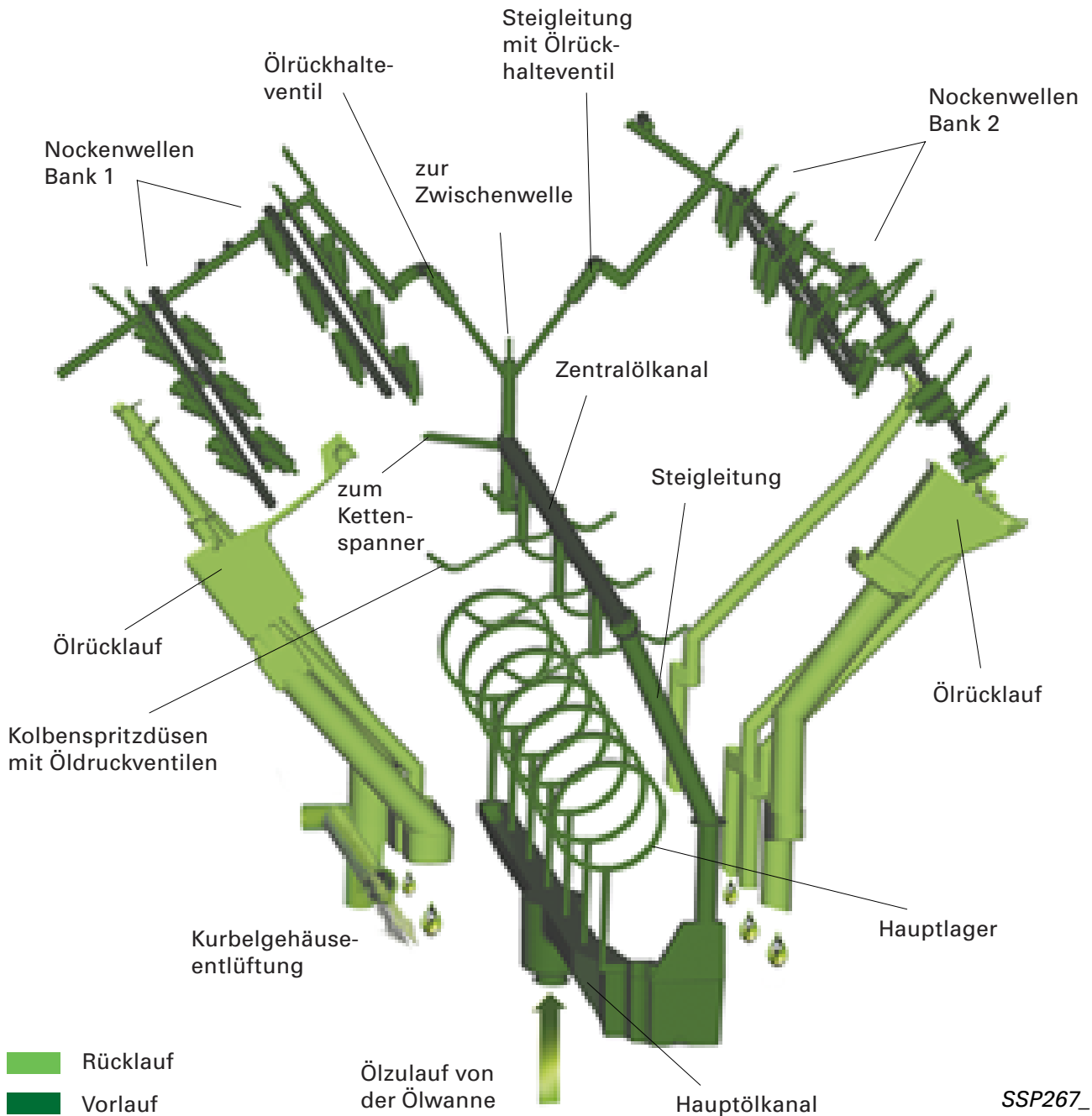
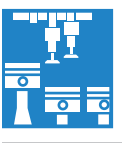
Vom Ölkühler strömt das Öl im Boden der Ölwanne zum Ölfilter. Parallel zum Ölfilter liegt das Ölfilter-Umgehungsventil (Wirkungsweise wie beim Ölkühler-Umgehungsventil).

Gefiltert strömt das Öl wieder zurück in den Boden der Ölwanne. Von dort gelangt es zum Hauptölkanal im Ölwanneoberteil.



Ein zu hoher Differenzdruck wird durch den erhöhten Durchflusswiderstand des Ölkühlers bzw. Ölfilters bei kaltem Motoröl und entsprechend hohen Motordrehzahlen verursacht. Entsprechende Verunreinigungen der Bauteile (Ölfilter, Ölkühler) erhöhen ebenfalls den Durchflusswiderstand.

Ölkreislauf im oberen Motorbereich

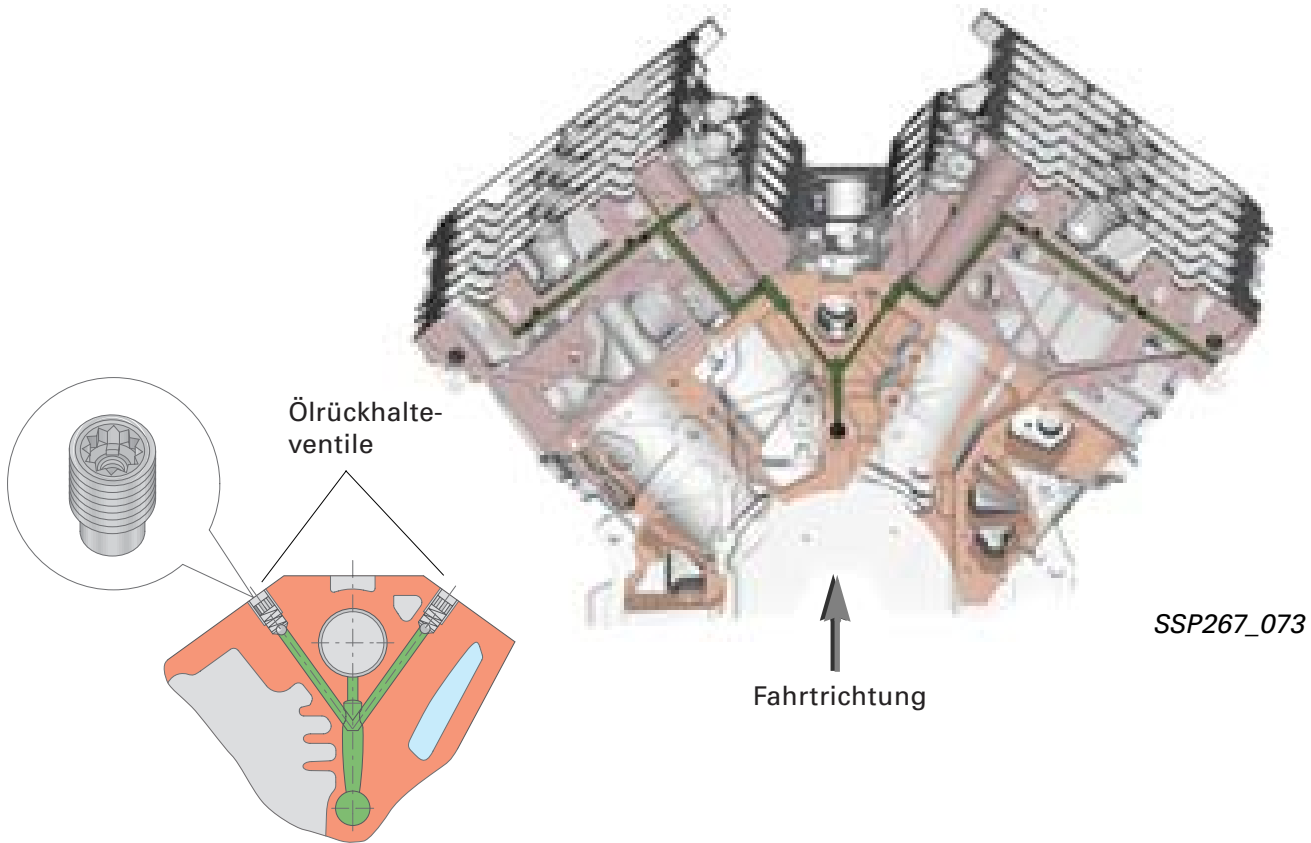


Vom Hauptölkanal werden zum einen die Hauptlager versorgt und über eine stirnseitige Steigleitung der im Innen-V liegende Zentralölkanal mit Drucköl beaufschlagt. Der Zentralölkanal verzweigt auf die Steigleitungen zu den Zylinderköpfen und versorgt

die Kolbenspritzdüsen, die Lagerung der Zwischenwelle sowie den gesamten Steuertrieb.



Ein Großteil des Ölrücklaufs erfolgt über die Kettenkästen (hier nicht gezeichnet).

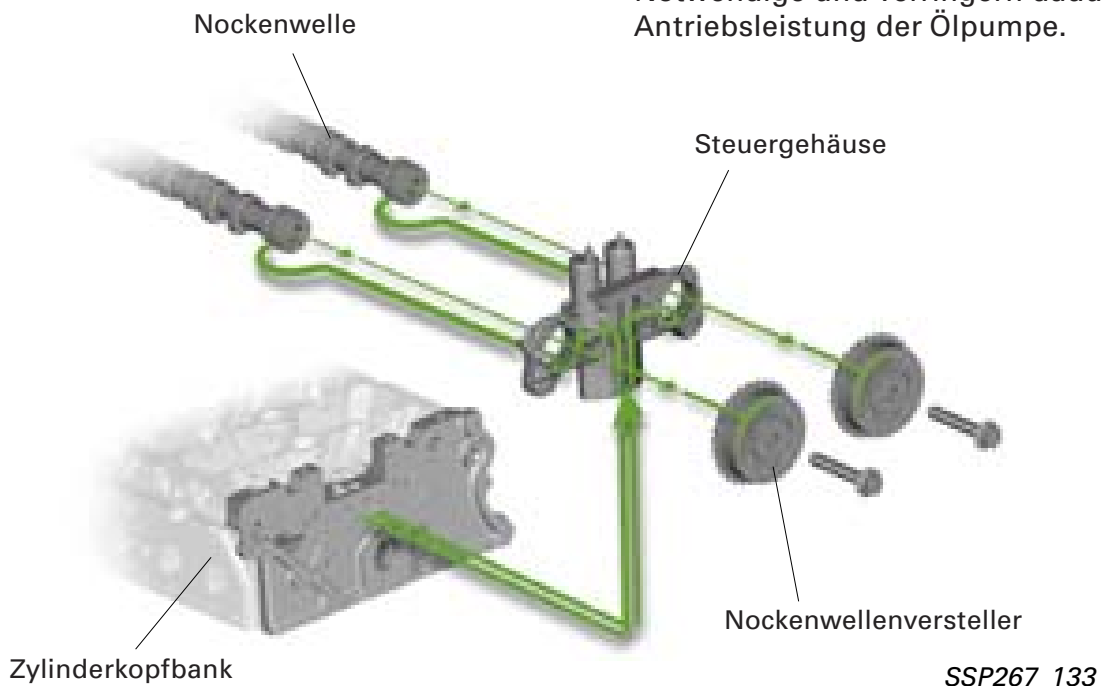


In den Steigleitungen zu den Zylinderköpfen befinden sich die Ölrückhalteventile.

Sie verhindern, dass das Öl nach Abstellen des Motors von den Zylinderköpfen zurück in den Ölsumpf läuft und stellen den raschen Öldruckaufbau in den Zylinderköpfen beim Starten des Motors sicher.

In den Köpfen verzweigt sich der Ölstrom zu den Nockenwellenverstellern und über Drosseln in die Längsgalerien zur Versorgung der Nockenwellenlager und der Hydroelemente.

Bei hohen Drehzahlen gelangt viel Öl in die Zylinderköpfe, das über die Ölrücklaufbohrungen zurück in den Ölsumpf laufen muss. Die Drosseln reduzieren den Ölzufluss auf das Notwendige und verringern dadurch die Antriebsleistung der Ölpumpe.

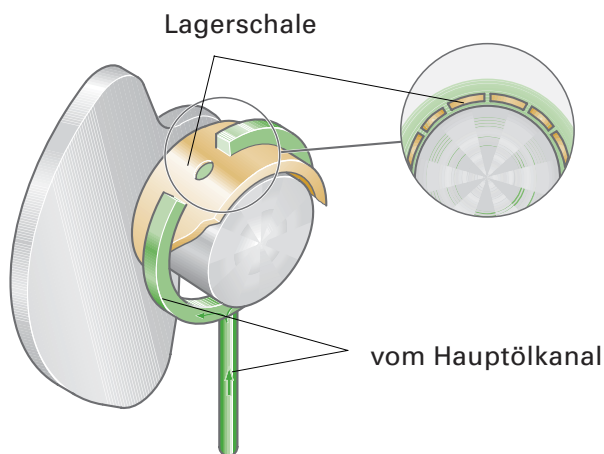
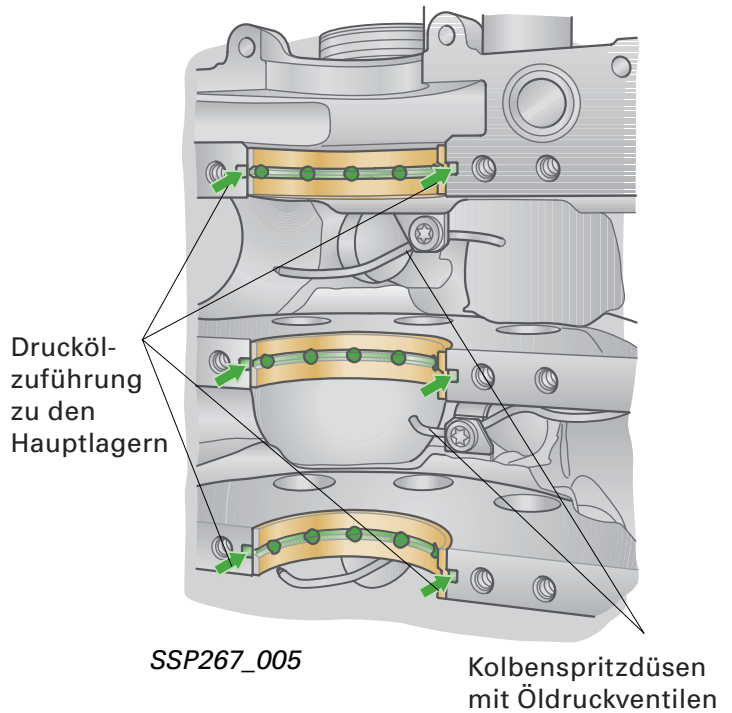


Motor-Mechanik

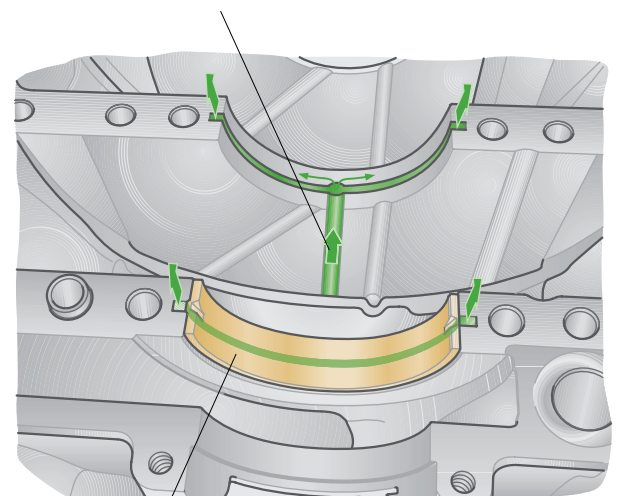
Bemerkenswert am Ölkreislauf ist die Ölversorgung der Pleuellager.

Das Öl gelangt vom Hauptölkanal des Ölwanneoberteils in die Lagertraverse und somit von unten zu den Hauptlagern. Dort tritt es in die Ölnut zwischen unterem Lagerstuhl und unterer Lagerschale. Die Ölnut setzt sich zwischen oberem Lagerstuhl und oberer Lagerschale fort. Im Gegensatz zur unteren Lagerschale hat die obere Lagerschale fünf Bohrungen, aus denen das Öl an die Lauffläche des Lagers gelangt.

Eine Nut in der oberen Lagerschale sorgt für die kontinuierliche Schmierung der Pleuellager.

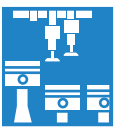


Druckölauführung vom Hauptölkanal



Notizen

Ölstand



Die besondere Bauart der Trockensumpfschmierung erfordert eine entsprechende Vorgehensweise bei der Kontrolle des Ölstands sowie beim Motorölwechsel.

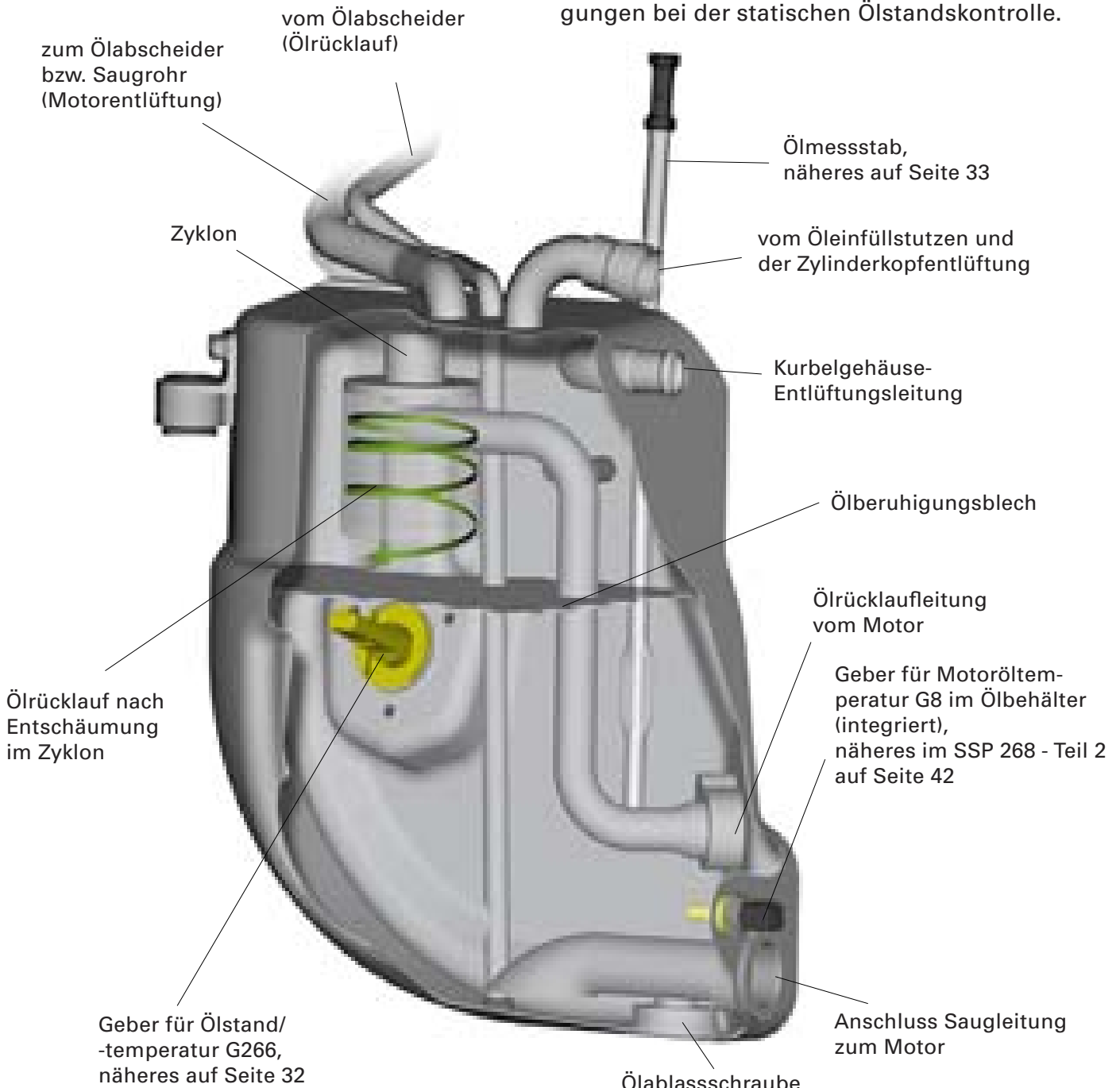
Bei der Trockensumpfschmierung wird der Ölstand nicht wie bei der Nasssumpfschmierung üblich in der Ölwanne ermittelt, sondern im Öltank.

Der Niveaustand im Öltank unterliegt je nach Betriebszustand ...

Motoröltemperatur	kalt - warm
Motordrehzahl	niedrig - hoch
Motor	läuft - steht still

... starken Schwankungen.

Anhand folgender Betriebszustände werden die Zusammenhänge erläutert. Sie verdeutlichen die Wichtigkeit zur Einhaltung der Vorgehensweise und der Prüfbedingungen bei der statischen Ölstandskontrolle.



Motorstillstand

Nach Abstellen des Motors ist das Ölniveau im Öltank im maximalen Bereich. Je nach Öltemperatur (zum Zeitpunkt des Abstellens) und der Zeitdauer zwischen Abstellen und Neustart fließt das Öl auf Grund von Leckagen im Ölkreis zum Teil zurück in die Ölwanne.

Das Ölniveau im Öltank sinkt mit der Zeitspanne zum Neustart soweit, bis ein Niveaugleichgewicht zwischen Öltank und Ölwanne erreicht ist. Der Ölmesstab erreicht dabei den Ölstand nicht mehr.

Nach Motorstart

Das in die Ölwanne zurückgeflossene Öl wird von den beiden Absaugölpumpen rasch in den Öltank zurückgefördert. Das Ölniveau im Öltank steigt schnell an.

Im Leerlauf/bei hohen Drehzahlen

Bei kaltem Motor ist die Verweildauer des Öls im Motor relativ lange, weil das Öl nur langsam zurück zur Ölwanne fließt. Das Ölniveau im Öltank ist dabei entsprechend niedrig. Je wärmer das Öl, desto schneller fließt es zurück zur Ölwanne. Das Ölniveau im Öltank steigt an.

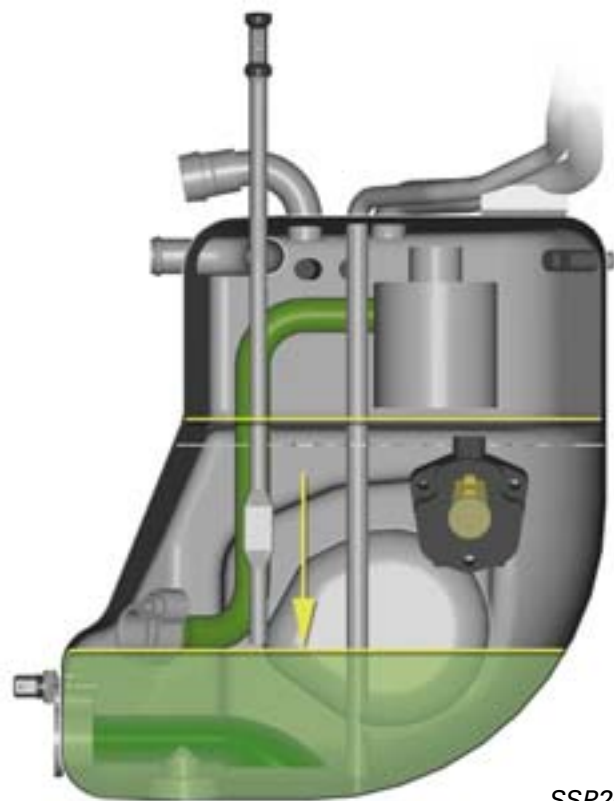
Mit steigender Motordrehzahl erhöht sich ebenfalls die im Motor verbleibende Ölmenge, wodurch der Niveaustand im Öltank sinkt.

Grundsätzlich gilt:

Das Ölniveau im Öltank sinkt mit steigender Motordrehzahl.

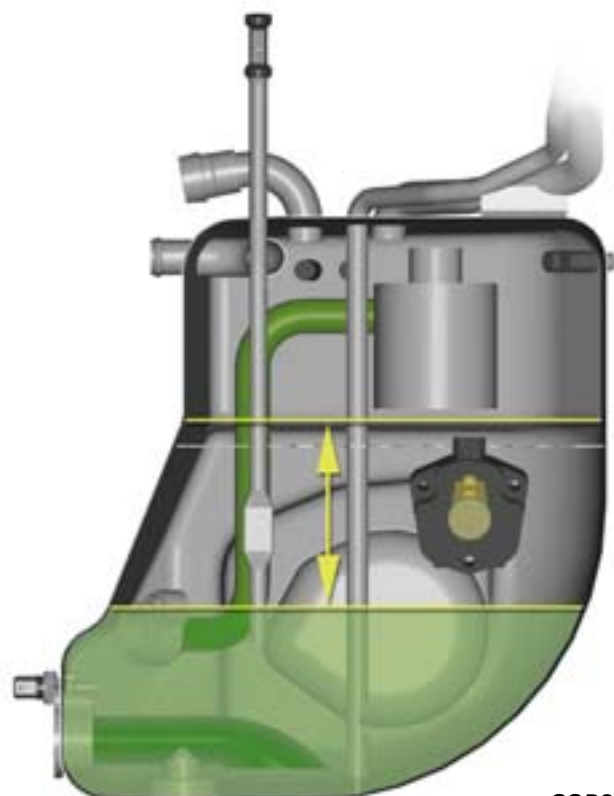
Das Ölniveau im Öltank steigt mit Ansteigen der Öltemperatur.

Minimaler Ölstand bei Motorstillstand



SSP267_135

Wechselnder Ölstand im Fahrbetrieb



SSP267_134



Man unterscheidet zwischen dynamischer und statischer Ölstandskontrolle.

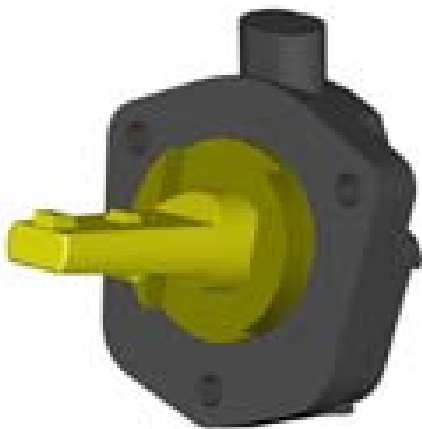
Dynamische Ölstandskontrolle

Der Fahrer ist grundsätzlich nicht gefordert, den Ölstand zu kontrollieren. Der Ölstand wird während der Fahrt mittels dem Geber für Ölstand/-temperatur G266 ermittelt. Bei Unterschreiten des Mindest-Ölstandes erscheint im Fahrer-Informationssystem (FIS) eine Ölstandswarnung.

Bei Aufleuchten der Ölstandswarnung ist spätestens beim nächsten Tankstopp generell 1 Liter Motoröl der vorgeschriebenen Spezifikation nachzufüllen.

Für Ausnahmesituationen, z. B. zur Kontrolle vor einer längeren Fahrt, ist die Vorgehensweise der statischen Ölstandskontrolle in der Betriebsanleitung beschrieben.

! Zu beachten ist, dass das Aufleuchten der Ölstandswarnung zu einem gewissen Maße auch vom Fahrstil des Fahrers abhängt - z. B. frühzeitiges Erscheinen der Ölstandswarnung auf Grund hoher Fahrdynamik.



SSP267_163

Die Beschreibung der Funktionsweise des Gebers für Ölstand/-temperatur G266 finden Sie im SSP 207.

Geber für Ölstand/-temperatur G266

Der Geber ist identisch mit dem seit Einführung des flexiblen Service-Intervalls zum Einsatz gekommenen Gebers.

Die prinzipielle Auswertung und Weiterverarbeitung des G266-Signals erfolgt in der bisherigen Weise im Kombi-Prozessor J218 des Schalttafeleinsatzes.

Entsprechend der Parameter Motoröltemperatur, Motordrehzahl und Zeitfaktor erfolgt eine statistische Auswertung des Sensorsignals und daraus die Ansteuerung der Ölstandswarnung.

Die starken Schwankungen des Ölniveaus im Öltank sowie die nahezu waagerechte Einbaulage des G266 erforderte eine entsprechende Anpassung der statistischen Auswertung.

So ist der G266 bei bestimmten Betriebsbedingungen entweder voll umspült oder nicht umspült.

Die leicht schräge Positionierung des G266 ermöglicht eine Auswertung im teilumspülten Zustand.

Mit Hilfe der statistischen Auswertung wird fortlaufend ein dynamischer Mittelwert (Ölstand) gebildet. Die Ölstandswarnung erfolgt alle 100 km durch einen SOLL-IST-Vergleich zwischen der vorgegebenen Warnschwelle (Soll-Ölstand) und dem dynamischen Mittelwert (Ist-Ölstand).

! Durch Öffnen der Motorhaube (> 30 s) wird eine Ölstandswarnung zurückgesetzt. Wird kein Motoröl nachgefüllt (Ölstand immer noch zu gering), erfolgt die erneute Ölstandswarnung frühestens nach 100 km.

Statische Ölstandskontrolle

Um Fehlmessungen zu vermeiden, ist die statische Kontrolle des Ölstands vornehmlich für das autorisierte Service-Personal bestimmt. Sie erfolgt über einen in den Öltank ragenden Ölmesstab.

Vorgehensweise/Prüfvoraussetzungen:

- Fahrzeug waagrecht stellen
- Betriebswarmer Motor, Öltemperatur mindestens 80 °C (mit Diagnosetester kontrollieren, Funktion 08, Anzeigegruppe 134, Anzeigefeld 1)
- Motor vor der Ölstandskontrolle mindestens 2 Minuten im Leerlauf laufen lassen
- Motor abstellen
- Jetzt Ölstandskontrolle innerhalb von 2 Minuten nach Abstellen des Motors durchführen.

Es sind 2 unterschiedliche Ölmesstäbe im Einsatz.

1. Variante:

Der Ölmesstab besitzt 11 Kerben.

Ölstand MIN bei der 5. Kerbe

Ölstand MAX bei der 8. Kerbe

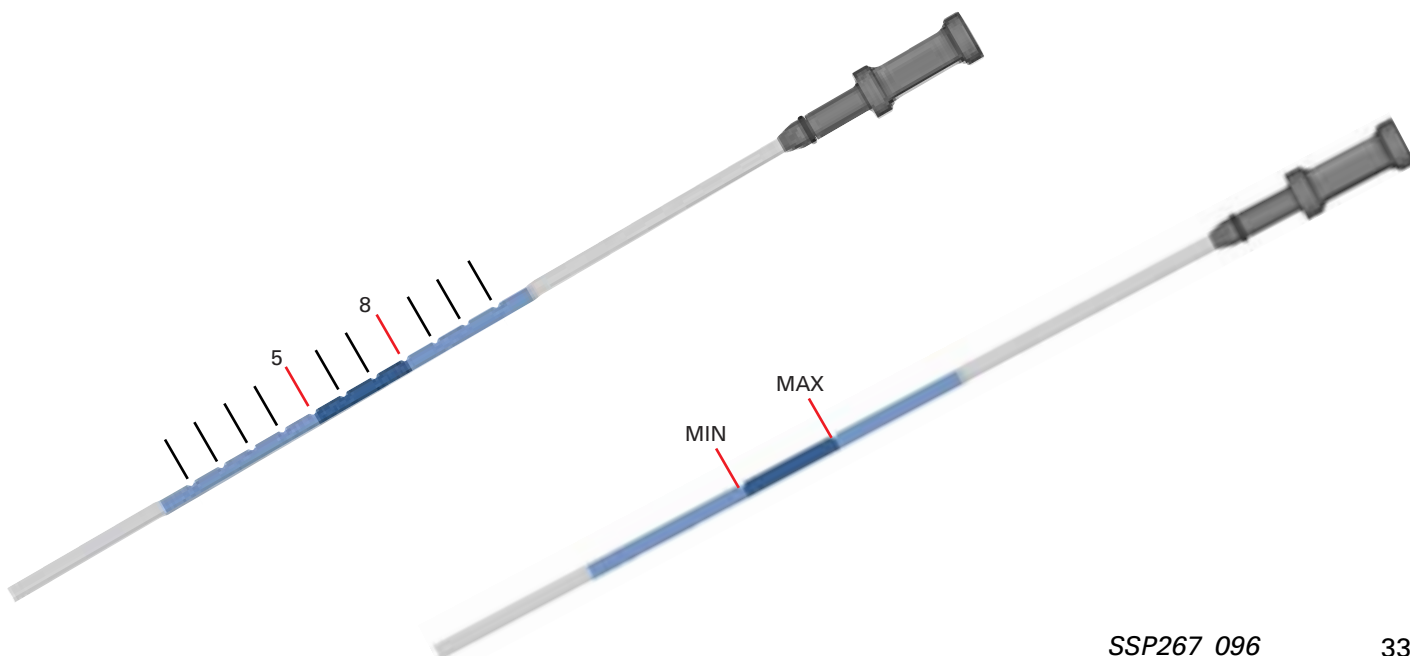
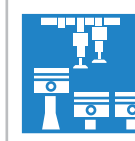
Ein Teilfeld entspricht ca. 0,3 Liter

2. Variante:

Der Ölmesstab besitzt eine MIN- und eine MAX-Markierung. Die Differenz zwischen MIN und MAX entspricht ca. 1 Liter

Motorölwechsel

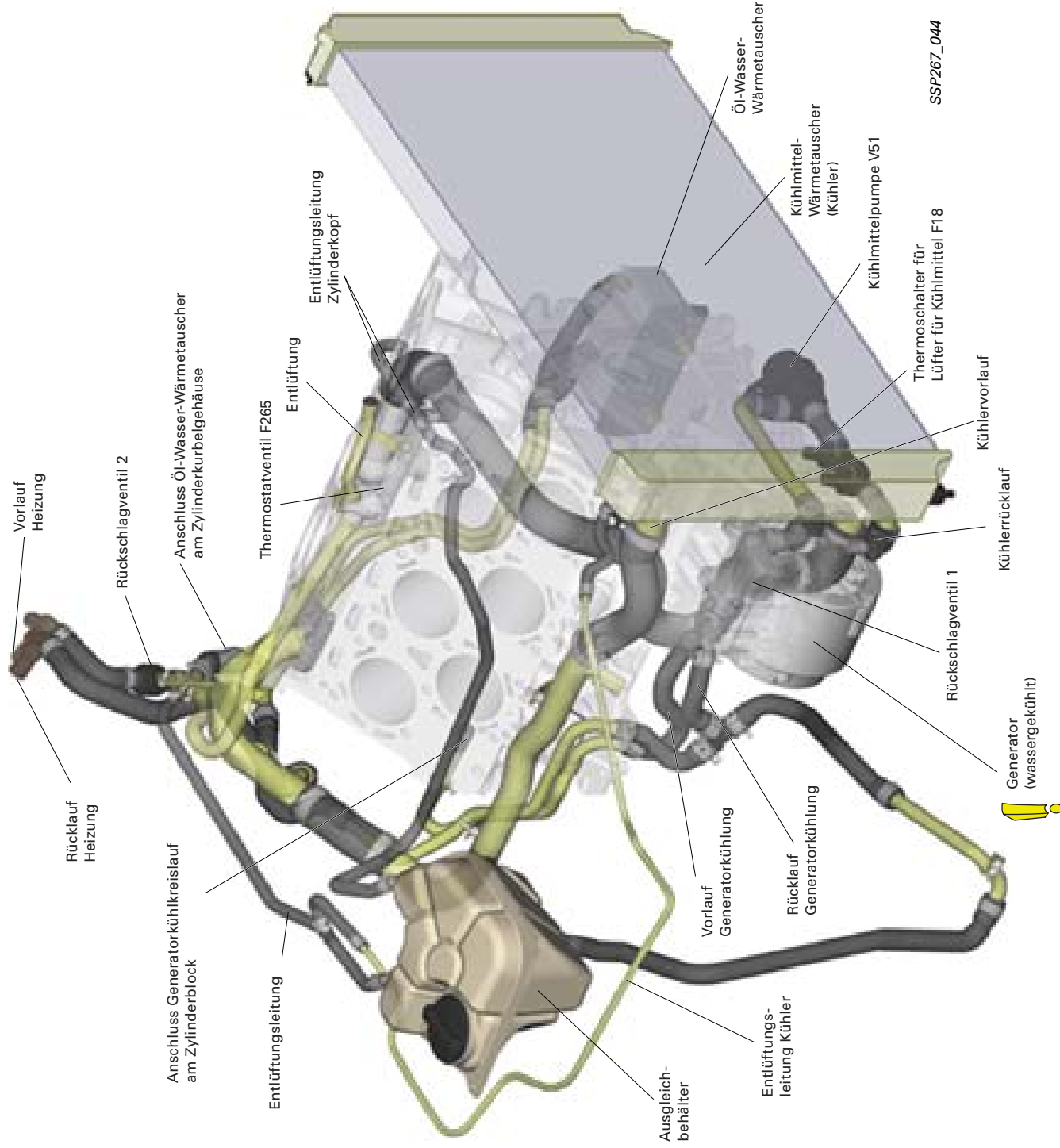
Die Besonderheiten zum Motorölwechsel sind im Kapitel „Service“ im SSP 268 - Teil 2 ab Seite 49 beschrieben.



Kühlsystem

Systemübersicht

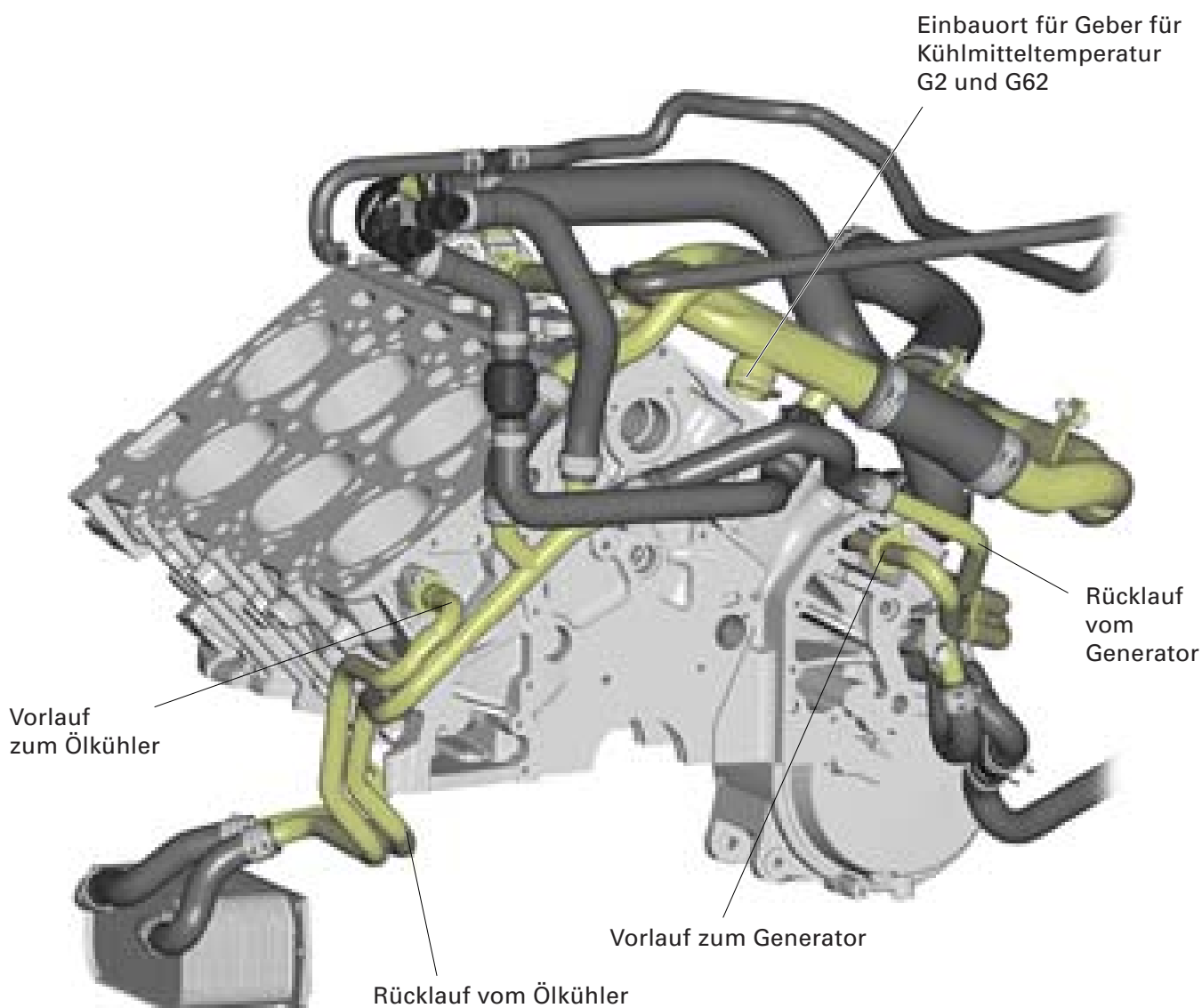
Auf Grund der kompakten Bauweise des W12-Motors sowie der komprimierten Einbauverhältnisse im Audi A8 galt der Motorkühlung eine besondere Aufmerksamkeit.



SSP267_044

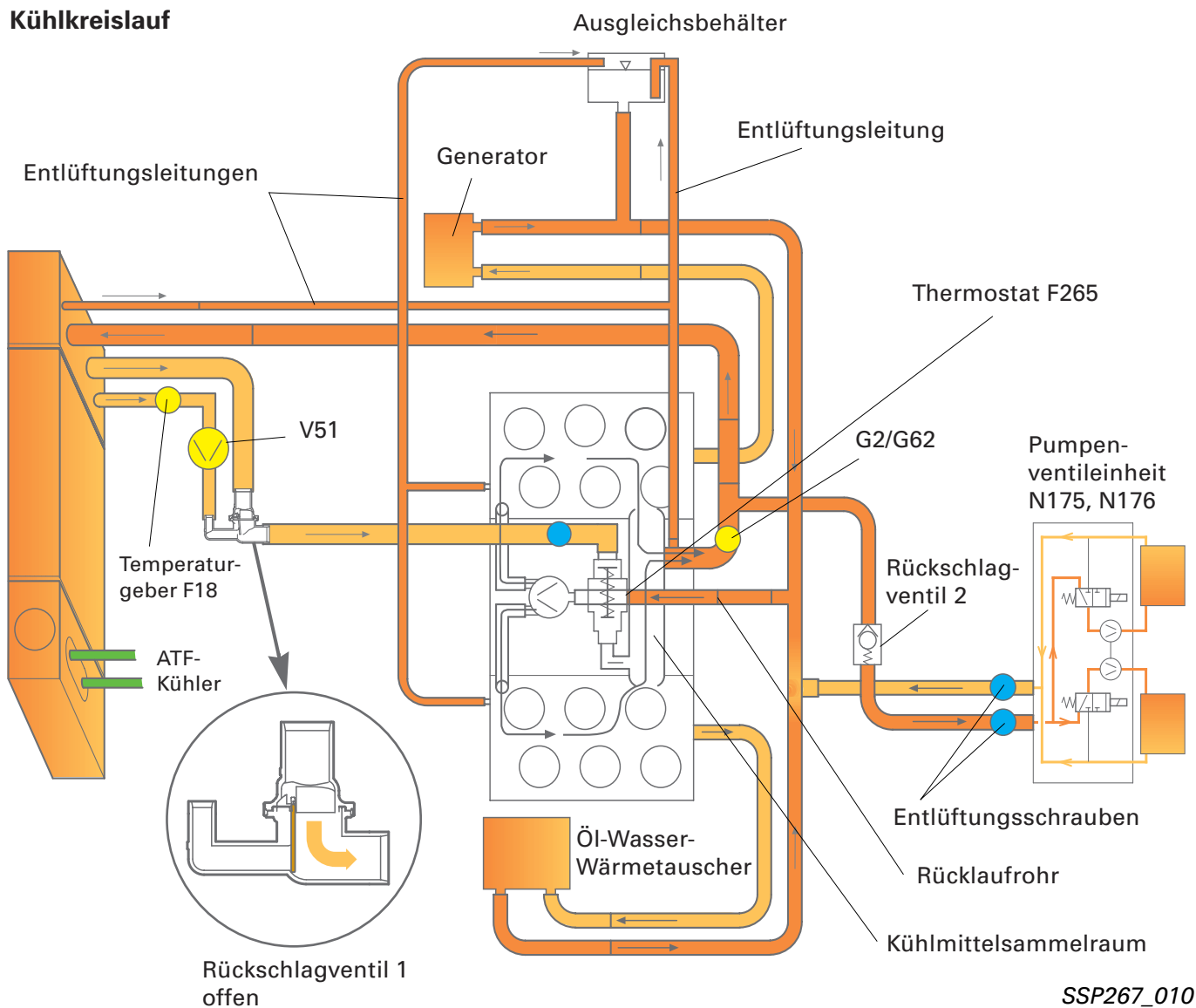
Das Kühlsystem des Audi A8 mit W12-Motor besteht aus folgenden Komponenten:

- mechanisch vom Poly-V-Riemen angetriebene Wasserpumpe im Zylinderkurbelgehäuse
- elektrische Kühlmittelpumpe V51, kennfeldgesteuert zur Unterstützung der mechanischen Wasserpumpe sowie für den Kühlnachlauf
- elektronisch geregeltes Kühlsystem (kennfeldgesteuerter Kühlmittelthermostat)
- kennfeldgesteuerter Hydrolüfter und 300 W-Ektrolüfter
- kennfeldgesteuerter Kühlnachlauf
- wassergekühlter Generator (näheres dazu siehe SSP 268 - Teil 2 ab Seite 4)



SSP267_142

Kühlkreislauf



SSP267_010

Die Wasserpumpe pumpt das Kühlmittel durch je einen Spiralarm zu den beiden Zylinderbänken. Dort wird der Kühlmittelstrom von einer Rippe in zwei Teilströme aufgeteilt, welche die Zylinderbank einlass- und auslassseitig längs durchströmen. Leitrippen sorgen für eine gleichmäßige Umspülung aller Zylinder.

Von der Rückseite des Zylinderkurbelgehäuses wird je Zylinderbank ein Teil des Kühlmittelstroms zur Kühlung des Generators (aus Zylinderbank 1) und zum Ölkühler (aus Zylinderbank 2) entnommen.

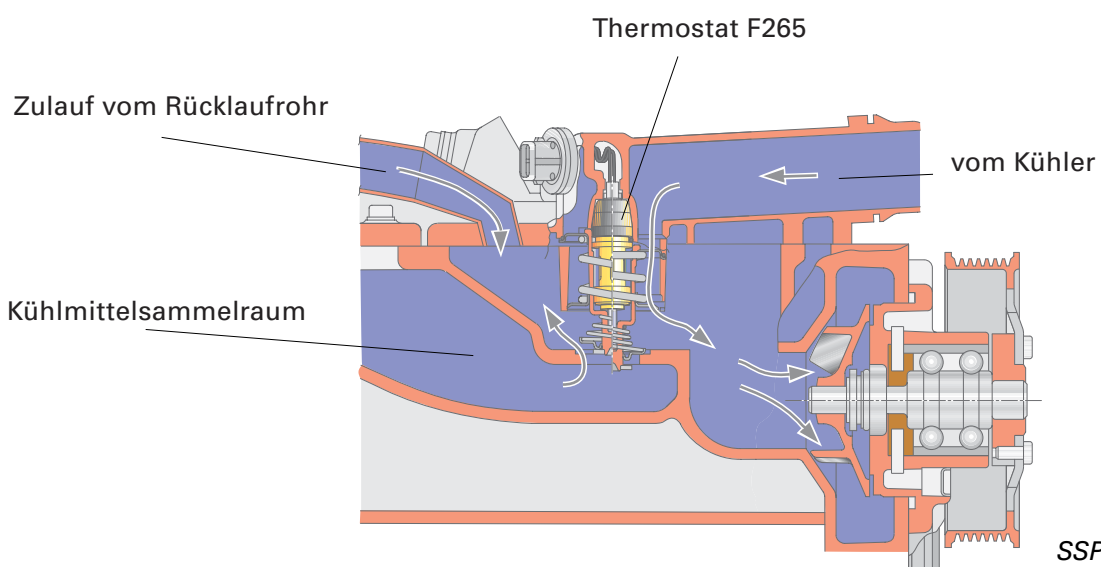
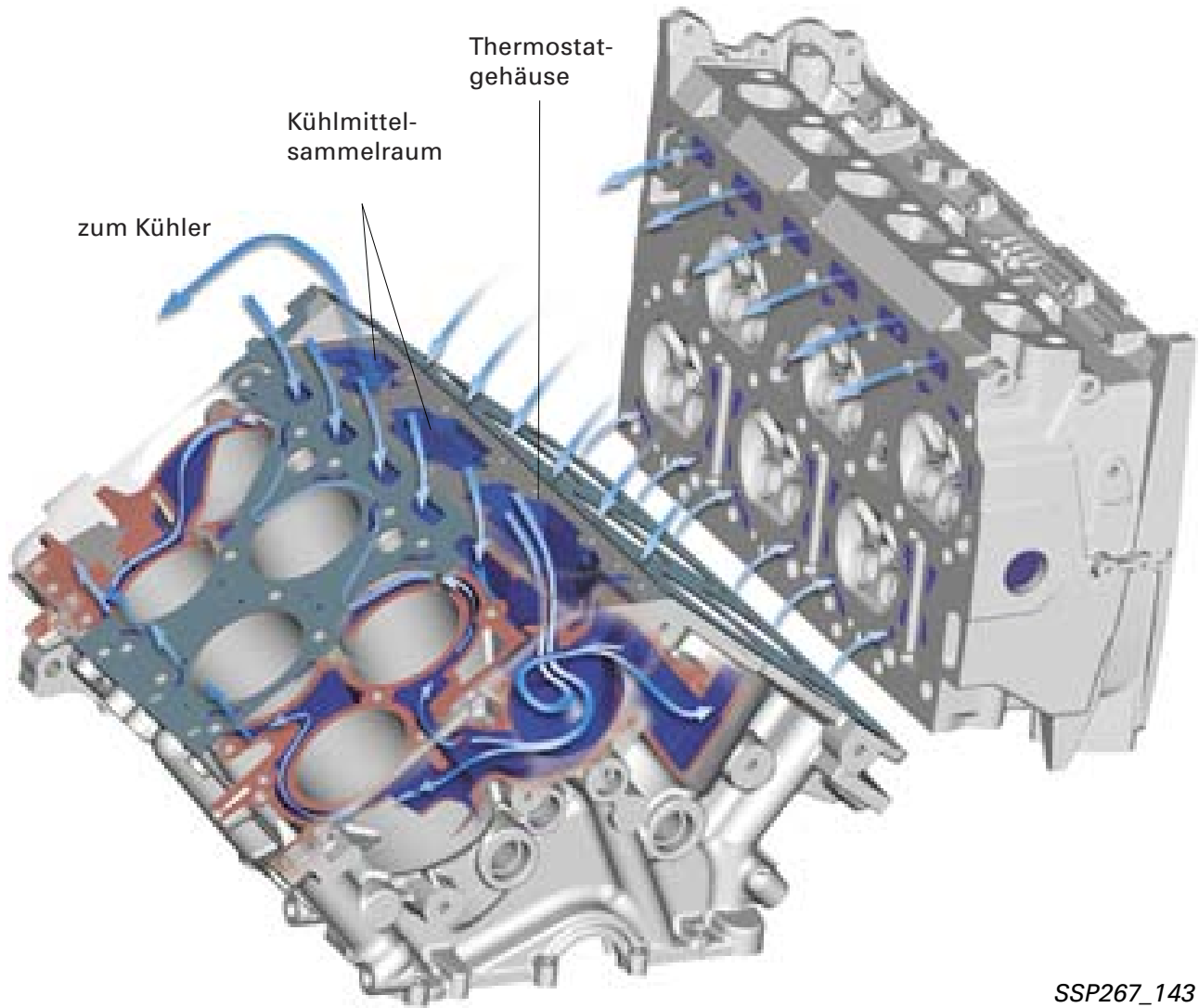
Der Großteil des Kühlmittels strömt auslassseitig durch kalibrierte Bohrungen in die Zylinderköpfe und durchströmt diese quer zur Einlassseite hin.

Der 2. Teilstrom strömt einlassseitig in den Zylinderkopf.

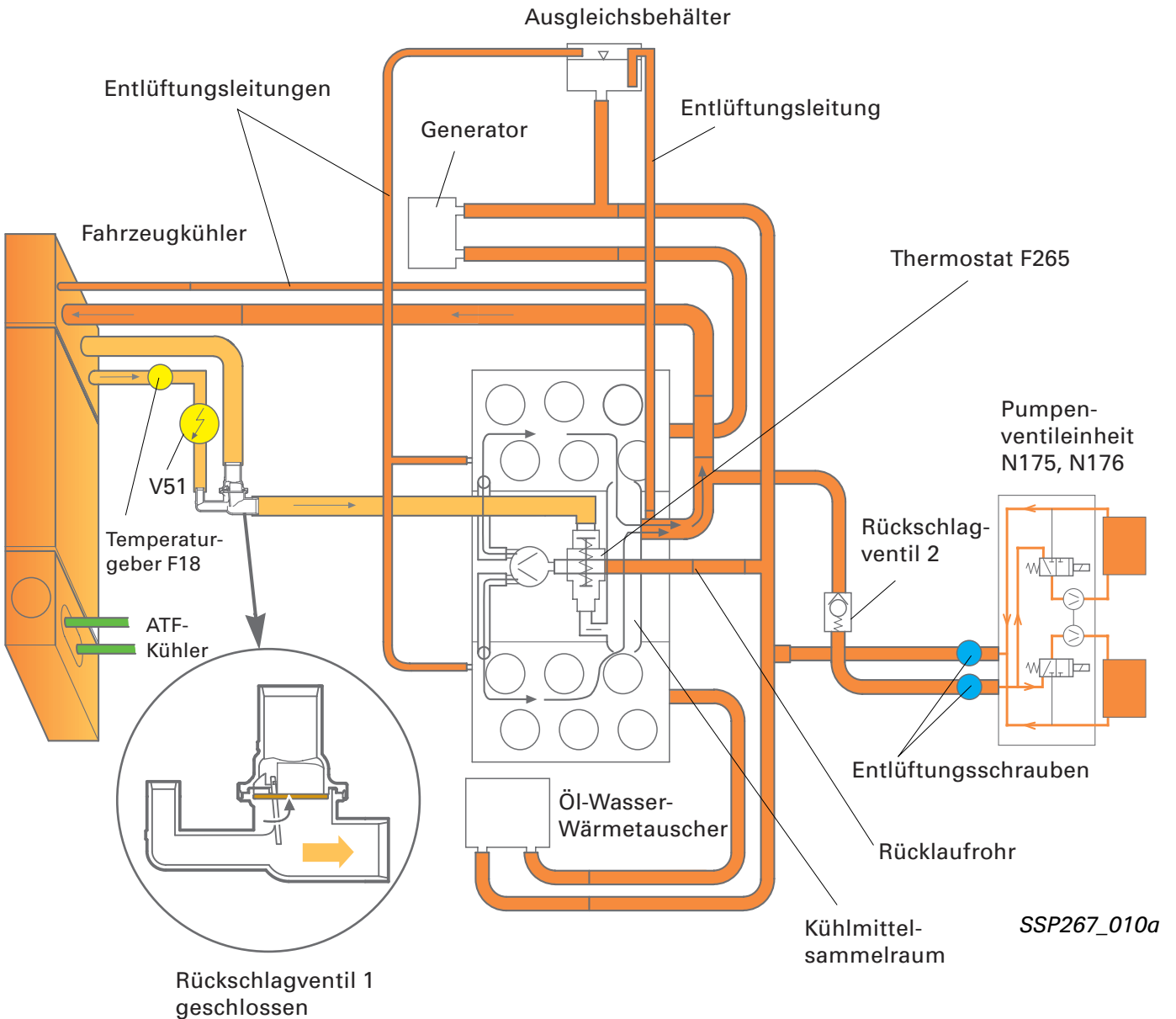
Im Innen-V des Zylinderblocks befindet sich ein Kühlmittel-Sammelraum, in den das Kühlmittel beider Zylinderköpfe einströmt.

Von dort aus strömt es im großen Kühlkreislauf zum Kühler oder im kleinen Kühlkreislauf direkt zum Thermostatgehäuse und zurück zur Wasserpumpe.

Im kleinen Kühlkreis sind neben den beiden Heizungswärmetauschern der Generator sowie der Ölkühler integriert. Über das gemeinsame Rücklaufrohr erfolgt der stetige Rückfluss zur Wasserpumpe.



Kühlmittelpumpe V51



Um bei dauerndem Kurzstreckenbetrieb (Einschalttemperatur für Kühlmittelpumpe wird nicht erreicht) ein Festwerden der Kühlmittelpumpe V51 zu verhindern, wird sie nach jedem Start mit Motortemperatur < 70 °C für ca. 5 Sekunden angesteuert.

Eine blockierte Kühlmittelpumpe V51 wird von der Eigendiagnose nicht erkannt.

Im großen Kühlkreis befindet sich parallel im Rücklauf vom Kühler die elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe V51.

Die Kühlmittelpumpe V51 erfüllt zwei Aufgaben:

1. Bei niedrigen Motordrehzahlen unterstützt die Kühlmittelpumpe V51 die mechanisch angetriebene Kühlmittelpumpe und stellt die ausreichende Zirkulation des Kühlmittels sicher.
Angesteuert wird die V51 über das Relais für Kühlmittelpumpe J496 vom Motorsteuergerät 1 J623.
Die bedarfsgerechte Zuschaltung der Kühlmittelpumpe V51 erfolgt kennfeldgesteuert.
Die Parameter hierzu sind die Motordrehzahl und die Kühlmitteltemperatur vom Geber für Kühlmitteltemperatur G62.

Die Schaltbedingungen:

Zuschalten: $< 840 \text{ 1/min}$ und $> 108 \text{ °C}$
Abschalten: $> 3000 \text{ 1/min}$ oder $< 106 \text{ °C}$

2. Zirkulation des Kühlmittels während des Kühlnachlaufes (näheres hierzu finden Sie im SSP 268 - Teil 2 unter Kühlnachlauf ab Seite 10)

Weitere Bauteile im Kühlkreislauf

Das Rückschlagventil 1 hat die Aufgabe, bei eingeschalteter Kühlmittelpumpe V51 ein Rückströmen des Kühlmittels zum Kühler zu verhindern.

Das Rückschlagventil 2 im Zulauf zu den Heizungswärmetauschern hat die Aufgabe, während des Kühlnachlaufs den Kühlmittelstrom durch die Heizungswärmetauscher zu verhindern.

Zweckbeschreibung:

Zur Erklärung der Notwendigkeit des Rückschlagventils 2 betrachten wir zunächst den Kreislauf so, als wäre das Rückschlagventil 2 nicht vorhanden, anhand folgender Situation:

Wird bei hoher Außentemperatur der betriebswarme Motor kurzzeitig abgestellt, z. B. beim Betanken nach einer Autobahnfahrt, beginnt der Kühlnachlauf.
Die Kühlmittelpumpe V51 pumpt das Kühlmittel über das offene Thermostat und die mechanische Wasserpumpe in den Kühlmantel des Motors. Anschließend fließt das Kühlmittel vom Kühlmittel-Sammelraum aus zurück zum Kühler.

Ebenso drückt das Kühlmittel über das permanent offene Rücklaufrohr und dem Heizungsrücklauf zur Pumpenventileinheit der Klimaanlage (entgegengesetzt zum Motorlauf).

Da die Ventile für Heizungsregelung N175 und N176 der Pumpenventileinheit stromlos offen sind, würden jetzt die Heizungswärmetauscher durchströmt und aufgeheizt, "wenn kein Rückschlagventil verbaut wäre" (**denn über den Heizungsvorlauf wäre der Kreislauf zum Kühler geschlossen**).

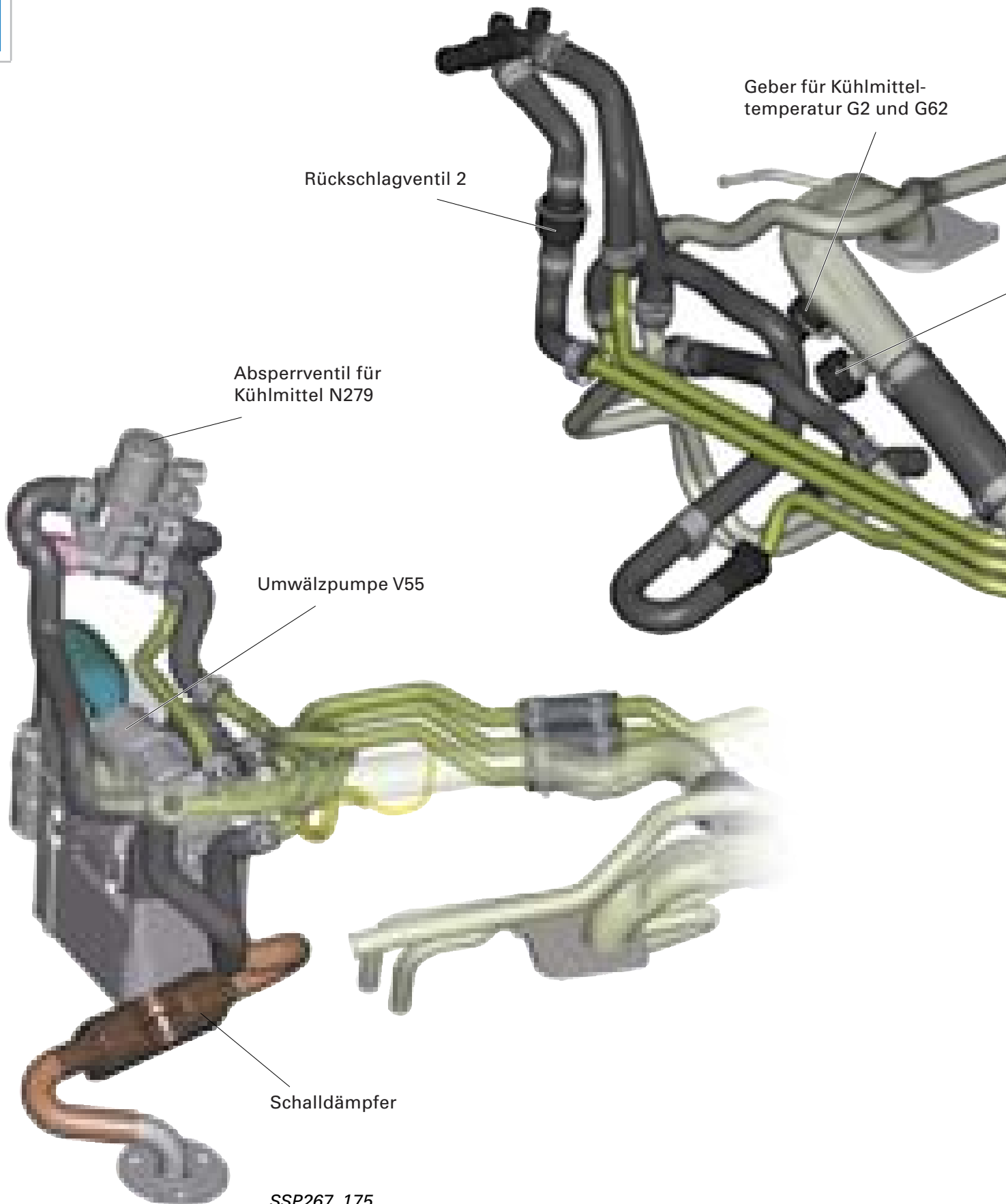
Die Konstellation, heiße Heizungswärmetauscher mit dem nebenstehenden, kalten und feuchten Verdampfer würde zu einer enormen Feuchtigkeitsanreicherung der Luft im Klimagerät führen. Bei erneutem Start (Gebläse läuft an) wäre ein übermäßiges Beschlagen der (kühlen) Windschutzscheibe die Folge, **was letztendlich durch das Rückschlagventil 2 verhindert wird**.

Ein defektes Rückschlagventil 2 zeigt sich auch durch eine überhöhte Ausblastemperatur bei erneutem Start nach kurzer Standzeit (wie bei der vorig beschriebenen Situation).

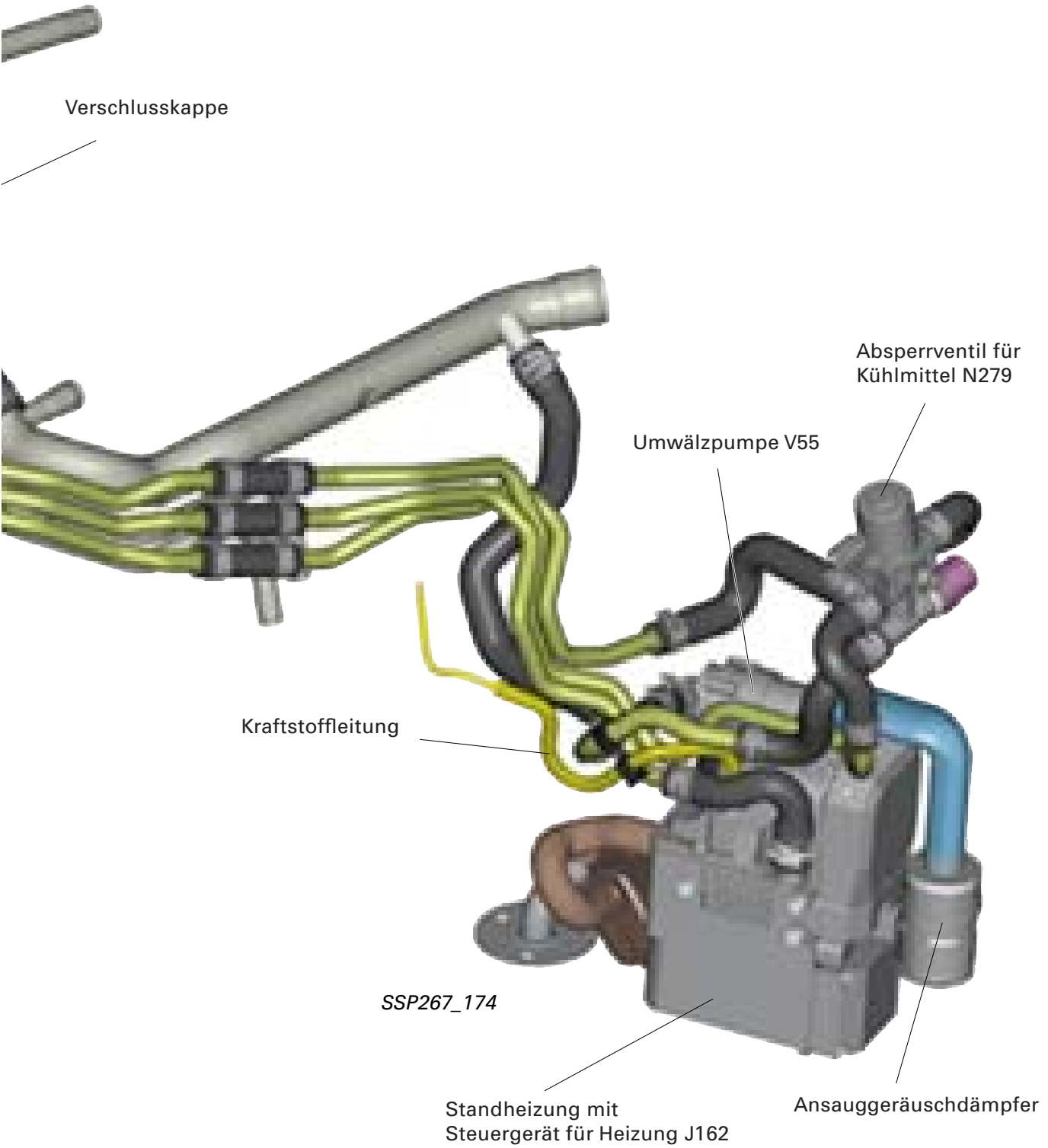


Motor-Mechanik

Systemübersicht mit Standheizung



SSP267_175



Besonderheiten mit Standheizung

Besonderheit beim Audi A8 W12 mit Standheizung ist die Aufteilung des Heizkreislaufes in einen „kleinen und großen Heizkreislauf“.

Mittels Absperrventil N279 wird bei stehendem Motor und Standheizbetrieb der sogenannte „kleine Heizkreislauf“ geschaltet (bis ein definierter Temperaturwert in der Standheizung erreicht ist).

Im kleinen Heizkreislauf wird das Kühlmittel, welches über die Pumpenventileinheit die Wärmetauscher des Klimagerätes verlässt, direkt von der Umwälzpumpe V55 (Standheizung) angesaugt. Dies führt zu einer raschen Erwärmung des Fahrzeuginnenraumes. Der Motor wird zunächst nicht erwärmt.

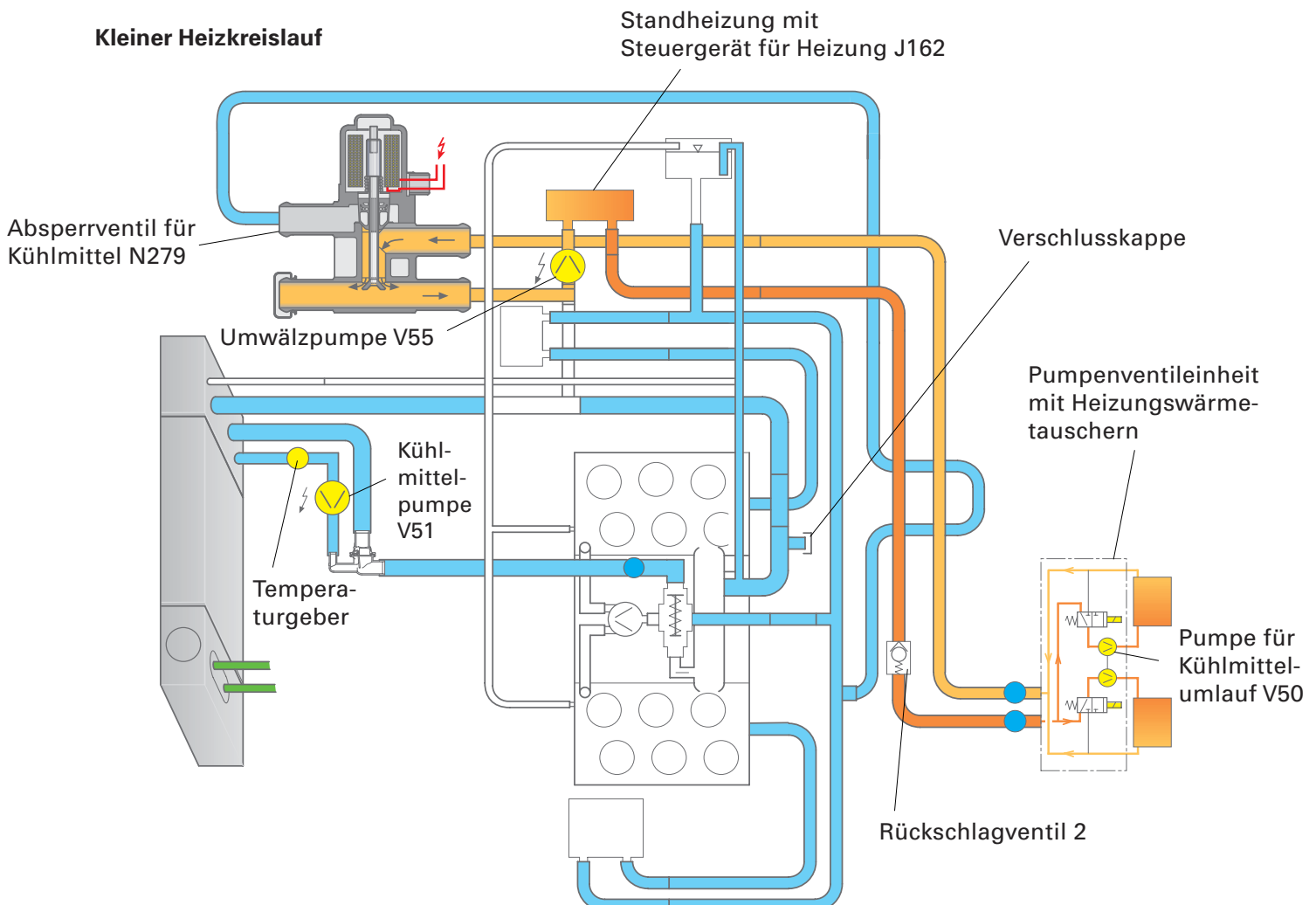
Abhängig von der Kühlmitteltemperatur in der Standheizung (interner Temperaturegeber

im Steuergerät für Heizung J162) wird mittels N279 der große Heizkreislauf geschaltet. Im großen Heizkreislauf saugt die V55 das Kühlmittel vom kleinen Kühlkreis des Motors an, wodurch auch der Motor erwärmt wird.

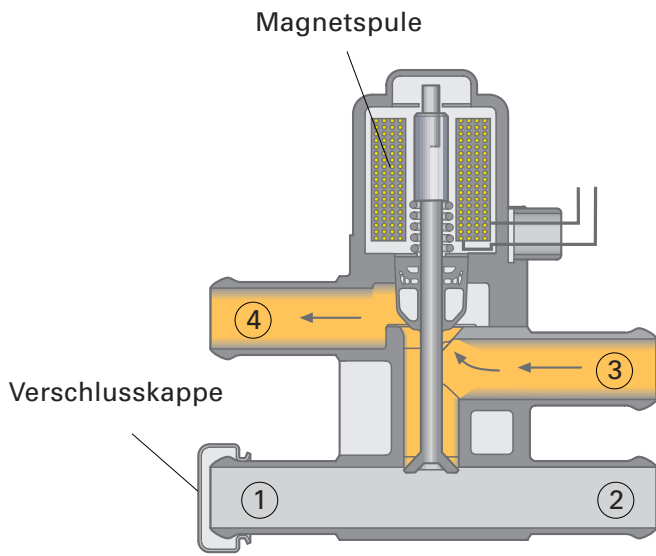
Damit das Umschalten vom kleinen Heizkreislauf zum großen Heizkreislauf zu keinem Einbruch der Heizleistung führt, wird das N279 ab einer definierten Temperatur in der Standheizung getaktet angesteuert.

Eine gleichmäßige Wärmeverteilung und Aufheizung des Fahrzeuginnenraumes und des Motors ist somit gewährleistet.

Beachten Sie die besonderen Hinweise zum Befüllen/Entlüften des Kühlkreises mit Standheizung im Reparaturleitfaden Stand-/Zusatzheizung.

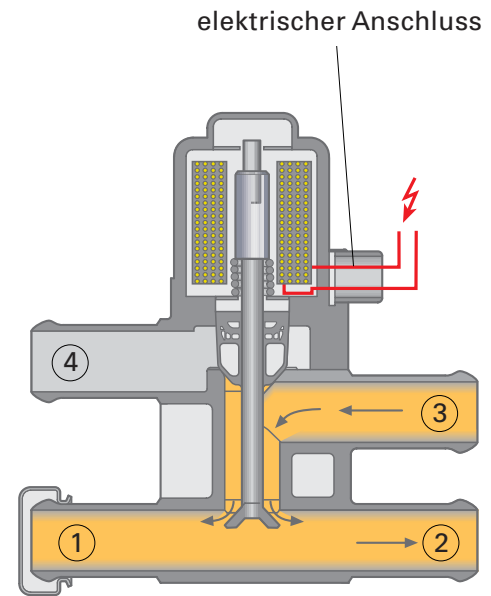


Absperrventil N279



Ventilstellung für großen Heizkreislauf

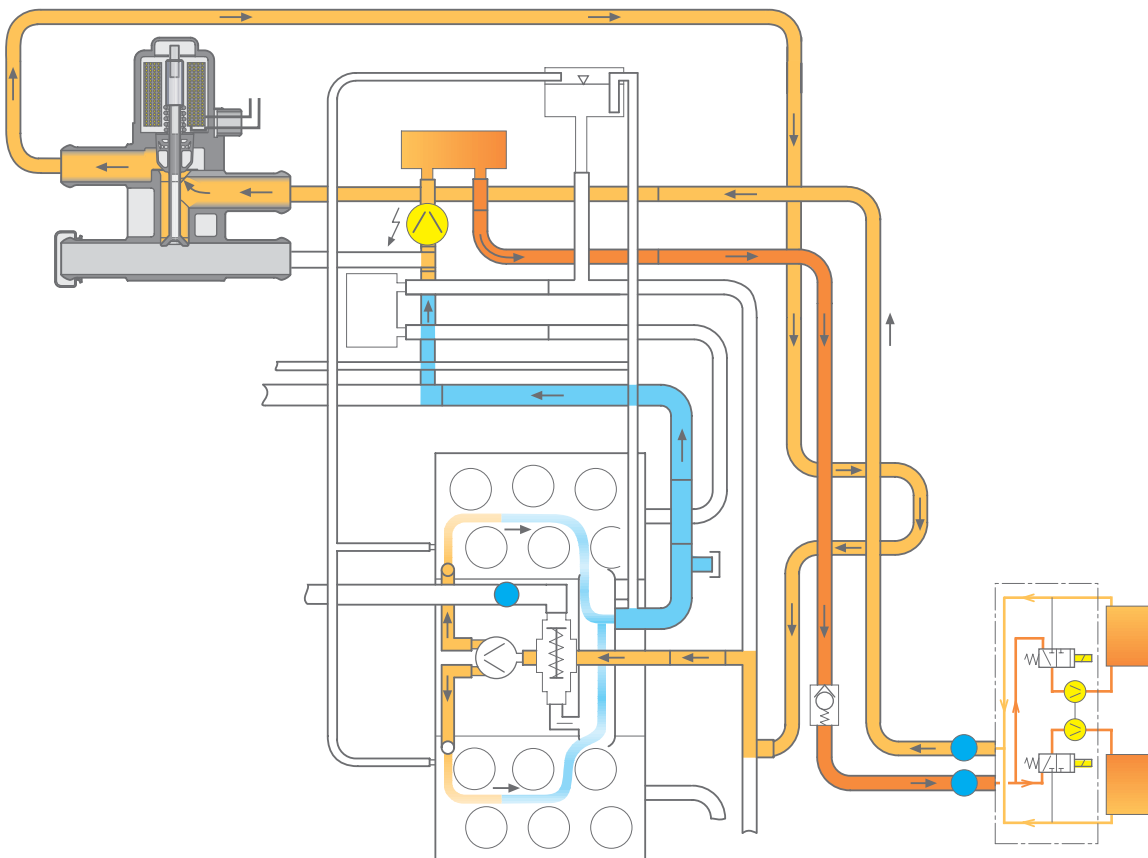
SSP267_171



Ventilstellung für kleinen Heizkreislauf

SSP267_172

Großer Heizkreislauf



SSP267_170



Die Steuerung des Absperrventils N279

Das Absperrventil N279 wird vom Steuergerät für Absperrventil J541 angesteuert.

Das Steuergerät J541 verarbeitet dazu Informationen vom Steuergerät für Standheizung J162, vom Kombi-Prozessor im Schalttafelein-satz J218 und das D+ - Signal vom Generator.

Zusatzfunktionen des J541

- Ansteuerung der Umwälzpumpe V55 bei Heizleistungsanforderung ohne Standheizung

Läuft der Motor und ist die vom Schalttafel-einsatz an das J541 übermittelte Kühlmitteltemperatur kleiner als ca. 80 °C, schaltet das J541 Masse zum Pin 3 am Steuergerät für Standheizung J162, woraufhin die Umwälzpumpe der Standheizung V55 eingeschaltet wird. Die V55 unterstützt dabei die Förderleistung der V50 (in der Pumpenventil-einheit) und somit den Kühlmittelaustausch in den Heizungswärmetauschern des Klima-gerätes. Eine bessere Heizleistung ist das Resultat.

- Ansteuerung der Bedienungs- und Anzeigeeinheit für Klimaanlage E87 bei Standheizbetrieb, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Standheizung > 30 °C beträgt.
- Ansteuerung der Bedienungs- und Anzeigeeinheit für Klimaanlage E87 im Betriebszustand Standlüften



Zu beachten ist, dass die Standheizung für die Funktion des „kleinen Kühlkreislaufes“ codiert sein muss. Siehe Reparaturleitfaden Stand-/Zusatzheizung.

Legende/Pinbelegung J541

Pin 1	Eingang Datentelegramm vom J162 Information über den Betriebszustand der Standheizung (Start, Voll-, Teillast, Regelpause, Nachlauf, Standlüften, Störung und Stellgliedtest)
	Eingang Datentelegramm vom J162 Information über die Temperatur in der Standheizung
Pin 2	Ausgang zur Ansteuerung des N279
Pin 3	Signal D+ vom Generator Information, ob der Motor läuft
Pin 4	Masse Kl. 31
Pin 5	Ausgang zur Ansteuerung der Bedienungs- und Anzeigeeinheit E87
Pin 6	Spannungsversorgung Klemme 30
Pin 7	Ausgang zum J162 Pin 3 zur Ansteuerung der Umwälzpumpe V55
Pin 8	nicht belegt
Pin 9	Eingang Datentelegramm vom Kombi-Prozessor im Schalttafelein-satz J218, Information über die Kühlmitteltemperatur des Motors

Legende/Pinbelegung J162

I	Spannungsversorgung Kl. 30
II	Masse Kl. 31
Pin 1	Eingang vom J218, Einschaltimpuls für Heizbetrieb (> 5 V = EIN)
Pin 2	K-Leitung für Eigendiagnose
Pin 3	Eingang vom J541 Pin 7 zur Ansteuerung der Umwälzpumpe V55

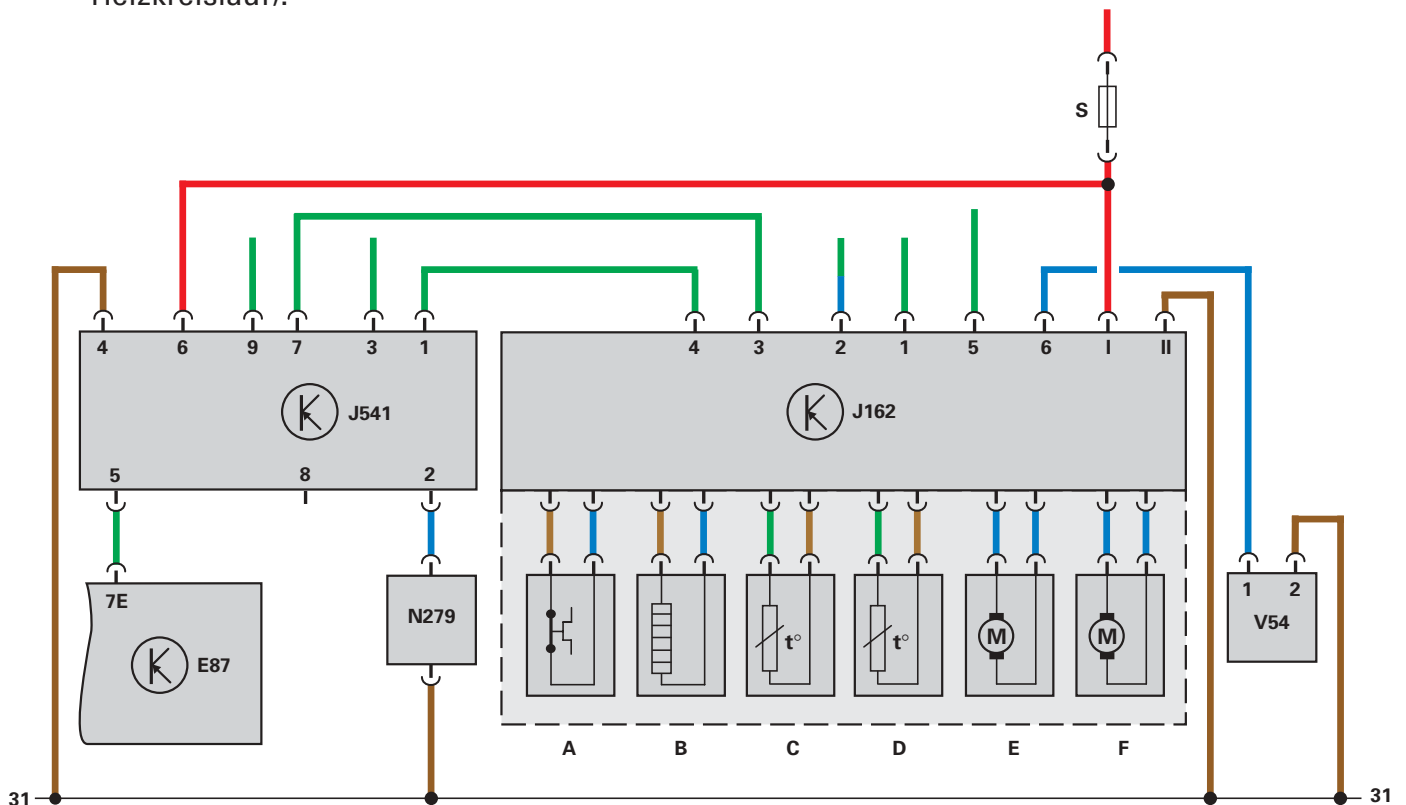
Pin 4 Ausgang Datentelegramm zum J541
 Information über den Betriebszustand der Standheizung (Start, Voll-, Teillast, Regelpause, Nachlauf, Standlüften, Störung und Stellgliedtest)
 Information über die Temperatur in der Standheizung

Pin 5 Eingang vom Schalttafel-einsatz J218
 Einschaltimpuls für Standlüften (Masse)

Pin 6 Ausgang zur Ansteuerung der Dosierpumpe V54



! Das Datentelegramm wird nur bei Codierung auf den „kleinen Heizkreislauf“ gesendet. Bei Codierung auf den „großen Heizkreislauf“ wird ein Plus-Signal (> 5 V = Ein) zum Einschalten der Bedienungs- und Anzeigeeinheit E87 ausgegeben (bei Fahrzeugen ohne J541/ N279 - großer Heizkreislauf).



SSP267_177

E87 Anzeigeeinheit für Klimaanlage
 J162 Steuergerät für Standheizung
 J541 Steuergerät für Absperrventil
 N279 Absperrventil
 V54 Dosierpumpe

A Überhitzungsschutz
 B und D Glühkerze mit Flammüberwachung Q8
 C Temperaturfühler G18
 E Verbrennungsluftgebläse V6
 F Umwälzpumpe V55

Elektronisch geregeltes Kühlsystem

Zur Steigerung des Wirkungsgrades wird die Kühlmitteltemperatur des W12-Motors nach einem Kennfeld elektronisch geregelt.

Die Kühlmitteltemperatur-Regelung ist als System zu betrachten.

Die Umsetzung der Kühlmittel-Solltemperatur erfolgt mit Hilfe des elektrisch beheizten Kühlmitteltemperatur-Reglers (Thermostat) F265 und des drehzahlgesteuerten Hydro-lüfters.

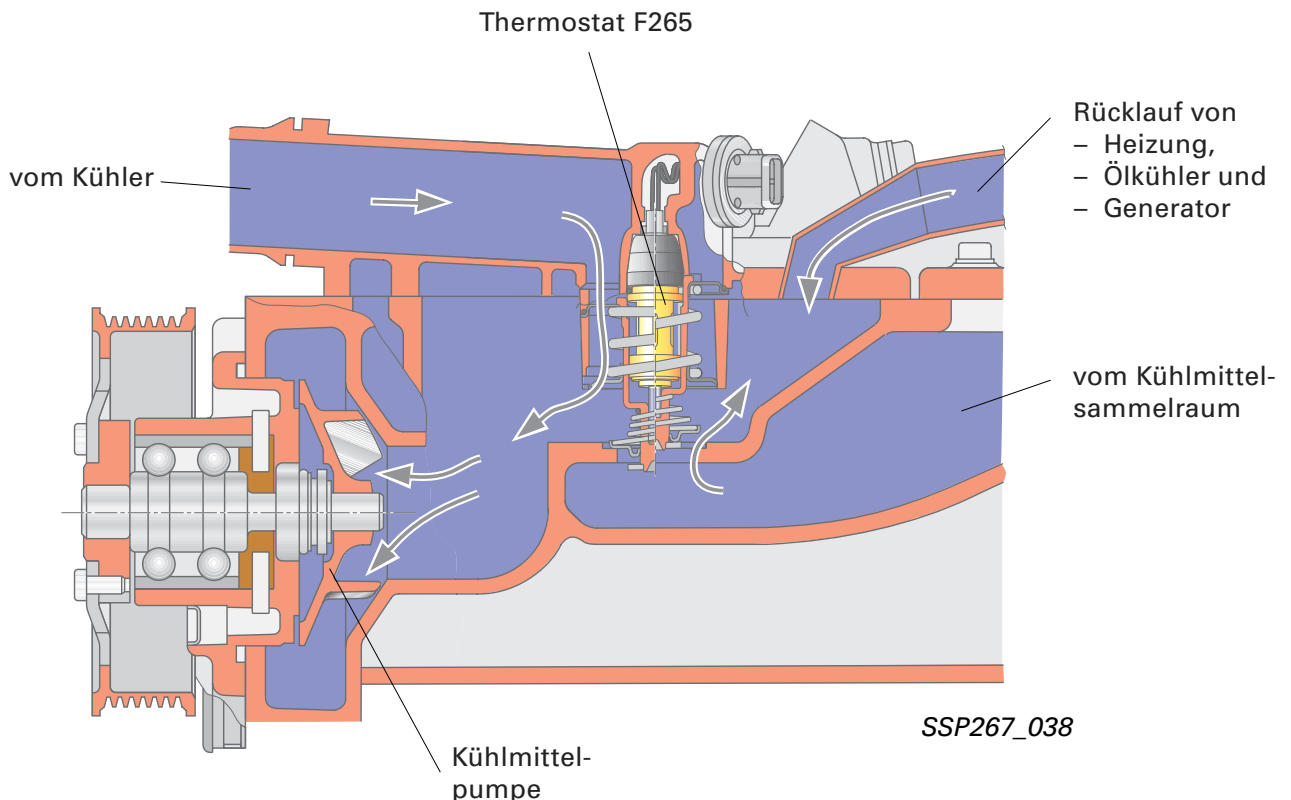
Die Besonderheit beim W12-Motor ist, dass der Regelkreis mit nur einem Geber für Kühlmitteltemperatur G62 arbeitet.

Aus **Motordrehzahl**, **Motorlast**, **Außentemperatur** (abgeleitet vom Geber für Ansauglufttemperatur G42 im Luftmassenmesser) sowie der **Motoröltemperatur** (vom Geber für Öltemperatur G8) wird eine **Kühlmittel-Solltemperatur** berechnet.

Weiterhin Einfluss auf die Kühlmittel-Solltemperatur hat die Klopfregelung. Bei einer klopfenden Verbrennung wird, soweit möglich, die Kühlmittel-Solltemperatur abgesenkt.

Die Kühlmittel-Solltemperatur variiert zwischen 105 °C im unteren Teillastbereich und 90 °C bei hohen Motorlasten oder Fahrgeschwindigkeiten über 180 km/h.

Die Kühlmittel-Solltemperatur ist die Führungsgröße zur Regelung des F265 (Thermostat) und Steuerung des N313 (Magnetventil für Lüftersteuerung).



Regelkreis des Thermostates F265

Die Ansteuerung des Thermostates F265 erfolgt pulsweitenmoduliert mit einem Tastverhältnis (THV) von 0 % bis 100 %.

Das Motorsteuergerät 1 J623 berechnet aus der IST- und SOLL-Kühlmitteltemperatur das Tastverhältnis zur Bestromung des Thermostates F265 und steuert es entsprechend an.

Stromlos (TVH 0 %) liegt die Regelkennlinie des Kühlmitteltemperatur-Reglers bei 105 °C (am Thermostat).

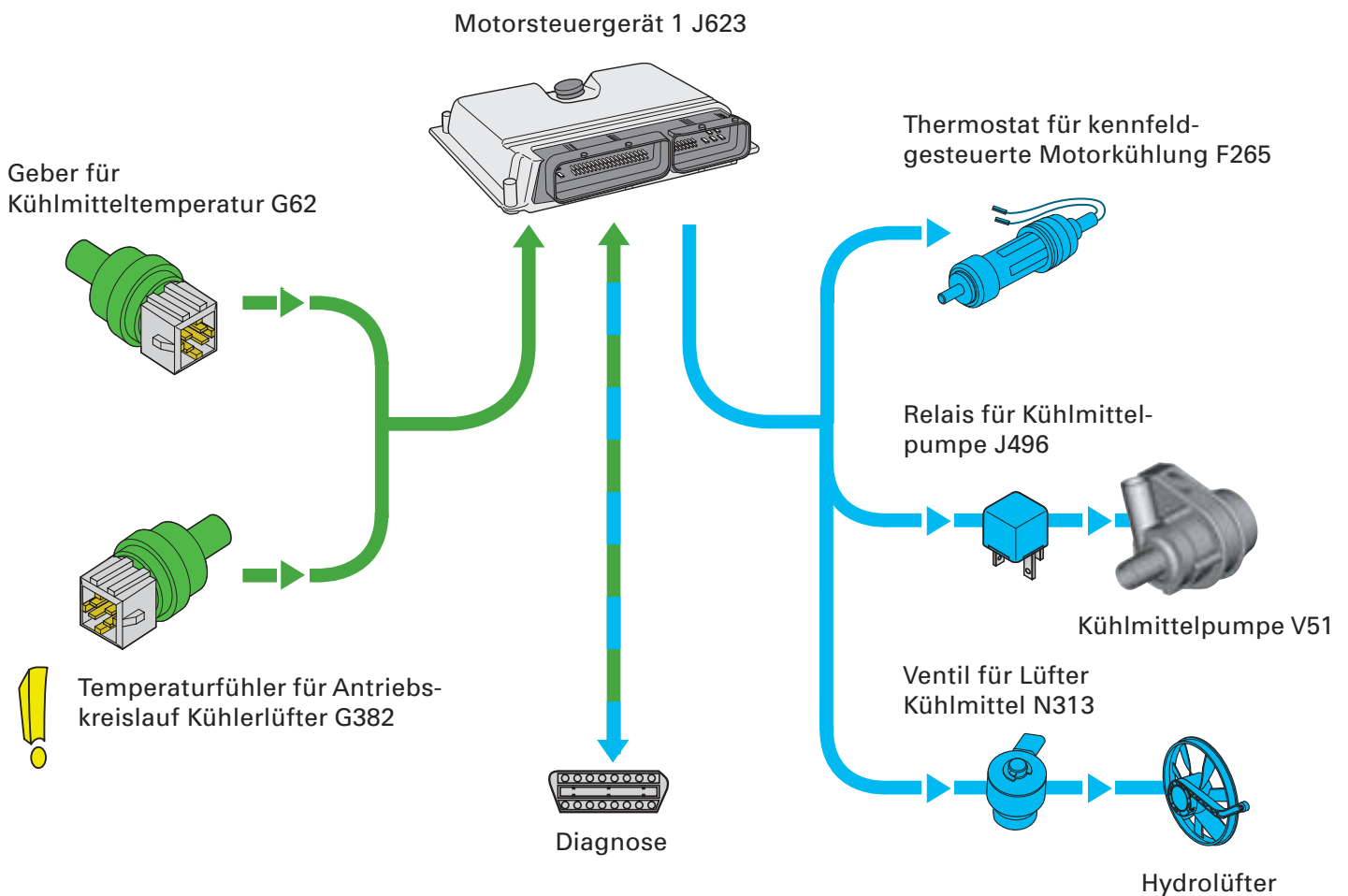
Durch maximale Bestromung (THV 100 %) des Thermostates F265 kann die Regelkennlinie auf 90 °C gesenkt werden.

Während des Kühlnachlaufs ist das TVH 100 %. Dadurch öffnet das Thermostat bei entsprechend niedriger Temperatur, der Kühlmittelkreis über die Kühlmittelpumpe V51 wird dadurch sichergestellt.

Bei Ausfall des Thermostates F265 (Heizelement) - höchste Regelkennlinie - wird eine Fehlermeldung im Fehlerspeicher des Motorsteuergerätes 1 J623 abgelegt.



TVH = Tastverhältnis high



Temperaturfühler für Antriebskreislauf Kühlerlüfter G382



Weitere Informationen zur elektronischen Kühlmittelregelung finden sie im SSP 222.

SSP267_144

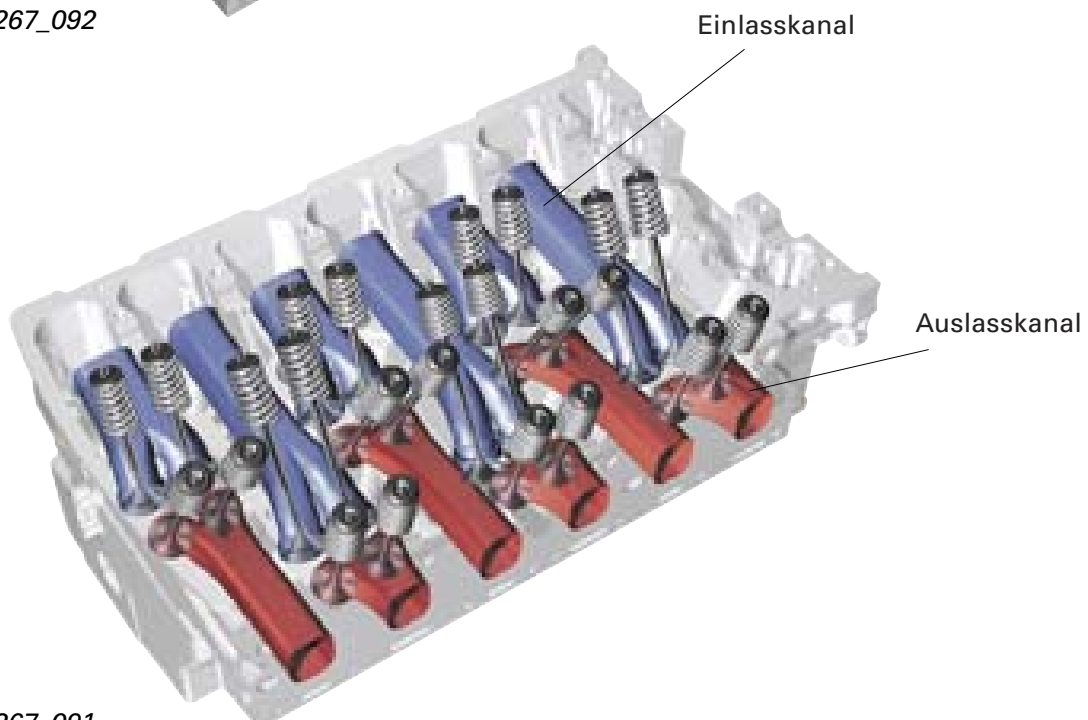
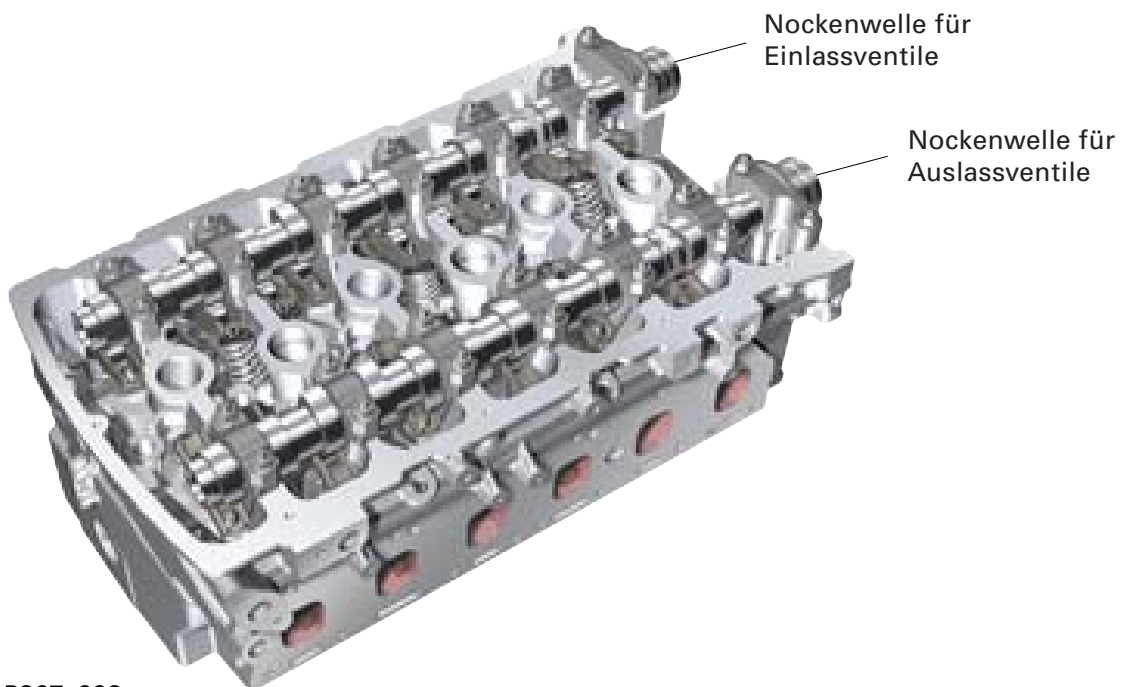
Zylinderkopf

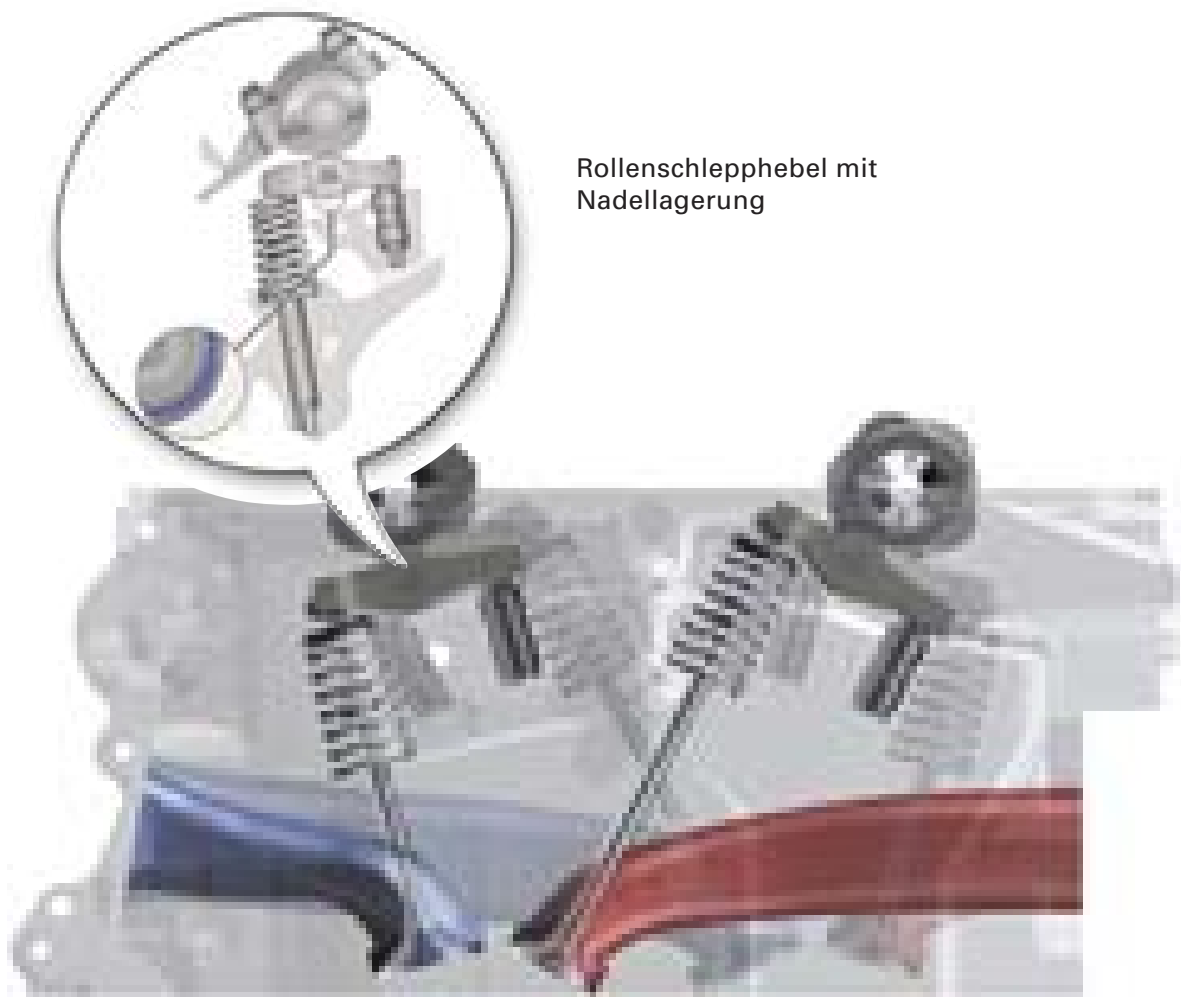
Die beiden Zylinderköpfe des W12-Motors basieren auf dem neuen Zylinderkopf des VR6-Motors.

Um den Antrieb der Nockenwellen von einer Seite zu gewährleisten, sind die Zylinderköpfe bankspezifisch gefertigt.

Die wesentlichen Besonderheiten sind:

- Querstromzylinderkopf mit 4-Ventiltechnik
- 2 obenliegende Nockenwellen für Ein- und Auslass
- Ventilbetätigung mittels Rollenschlepphebel
- hydraulischer Ventilspielausgleich
- stufenlose Nockenwellenverstellung der Ein- und Auslassnockenwelle





Rollenschlepphebel mit Nadellagerung

SSP267_090

Für den W12-Motor wurden die Zylinderköpfe des VR6-Motors wie folgt geändert:

- zusätzliche Ölrückläufe auf der Auslassseite auf Grund der durch den V-Winkel von 72° verursachten stärkeren Neigung der Zylinderbänke
- Anpassung des Zylinderkopfwassermantels an das Querstrom-Kühlkonzept

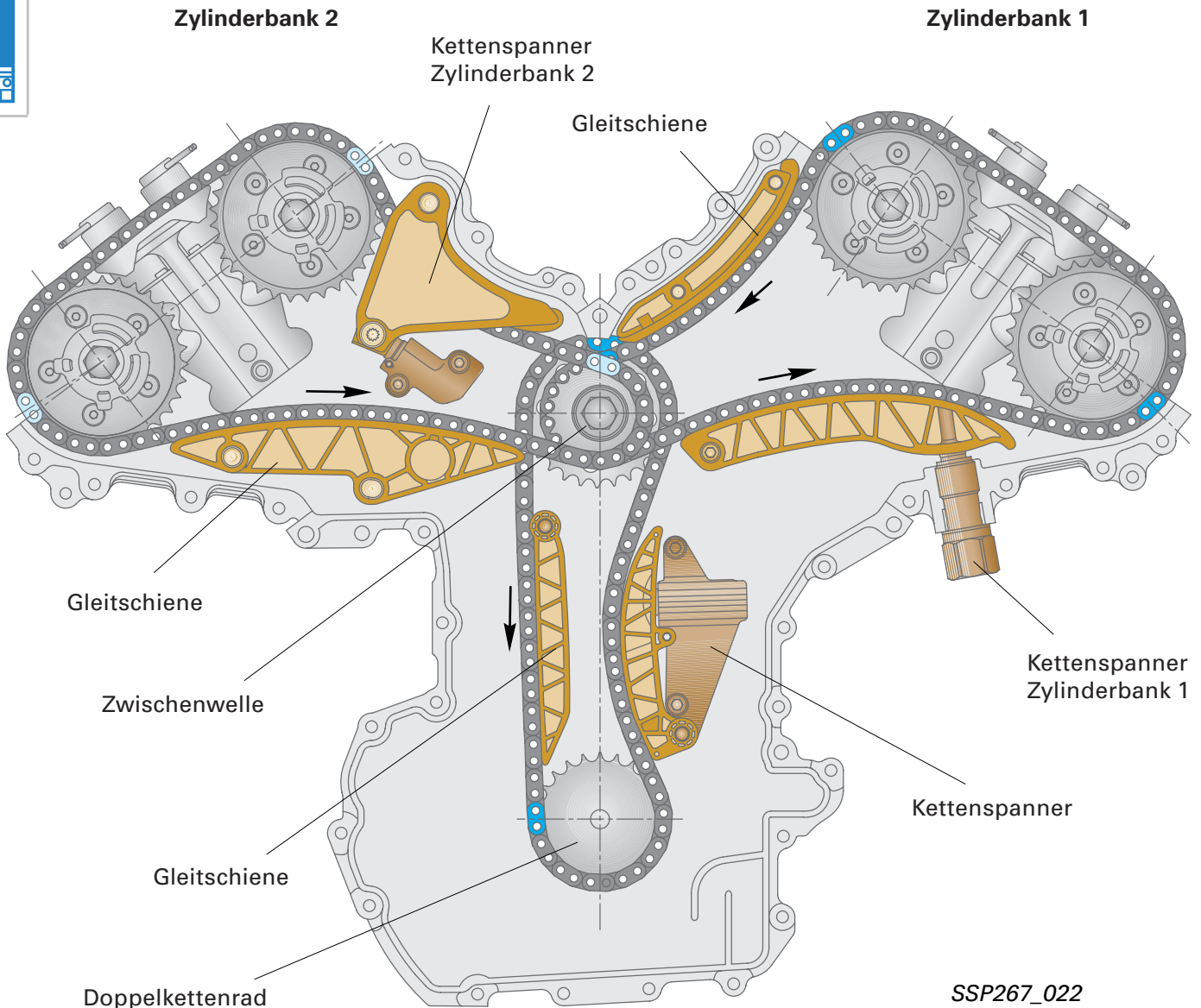
Die besondere Gestaltung der Ventilreihen ermöglicht die Verwendung einer Einlass- und einer Auslassnockenwelle und somit deren separaten Verstellung.

Aus dem VR-Prinzip resultierend ergeben sich ungleiche Längen der Ein- und Auslasskanäle im Zylinderkopf. Eine geschickte Gestaltung der Ansaug- und Abgaswege sorgt für einen Ausgleich und somit für einen nahezu identischen Gaswechsel in allen Zylindern.

Informationen zur Zylinderkopfdichtung und zur Ventildeckeldichtung finden Sie im SSP 217 ab Seite 24.



Steuertrieb



SSP267_022

Der Steuertrieb befindet sich auf der Abtriebsseite des Motors.

Der Antrieb des Steuertriebs erfolgt über das auf der Kurbelwelle aufgestoßene Doppelkettenrad mittels Duplexkette zur zentralen Zwischenwelle. Das Übersetzungsverhältnis beträgt:

$$i_1 = \frac{Z_{27}}{Z_{24}} = 1,125 : 1$$

Von dort läuft je eine Simplexkette zum linken und rechten Zylinderkopf und treibt jeweils die Ein- und Auslassnockenwelle an. Das Übersetzungsverhältnis beträgt:

$$i_2 = \frac{Z_{32}}{Z_{18}} = 1,777777778 : 1$$

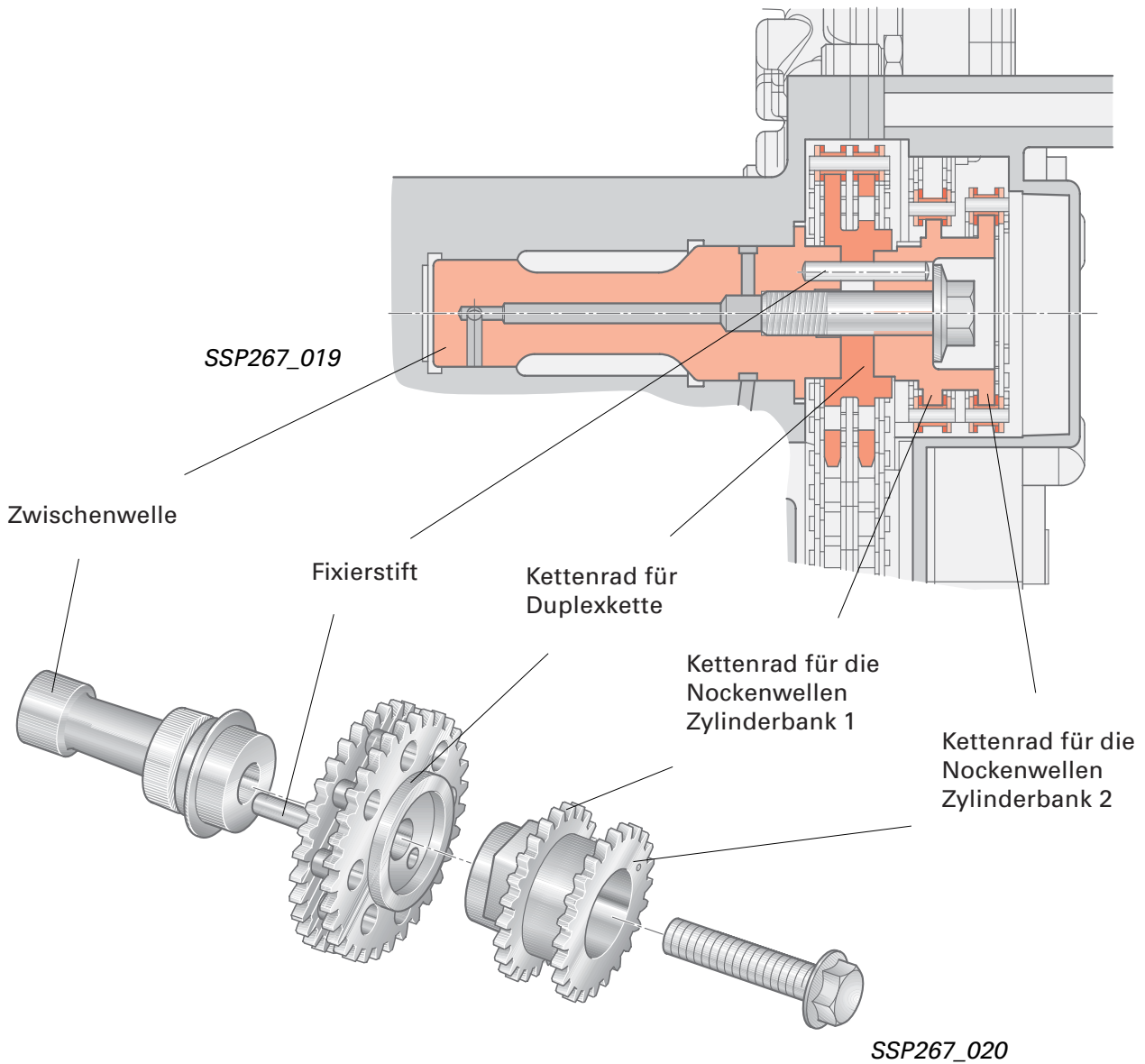
$$i_{\text{ges}} = i_1 \times i_2$$

$$i_{\text{ges}} = 1,125 \times 1,777777778$$

$$i_{\text{ges}} = 2 : 1$$

Drei mittels Federkraft vorgespannte hydraulische Kettenspanner gewährleisten zusammen mit den Kettenführungen die richtige Kettenspannung und einen ruhigen Kettenlauf (kein Ratschenmechanismus).

Ölspritzöffnungen in den Laufschienen der Kettenspanner sorgen für die notwendige Schmierung und Kühlung der Ketten.



Abdichtung des Steuertriebs

SIS-Abdichtung (ab Produktionsstart)

Eine Neuheit ist die Abdichtung der oberen Steuerkettendeckel mit dem sogenannten Seal-Injection-System (SIS).

Die Dichtfläche zum unteren Steuerdeckel ist mit einer Nut versehen, in welcher das flüssige Dichtmittel nach der Montage des Steuerdeckels mit Druck „eingespritzt“ wird.

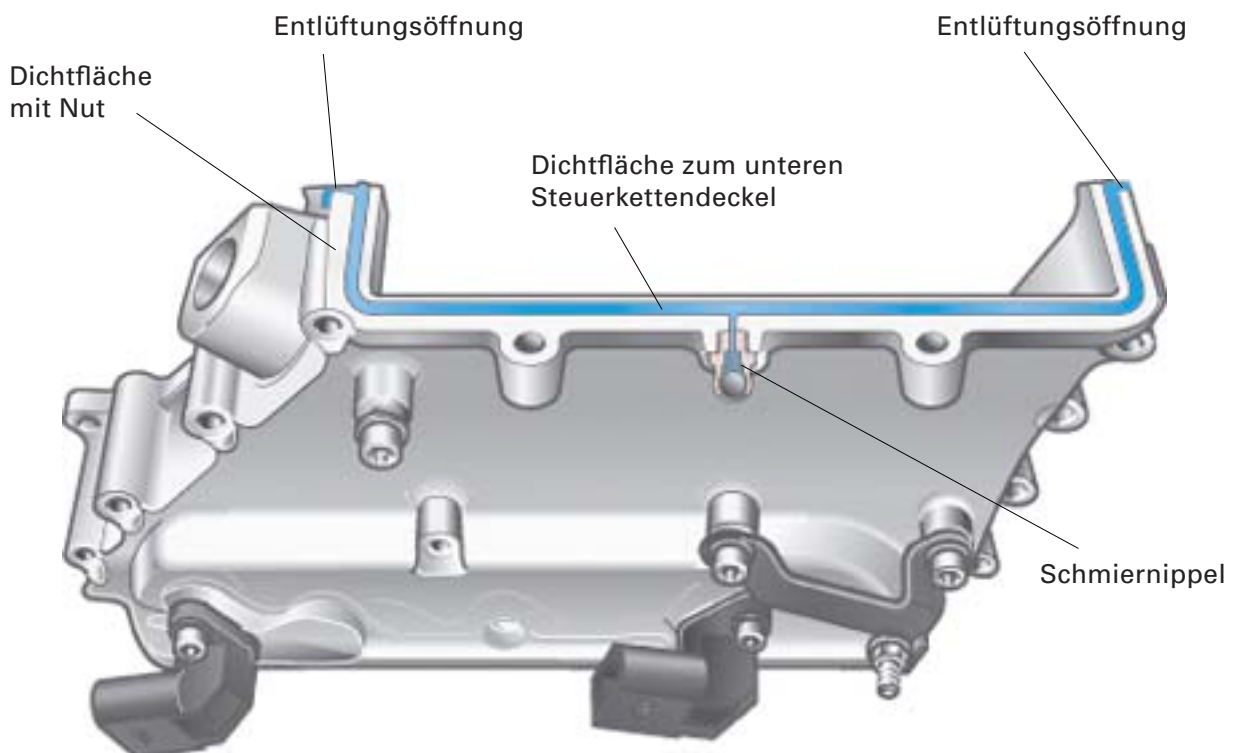
Begriffserklärung:

Seal = Dichtung
Injection = Einspritzung

Ein Schmiernippel dient zum Einspritzen des Dichtmittels in die Nut.

An den beiden Enden der Nut befinden sich definierte Entlüftungsöffnungen, aus denen die vom Dichtmittel verdrängte Luft entweichen kann. Das Dichtmittel wird solange eingespritzt, bis es an den beiden Entlüftungsöffnungen blasenfrei herausquillt.

Beachten Sie hierzu den aktuellen Reparaturleitfaden.



SSP267_062

Oberer Steuerdeckel der Zylinderbank 1
(Ansicht von unten)

Silikon-Flüssigdichtung (neue Ausführung)

Einfließend ändert sich die Abdichtung der Steuerkettendeckel.

Die Abdichtung erfolgt in der bisher bekannten Weise durch Auftragen des Dichtmittels auf die Bauteile vor der Montage.

Neu ist die Ausführung der Dichtflächen mit Nut und Fase.

Sowohl die Nut als auch die Fase verbessern das Haftvermögen und die Haltbarkeit der Abdichtung.

Beachten Sie hierzu den aktuellen Reparaturleitfaden.



Fase

Nut



SSP267_198

Fase



SSP267_197

Ventilsteuerung/ Nockenwellenverstellung

Die stufenlose Nockenwellenverstellung der Ein- und Auslassnockenwellen beim W12-Motor ermöglicht eine sogenannte „interne Abgasrückführung“.

Aus diesem Grund wird die Abgasrückführung im Kapitel Ventilsteuerung/Nockenwellenverstellung behandelt.

Abgasrückführung

Die Anforderungen an Verbrennungsmotoren hinsichtlich Leistung, Drehmoment, Verbrauchsreduzierung und Abgasemissionsgesetze werden zunehmend größer.

In Bezug auf die Reduzierung der Abgasemissionen ist die Abgasrückführung eine geeignete Technik, um die Stickoxyde im Abgas zu senken.

Bei hohen Verbrennungstemperaturen und Verbrennungsdrücken bilden sich aus dem in der Ansaugluft enthaltenen Stickstoff unerwünschte Stickoxyde.

Durch Rückführen der Abgase in den Verbrennungsraum wird die Verbrennungstemperatur und der Verbrennungsdruck herabgesetzt, was eine Reduzierung der Stickoxyde zur Folge hat.

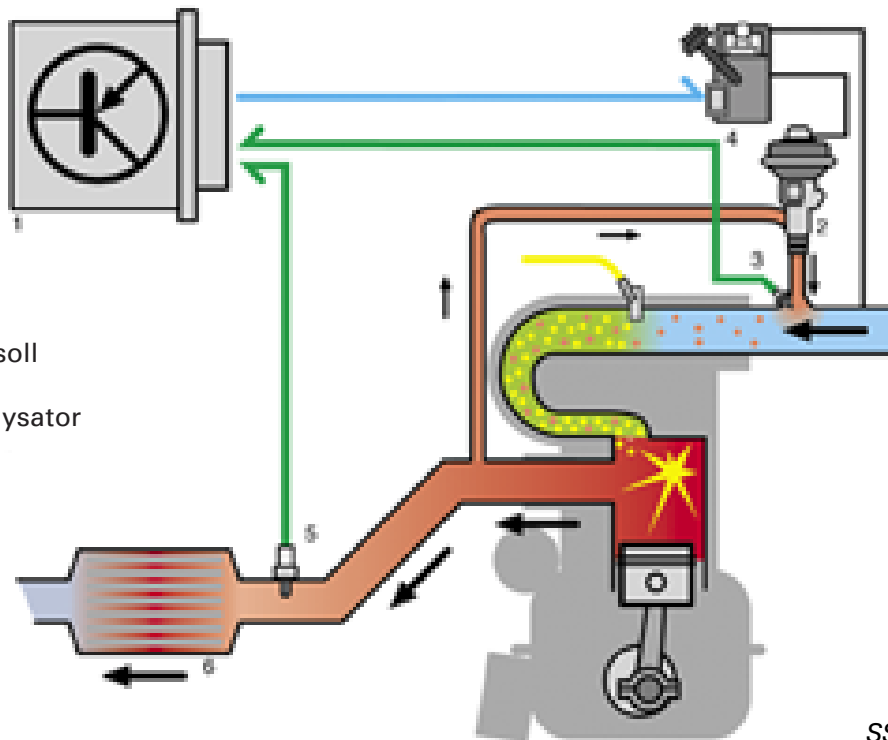
Bei der Abgasrückführung (AGR) unterscheidet man zwischen der externen und der internen Abgasrückführung.

Externe Abgasrückführung

Bei der externen AGR wird das Abgas über ein Rohrleitungssystem mit dem AGR-Ventil in den Ansaugkanal zurückgeführt und von dort erneut angesaugt.

Legende:

- 1 Steuergerät
- 2 AGR-Ventil
- 3 AGR-Temperatursoll
- 4 AGR-Taktventil
- 5 λ -Sonde Vorkatalysator
- 6 Vorkatalysator



SSP267_108

externe Abgasrückführung

Interne Abgasrückführung

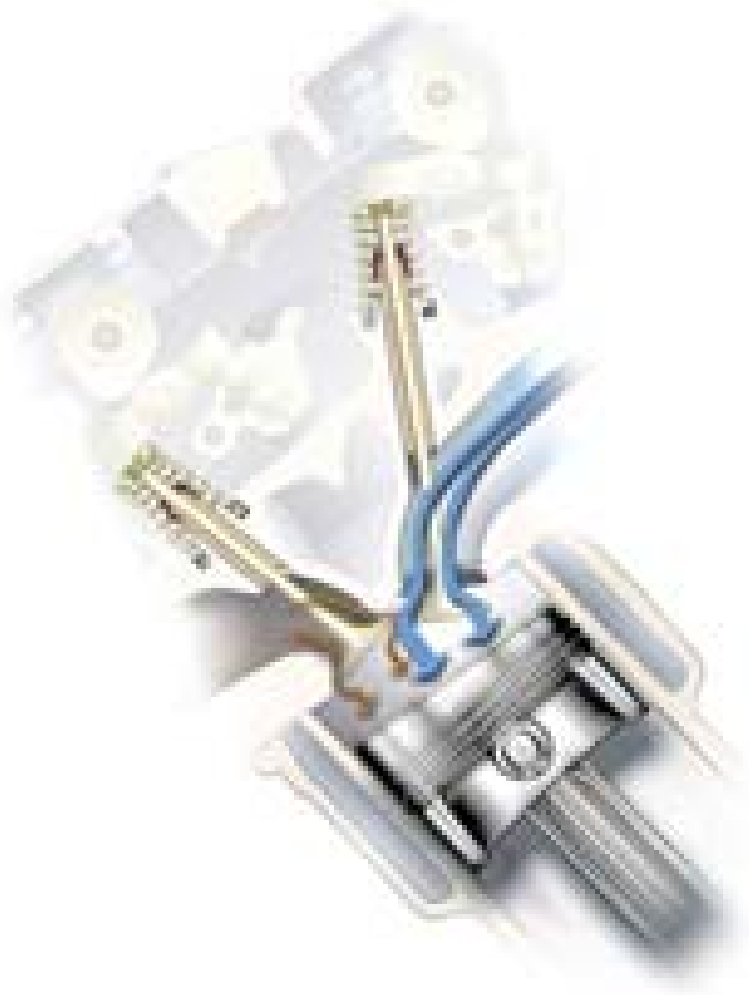
Beim W12-Motor erfolgt die Reduzierung der Stickoxyde mit einer internen Abgasrückführung.

Bei der internen AGR wird durch entsprechende Verstellung der Steuerzeiten von Ein- und Auslass der Restgasanteil in den Zylindern optimal eingestellt.

Entscheidend für die Menge des „rückgeführten“ Abgases ist die Größe der sogenannten „Ventilüberschneidung“.

Ventilüberschneidung nennt man den Winkelbereich, in dem das Einlassventil bereits öffnet, während das Auslassventil noch nicht geschlossen ist.

Vorteil der internen AGR ist die schnelle Reaktionszeit (kurze Wege), eine hohe realisierbare Rückführrate, eine gute Gemischbildung der Abgase mit den Frischgasen sowie eine Reduzierung der Bauteile.



SSP267_117

interne Abgasrückführung



Motor-Mechanik



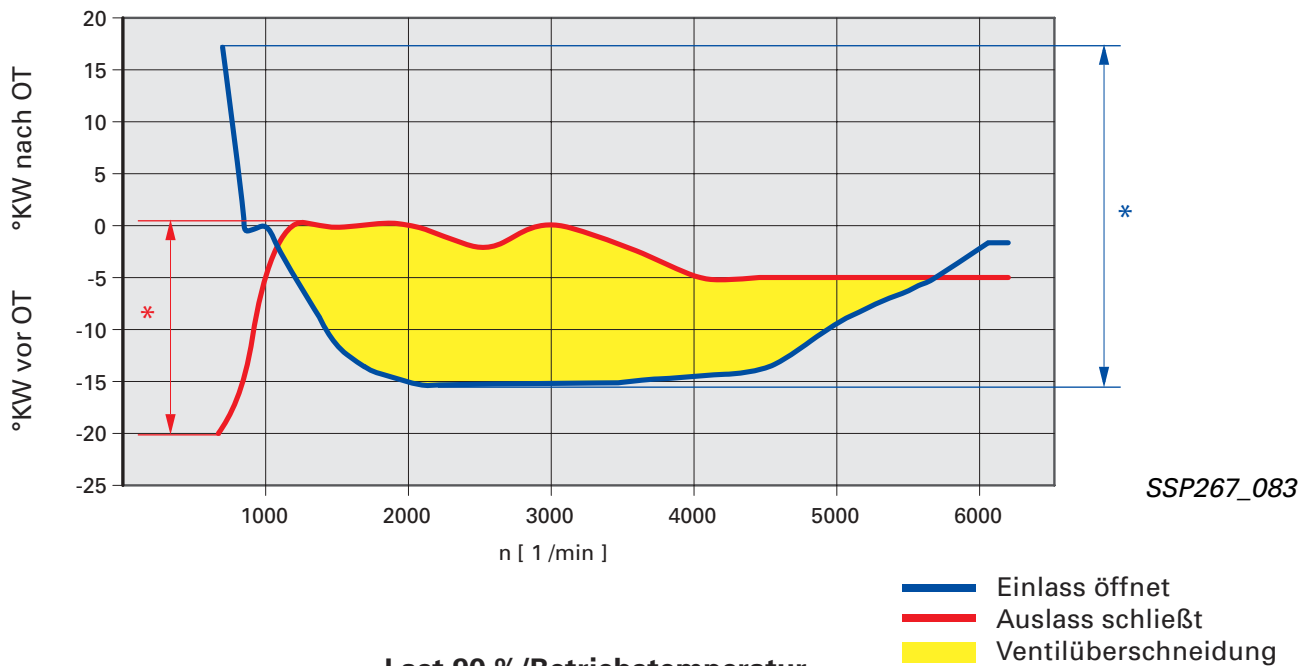
Die dargestellten Diagramme zeigen die Ventilöffnungs- bzw. Ventilschließzeiten (Kennfelder) bei unterschiedlichen Lastzuständen und betriebswarmem Motor.

Im Leerlauf und leerlaufnahen Bereich erfolgt keine Ventilüberschneidung. In diesem Bereich fallen keine nennenswerten Stickoxyde an, weshalb auf eine Abgasrückführung verzichtet werden kann. Der exakt geregelte Gaswechsel führt zu einem besonders runden Motorlauf.

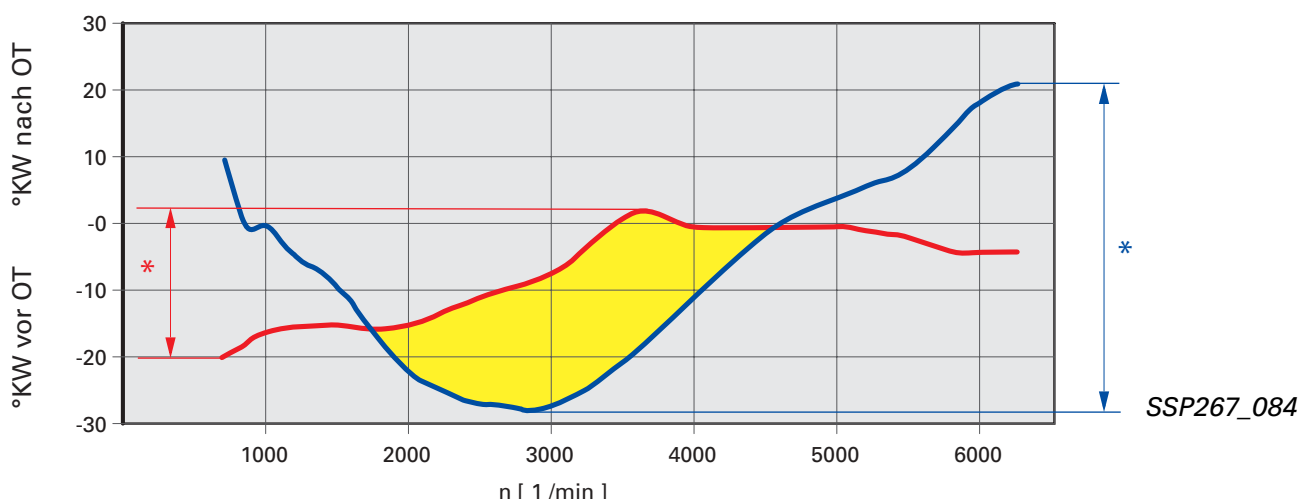
Im Teillastbereich wird last- und drehzahlabhängig eine entsprechende Ventilüberschneidung eingestellt. In diesem Betriebszustand fallen die meisten Stickoxyde an. Diese werden über die Abgasrückführung reduziert. Die Abgasrückführung wirkt sich hierbei auch positiv auf den Kraftstoffverbrauch aus.

Im Vollastbereich werden die Nockenwellen abhängig von der Drehzahl für maximale Zylinderfüllung eingeregelt.

Last 50 %/Betriebstemperatur



Last 90 %/Betriebstemperatur



* max. möglicher Verstellbereich Auslassnockenwelle

* max. möglicher Verstellbereich Einlassnockenwelle

Steuerzeiten/Verstellbereich

Zur optimalen Anpassung der Steuerzeiten an die vielfältigen Betriebspunkte eines Motors werden beim W12-Motor die Ein- und Auslassnockenwellen stufenlos verstellt.

Der Verstellbereich der Einlassnockenwellen beträgt 52° KW (Kurbelwinkel).

Der Verstellbereich der Auslassnockenwellen beträgt 22° KW.

Die Steuerzeiten sind mittels separater Kennfelder für die Betriebszustände ...

... schnelles Erwärmen des Katalysators
... Warmlaufphase
... Betriebstemperatur

... optimal eingestellt.

Die Kennfelder beziehen sich auf die Motordrehzahl, Motorlast sowie die Motortemperatur (siehe Seite 46).



Steuerzeiten*

ungerade Zylinderreihe
(Zylinder 1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11)

Eö	„früh“	27°	vor OT
	„spät“	25°	nach OT
Es	„früh“	183°	nach OT
	„spät“	235°	nach OT
Aö	„früh“	235°	vor OT
	„spät“	213°	vor OT
As	„früh“	20°	vor OT
	„spät“	2°	nach OT

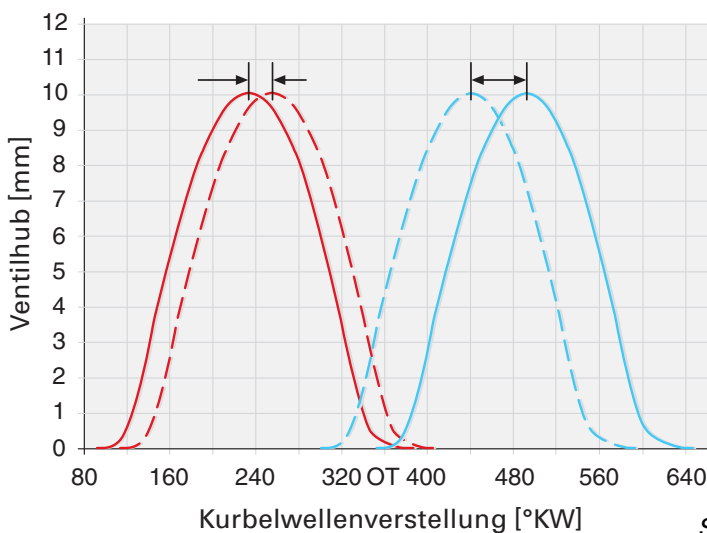
* bei 1 mm Ventilhub und
0 mm Ventilspiel

Steuerzeiten*

gerade Zylinderreihe
(Zylinder 2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12)

Eö	„früh“	27°	vor OT
	„spät“	25°	nach OT
Es	„früh“	188°	nach OT
	„spät“	240°	nach OT
Aö	„früh“	230°	vor OT
	„spät“	208°	vor OT
As	„früh“	20°	vor OT
	„spät“	2°	nach OT

Eö = Einlass öffnet
Es = Einlass schließt
Aö = Auslass öffnet
As = Auslass schließt



! Auf Grund des geschränkten Kurbeltriebs sind die Steuerzeiten (Es und Aö) der geraden und der ungeraden Zylinderreihen unterschiedlich.

SSP267_173

Regelung und Überwachung der Nockenwellenposition

Zur Regelung und Überwachung der Nockenwellenverstellung befindet sich an jeder Nockenwelle ein Positionssensor.

Zur exakten Bestimmung der Nockenwellenverstellung werden die Grundstellungen („Spät-Stellung“) der vier Nockenwellen von den Steuergeräten gelernt (adaptiert).

Bei der Adaption werden die Magnetventile stromlos geschaltet. Sowohl durch die Stellung der Magnetventile als auch durch die Zugrichtung der Kette werden die Nockenwellen in „Spät-Stellung“ (Grundstellung) gebracht.

Die Position der Signale der Geber für Nockenwellenposition zur Bezugsmarke des Drehzahlgebers (Ist-Werte) wird als Grundposition abgespeichert und mit den Soll-Werten abgeglichen. Sie dienen als Basiswerte zur Regelung der Nockenwellenverstellung.

Man unterscheidet zwischen der Grundadaption und der Feinadaption.

Die Grundadaption erfolgt immer dann, wenn das Motorsteuergerät stromlos war (Klemme 30 fehlt) oder der Fehlerspeicher gelöscht wurde.

Nach dem Motorstart verbleiben die Nockenwellen für kurze Zeit in der Grundposition, bis die genaue Lage der Nockenwellen zur Kurbelwelle erkannt worden ist.

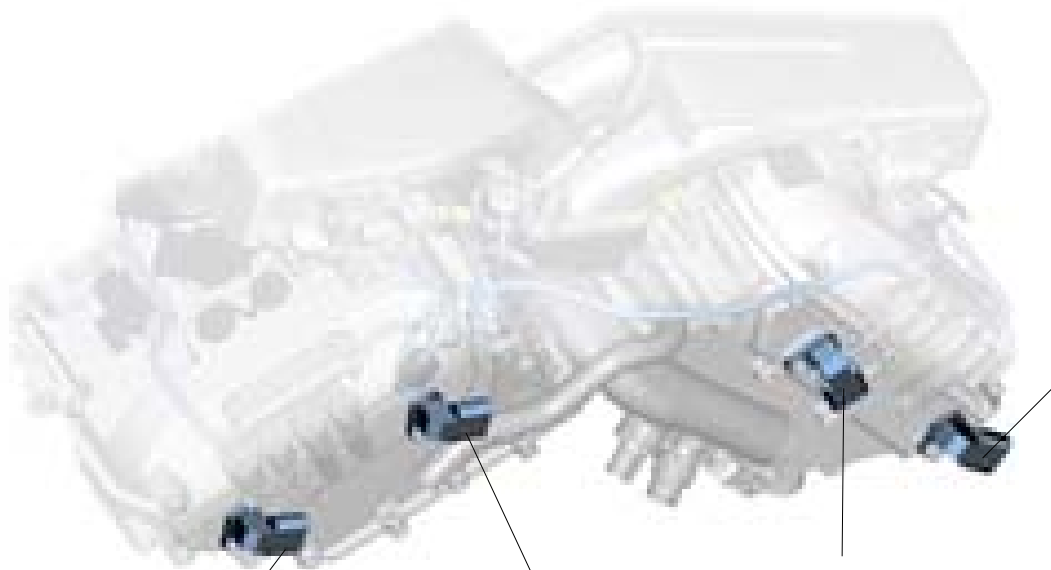
Die Feinadaption (Grundadaption vorausgesetzt) erfolgt nach jedem Motorstart mehrmals für kurze Zeit (ca. 1 Sekunde), wenn sich die Nockenwellen auf Grund der Sollvorgabe ohnehin in Grundposition (Ventile stromlos) befinden und die Kühlmitteltemperatur ≥ 85 °C beträgt.

Die Adaption der Einlassnockenwellen erfolgt bei Leerlaufdrehzahl oder im Leerlaufnahen Drehzahlbereich.

Die Adaption der Auslassnockenwellen erfolgt im Drehzahlbereich von 1200 - 2000 1/min und bei niedriger Motorlast.

Die Adaption der Nockenwellenpositionen wird von den beiden Motorsteuergeräten unabhängig voneinander ausgeführt. Bei fehlerhafter Adaption ist die Funktion der Nockenwellenverstellung gesperrt.

Nähere Informationen zu den Nockenwellenpositionen finden Sie im Teil 2 (SSP 268) ab Seite 37.



Geber für Nockenwellenposition
Auslassnockenwelle
Zylinderbank 2 G301

Geber für Nockenwellenposition
Einlassnockenwelle
Zylinderbank 2 G163

Geber für Nockenwellenposition
Einlassnockenwelle
Zylinderbank 1 G40

Geber für Nockenwellenposition
Auslassnockenwelle
Zylinderbank 1 G300

SSP267_125

Nockenwellenversteller

Die Nockenwellenversteller basieren auf dem Funktionsprinzip eines hydraulischen Flügelzellen-Schwenkmotors. Diese zeichnen sich durch einen einfachen Aufbau und eine geringe axiale Länge aus.

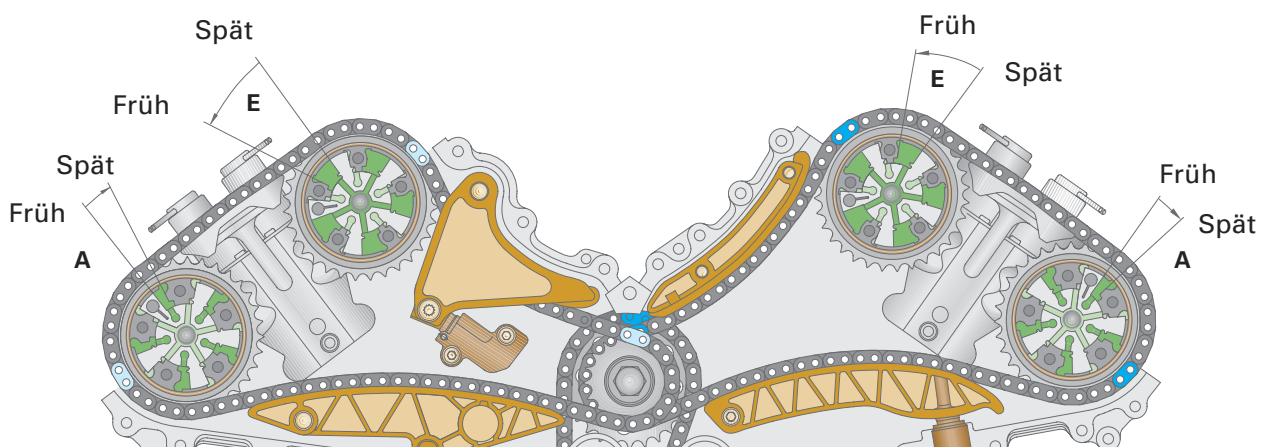
Diese Bauart ist bereits beim neuen 2,0 I-R4-Motor (ALT) und 3,0 I-V6-Motor (ASN) im Einsatz (siehe SSP 255).

Die untenstehende Grafik zeigt die Stellung der Nockenwellen bei Motorleerlauf und Betriebstemperatur.

Die Einlassnockenwelle steht dabei in „Spät-Stellung“, die Auslassnockenwelle befindet sich in „Früh-Stellung“.

Beim Starten des Motors - bis ausreichend Öldruck aufgebaut ist - werden die Auslassnockenwellen auf Grund des geringen Öldrucks und der Zugrichtung der Kette zunächst in Richtung Spät „gezogen“.

Im stromlosen Zustand der Magnetventile sind die Ein- und Auslassnockenwellen ebenfalls in „Spät-Stellung“.



SSP267_128

Zylinderbank 2

Zylinderbank 1

A - Verstellbereich Auslass 11° (22° KW)

E - Verstellbereich Einlass 26° (52° KW)

Funktion der Nockenwellenversteller

Der Nockenwellenversteller besteht im Wesentlichen aus dem 5-Flügel-Rotor (verbunden mit der Nockenwelle), dem Stator (verbunden mit dem Kettenrad) und der elektrohydraulischen Steuereinheit.



Der Begriff Stator (feststehendes Teil) kann zunächst irreführend wirken, da sich der Stator - angetrieben von der Steuerkette - dreht und somit selbst nicht „statisch“ ist. Er bleibt aber immer in gleicher Winkelposition zur Kurbelwelle. In Bezug auf die Kurbelwelle und somit zum Stator dreht sich der Rotor.

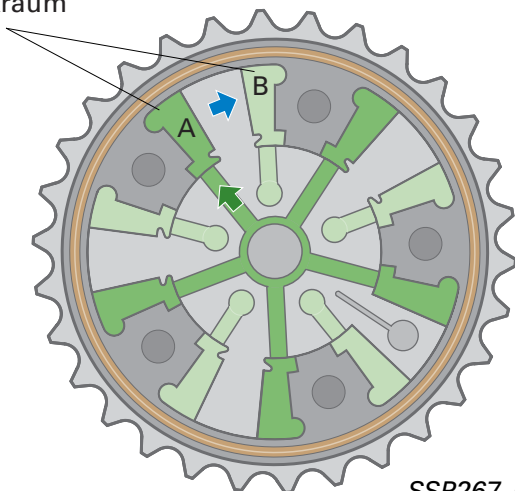
Durch die Anordnung der Ölbohrungen im Rotor ergeben sich zu beiden Seiten eines Flügels jeweils ein Druckraum (Druckraum A und B).

Beaufschlagt man den Druckraum B mit Öldruck, dreht der Rotor (relativ zum Stator) nach links. In Bezug auf die Nockenwelle bedeutet dies die „Früh-Stellung“.

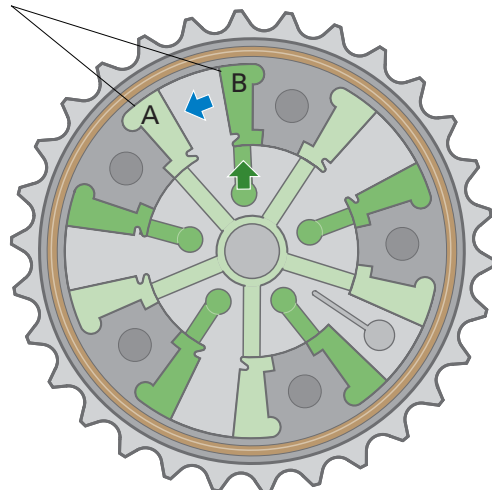
Wird der Druckraum A mit Öldruck beaufschlagt, dreht sich der Rotor (relativ zum Stator) nach rechts. In Bezug auf die Nockenwelle bedeutet dies die „Spät-Stellung“.

Durch entsprechende Drucksteuerung in beiden Druckräumen (A und B) kann jede beliebige Position zwischen den beiden Anschlängen geregelt werden, was eine stufenlose Nockenwellenverstellung ermöglicht.

Druckraum



Druckraum



Elektrohydraulische Steuerung

Das Drucköl gelangt ungedrosselt über zwei separate Bohrungen zur Steuereinheit bzw. zu den Magnetventilen. Rückschlagventile im Zulauf der Magnetventile unterstützen die Funktion des Systems bei niedrigem Öldruck. Die Magnetventile leiten je nach Ansteuerung das Drucköl zu den Druckräumen A und B der Schwenkmotoren.

Die Steuereinheit bildet zugleich das Gehäuse für die Drehdurchführungen der Nockenwellen und stellen die Verbindung zwischen Magnetventil und Schwenkmotor her.

Die Magnetventile N205 und N318 der Zylinderbank 1 werden vom Motorsteuergerät 1 J623, die Magnetventile N208 und N318 der Zylinderbank 2 vom Motorsteuergerät 2 J624 angesteuert.

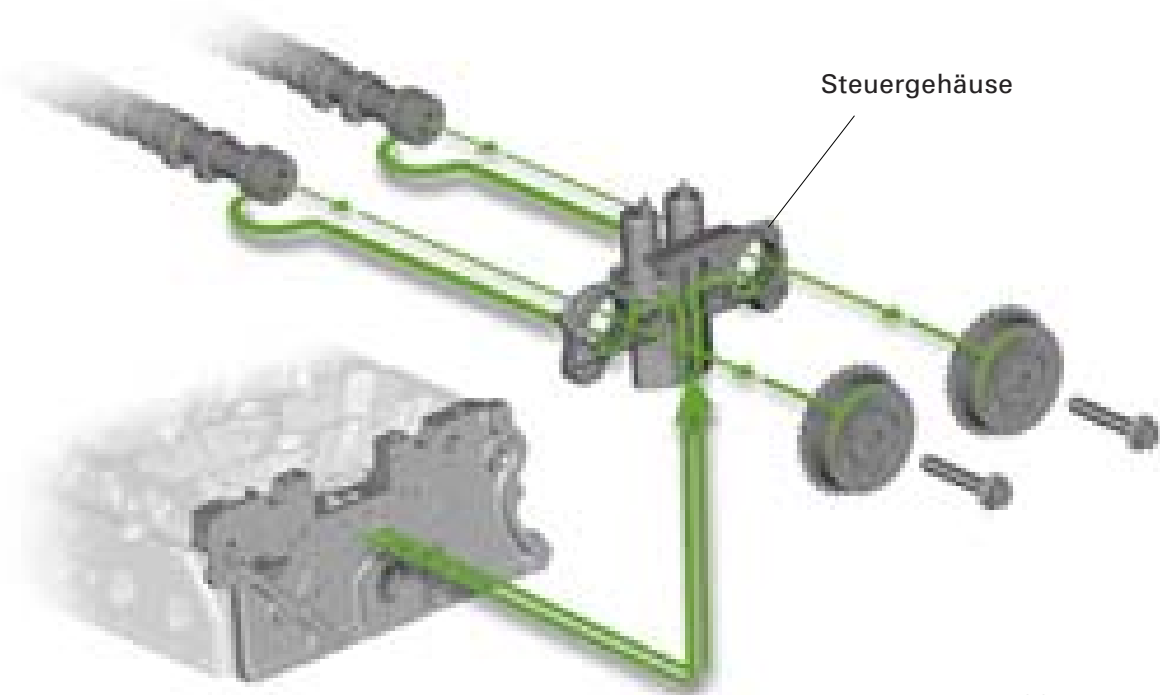
Es handelt sich dabei um sogenannte Proportionalventile. Sie werden pulsweitenmoduliert angesteuert und setzen den Steuerstrom je nach Pulsweite in eine Schaltstellung um.

Die Magnetventile sind baugleich. Die Anschlussstecker zum Leitungsstrang sind zur besseren Unterscheidung in Form und Farbe unterschiedlich ausgeführt.

Die Grundstellung der Magnetventile - Schaltstellung im stromlosen Zustand - für die Ein- und Auslassschwenkmotoren sind gleich.

Die Grundstellung der Magnetventile ist so definiert (durch Federkraft), dass der Öldruck auf den Druckraum A (siehe Grafik auf Seite 60) gesteuert wird. Die Nockenwellen für Ein- und Auslass stehen somit in „Spät-Stellung“.

Bei fehlendem oder zu geringem Öldruck befinden sich die Nockenwellen auf Grund des Kettenzuges ebenfalls in „Spät-Stellung“.

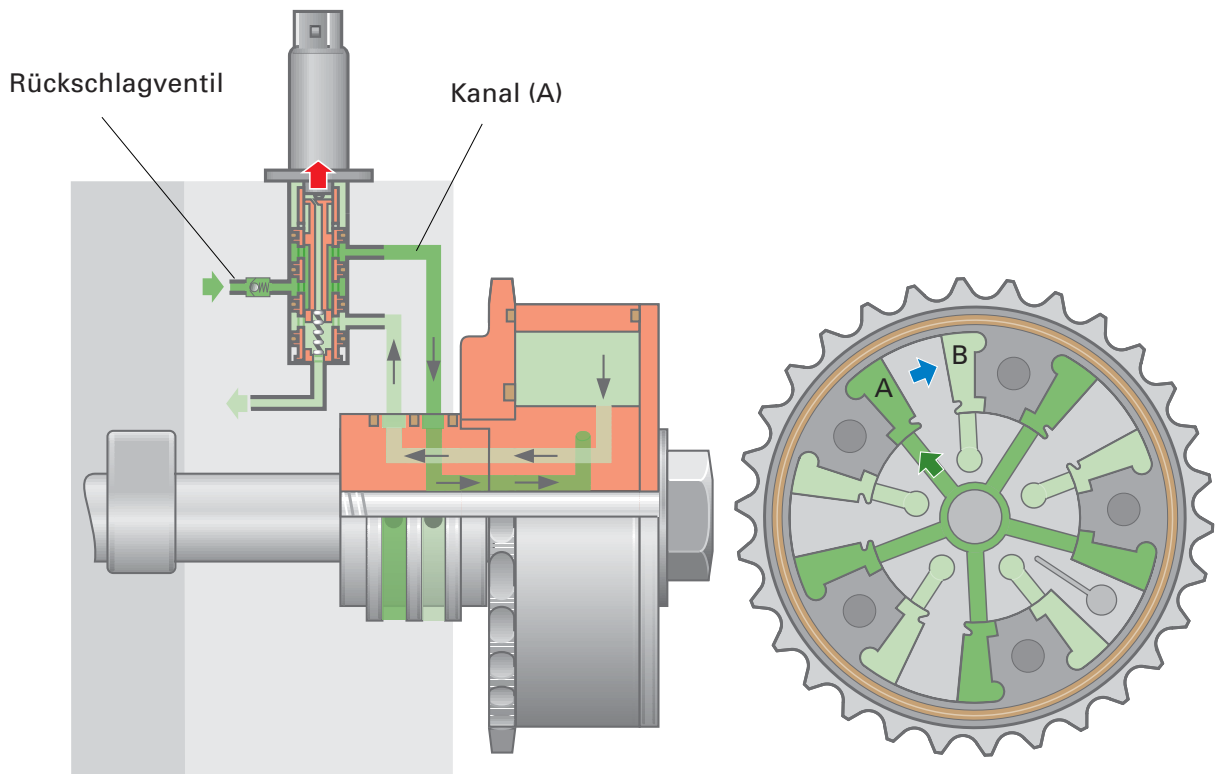


Hydraulische Steuereinheit

SSP267_133

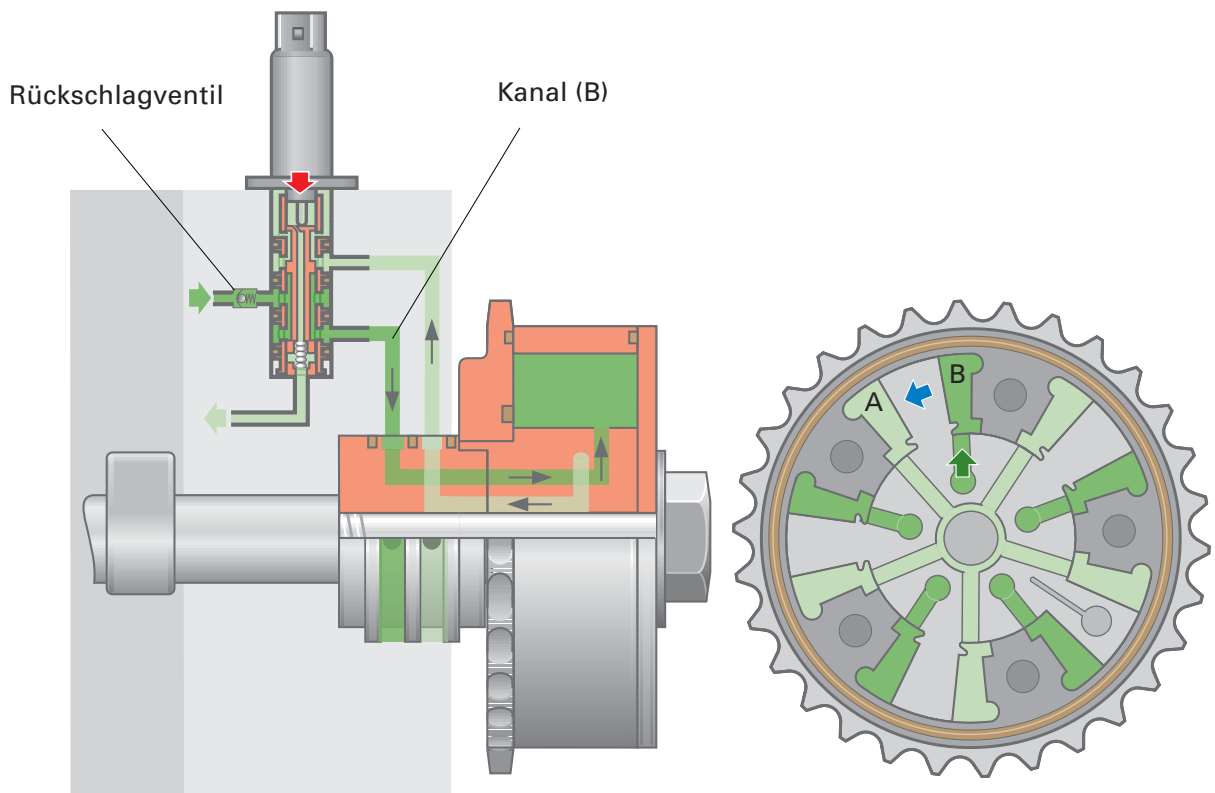


Verstellung in Richtung Spät



SSP267_127

Verstellung in Richtung Früh



SSP267_126

Ölzulauf
 Ölablauf

Verstellung bei Regelstellung

