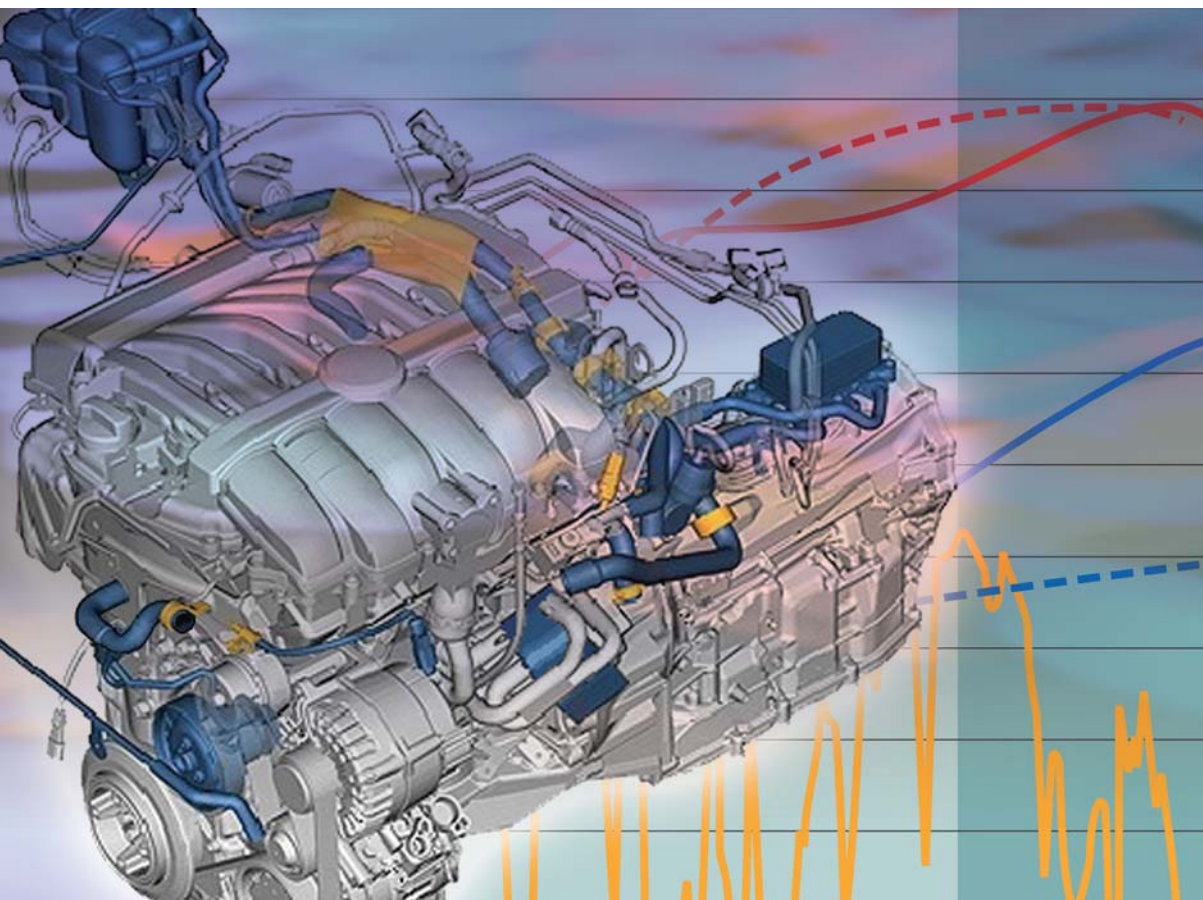




**Selbststudienprogramm 497**

**Das innovative Thermomanagement**  
Konstruktion und Funktion



Seitdem es Kraftfahrzeuge gibt, muss man sich mit dem Temperaturhaushalt des Verbrennungsmotors beschäftigen. Einerseits soll der Motor mit seinen Flüssigkeiten schnell auf Betriebstemperatur gebracht werden, andererseits muss er bei hohen Betriebstemperaturen gekühlt werden. Hinzu kommen kann ein Heizungswunsch der Fahrzeuginsassen. Um diesen thermischen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es eines ausgeklügelten Thermomanagements im Kraftfahrzeug.

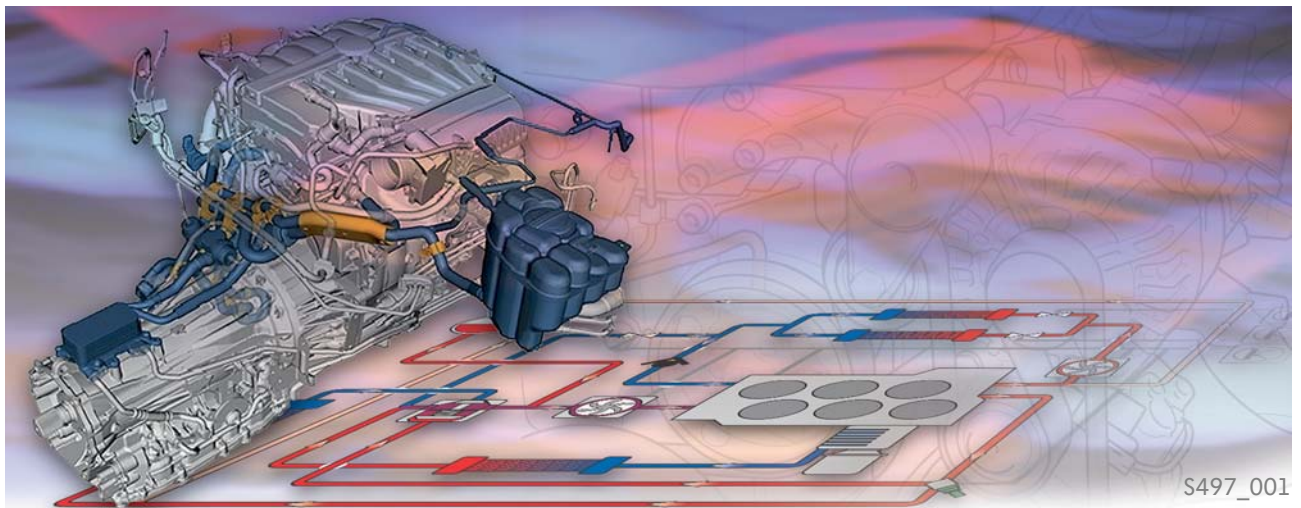
Das innovative Thermomanagement (ITM) ist ein intelligentes Kaltstart- und Warmlaufprogramm für Motor und Getriebe. Es ermöglicht durch die gezielte Steuerung der Kühlmittelströme, dass der Motor und das Getriebe früher auf ihre verbrauchsoptimalen Betriebstemperaturen kommen und auch der Innenraum sich schneller heizen lässt.

Zusammengefasst werden durch den optimierten Wärmehaushalt folgende Vorteile realisiert:

- ein um bis zu 0,3l pro 100km reduzierter Kraftstoffverbrauch
- schnellere Innenraumaufheizung
- schnellerer Warmlauf des Motors
- schnelleres Getriebeaufheizen

In der ersten Entwicklungsstufe hat das ITM schon im Touareg Hybrid eingesetzt und ist im Selbststudienprogramm Nr. 452 beschrieben. Weiterhin ist es im 4,2l-V8-TDI-Motor verbaut. Nähere Informationen zum ITM in diesem Motor befinden sich im Selbststudienprogramm Nr. 467.

In vollem Umfang kommt das ITM im 3,6l-V6-FSI-Motor (Motorkennbuchstabe CGRA) zum Einsatz und wird in diesem Selbststudienprogramm näher erklärt.



S497\_001

**Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar!  
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.**

Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.



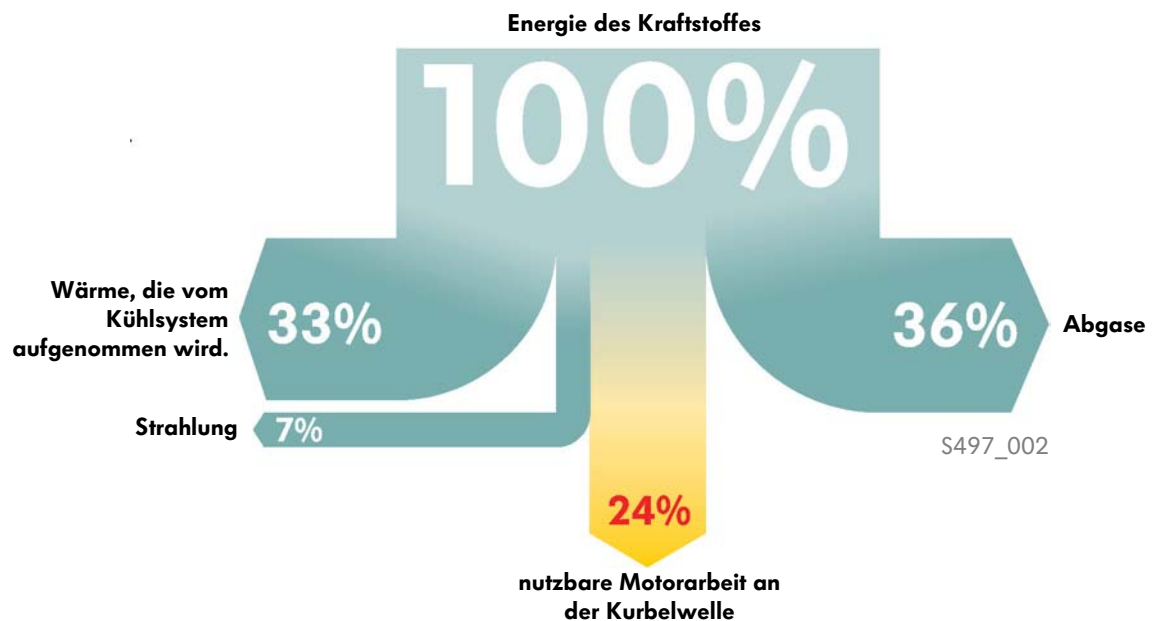
<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>ITM als System</b> .....	<b>7</b>
<b>Kühlkreislauf</b> .....	<b>8</b>
<b>Funktion</b> .....	<b>16</b>
<b>Systemübersicht</b> .....	<b>26</b>
<b>Funktions-Matrix</b> .....	<b>28</b>
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>29</b>





## Das Kühlsystem

Während des Betriebs eines Verbrennungsmotors wird nur etwa ein Drittel der vom Kraftstoff freigesetzten Energie in mechanische Energie zum Antrieb des Fahrzeugs umgewandelt. Die übrigen zwei Drittel werden in Form von Wärme freigesetzt. Davon verlässt etwa die Hälfte den Motor über das Abgas. Der verbleibende Rest (ca. 33%) wird vom Kühlsystem des Motors aufgenommen und abgeführt.



Der Wirkungsgrad einer Verbrennungskraftmaschine wird durch mechanische Reib-Widerstände der sich bewegenden Teile eingeschränkt. Hinzu kommen Verluste im Getriebe, die dazu führen, dass ein Teil der in Form von Kraftstoff bereitgestellten Energie nicht genutzt werden kann.

Motor- und Getriebeöl reduzieren die Reibung beträchtlich, haben jedoch die Eigenschaft, erst im erwärmten Zustand die hierfür optimale Viskosität zu bieten. Und auch die Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe wie Guss- und Schmiede-Eisen sowie Aluminium erfordern eine gewisse Temperatur zur Erreichung des optimalen Betriebspunktes.

Ein kalter, gerade gestarteter Motor mit kaltem Getriebe benötigt also für dieselbe Leistung mehr Kraftstoff als ein Motor mit Getriebe in Betriebstemperatur.

Somit hat das Kühlsystem des Verbrennungsmotors drei Aufgaben:

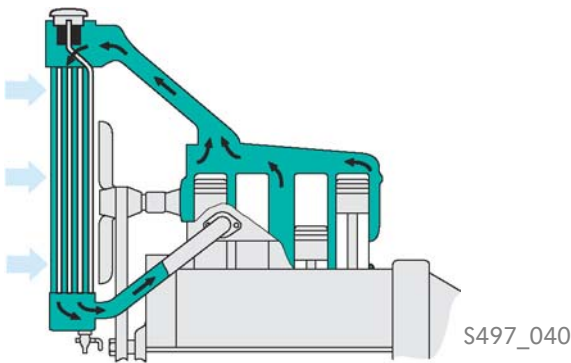
- die bei der Verbrennung entstehende Wärme aufnehmen und an die Umgebung abgeben.
- den Warmlauf des Motors unterstützen.
- den Innenraum aufheizen.

# Die Kühlung des Motors im Allgemeinen

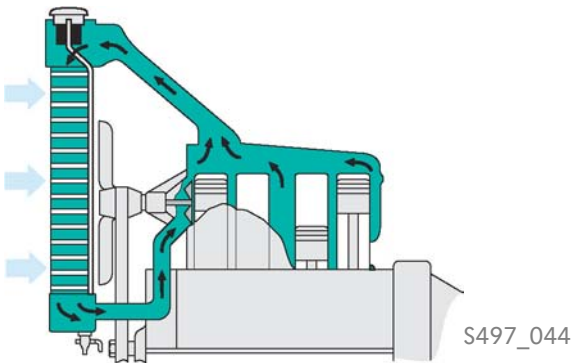
Die bei der Verbrennung des Kraftstoffes erzeugten Temperaturen (bis 2.000 °C) sind für den Betrieb des Motors schädlich. Deshalb wird er auf „Betriebstemperatur“ gekühlt.

Bei der **Luftkühlung** (durch Fahrtwind oder Gebläse) wird die überschüssige Wärme direkt an die Umgebungsluft abgegeben. Um die Wärmeleitfähigkeit der Zylinder und der Zylinderköpfe zu verbessern, werden diese meist aus Leichtmetalllegierungen gegossen und zur Vergrößerung der Kühlfläche mit Kühlrippen versehen.

## Die Thermosyphonkühlung - eine selbsttätige Umlaufkühlung



ab 1910

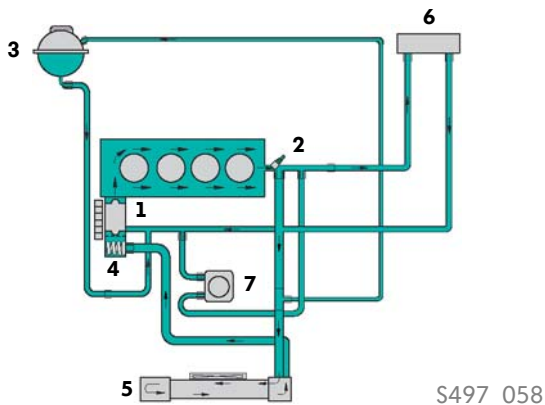


Der Wasserumlauf wird durch eine Wasserpumpe beschleunigt.

Bei der **Thermosyphonkühlung** sind Zylinder und Zylinderkopf doppelwandig ausgeführt. Der Zwischenraum ist mit Kühlflüssigkeit, z. B. Wasser, gefüllt und so ausgebildet, dass ein Kühlflüssigkeitskreislauf entsteht. Diese Thermoumlaufkühlung beruht darauf, dass warmes Wasser eine geringere Dichte, als kaltes Wasser hat. Das erwärmte Wasser steigt deshalb im Wassermantel des Zylinders hoch und kälteres Wasser fließt von unten aus dem Kühler nach. Im späteren Verlauf wurde der Kühlkreislauf durch eine Wasserpumpe beschleunigt. Diese Lösung hat folgende Schwachpunkte:

- lange Warmlaufzeit
- niedrige Motortemperatur während der kalten Jahreszeit
- hoher CO<sub>2</sub>-Ausstoß

## geschlossenes System



Heutige Kühlsysteme sind geschlossene Systeme mit folgenden Bauteilen:

- Kühlwasserpumpe (1)
- Temperatursgeber (2)
- Ausgleichsbehälter (3)
- Thermostat (4)
- Kühler (5)
- Heizungswärmetauscher (6)
- Motorölkühler (7)





## Das innovative Thermomanagement (ITM)

### Allgemeines

Unter Thermomanagement ist allgemein die gezielte Steuerung der Wärmeströme im Fahrzeug zu verstehen. Eine zentrale Rolle kommt dabei der Steuerung des Kühlmittels zu. Dieses kann in seiner Eigenschaft als Wärmeträger nicht nur dazu genutzt werden, Wärme an einer Wärmequelle aufzunehmen („Kühlen“), sondern auch an einer Wärmesenke wieder abzugeben („Heizen“). Wärmetauscher ermöglichen dabei den Wärmeübergang.

### Aufgaben des ITM

Das innovative Thermomanagement hat zwei Aufgaben:

- die Steuerung der Wärmeströme beim Warmlauf des Motors
- die Kühlung des Motors, wenn seine Betriebstemperatur erreicht ist

Steuerung der Wärmeströme beim Warmlauf	Kühlung bei Erreichen der Betriebstemperatur
<p>Da viele Fahrten mit dem Pkw weniger als 15 Kilometer lang sind, hat ein intelligentes Kaltstart- und Aufwärmprogramm große Bedeutung. Das ITM zielt vor allem auf eine Verbesserung des Kaltstartverhaltens ab.</p> <p>Insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen konkurrieren der Wärmebedarf für die Motor- und Getriebebauteile mit dem Wärmebedarf der Innenraumheizung. Das ITM übernimmt hierfür die Mangelverwaltung.</p> <p>Die bei der motorischen Verbrennung entstehende Wärme wird optimal auf das Motor- und Getriebeöl sowie den Innenraum verteilt. Das Erreichen der optimalen Betriebstemperaturen von Motor und Getriebe lässt sich damit beschleunigen. Dem gegenüber ist der Komfort in der Fahrgastzelle, also die Innenraumheizleistung, abzuwägen.</p>	<p>Ist die Betriebstemperatur des Motors erreicht, ist es erforderlich, durch Kühlung die Überschreitung der maximal zulässigen Bauteiltemperaturen zu verhindern. Der Bauteilschutz muss sichergestellt werden. Dazu muss die Überschusswärme über die Kühlkomponenten aus dem Fahrzeug abgeleitet werden. Im Heißbetrieb unterstützt dann das ITM in der Überschussverteilung.</p>

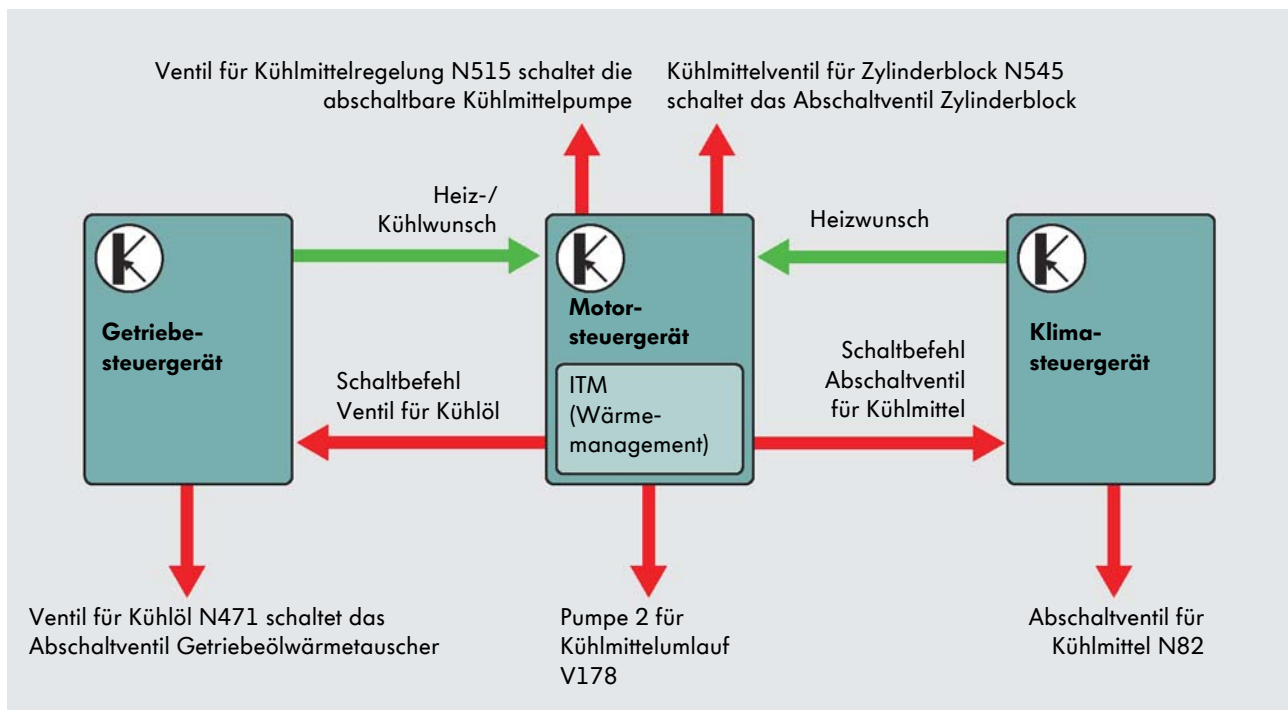


Das innovative Thermomanagement wird in weiteren Motoren seinen Einsatz finden.

## Die Vernetzung

Das ITM-System ist eine Software-Applikation im Motorsteuergerät, die auch als ITM-Wärmemanager bezeichnet wird. Sie bildet eine Vernetzung zwischen dem Motor-, Getriebe- und Klimasteuergerät sowie deren Sensoren und Aktoren. Diese neu entwickelte Software dient der optimalen Verteilung der zur Verfügung stehenden Motorwärme unter Berücksichtigung der Wärme- bzw. Kühlungs-Anforderungen von Innenraum, Motor und Getriebe.

Über den CAN-Datenbus melden Klima- und Getriebesteuergerät ihre Wärmewünsche an den ITM-Wärmemanager im Motorsteuergerät. Diese werden dann zusammen mit weiteren Eingangsgrößen, wie z. B. der Kühlmitteltemperatur im Zylinderkopf sowie dem vom Motorsteuergerät ermittelten Wärmewunsch des Motors, gewichtet. Davon abgeleitet erteilt der ITM-Wärmemanager dann Befehle an die entsprechenden Steuergeräte, welche daraufhin die Ventile bedarfsgerecht ansteuern. Die Pumpen werden vom Motorsteuergerät direkt angesteuert.



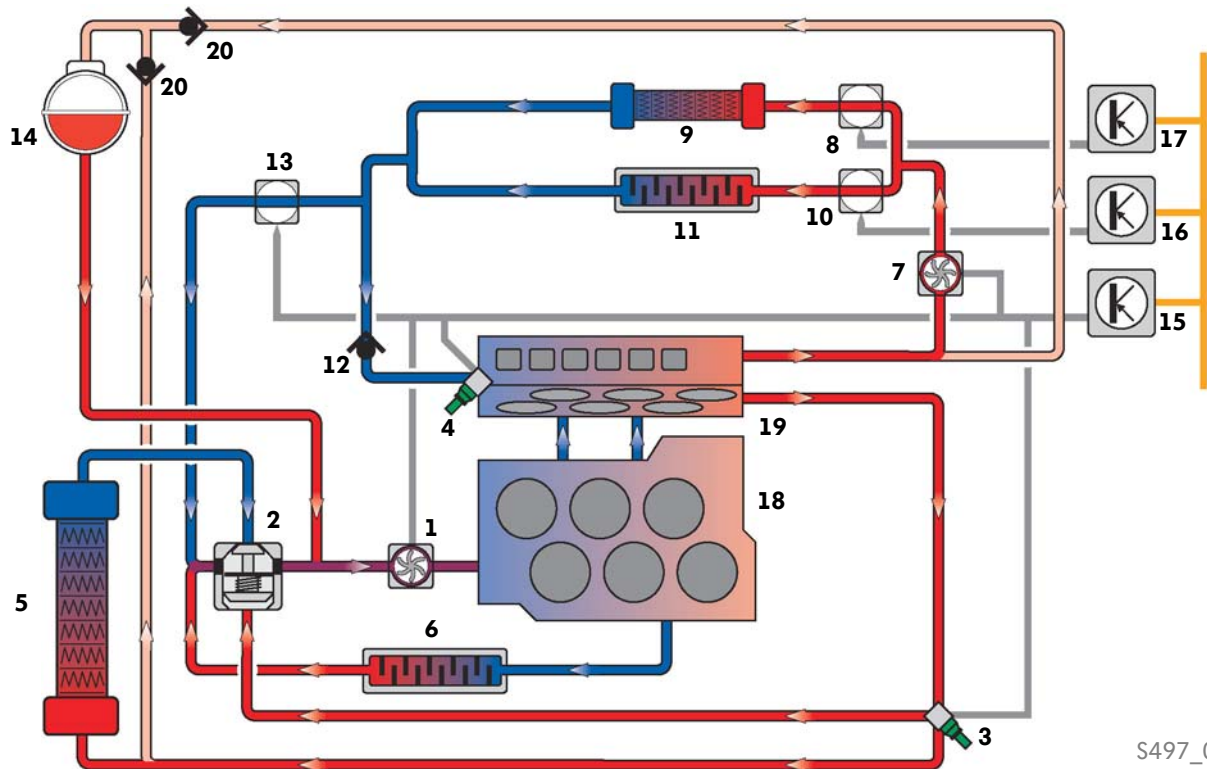
S497\_006

# Kühlkreislauf

## Der Aufbau

Die folgende schematische Darstellung sowie die Übersicht der Einbauorte zeigen den Kühlkreislauf des 3,6l-V6-FSI-Motors.

### schematische Darstellung



S497\_022

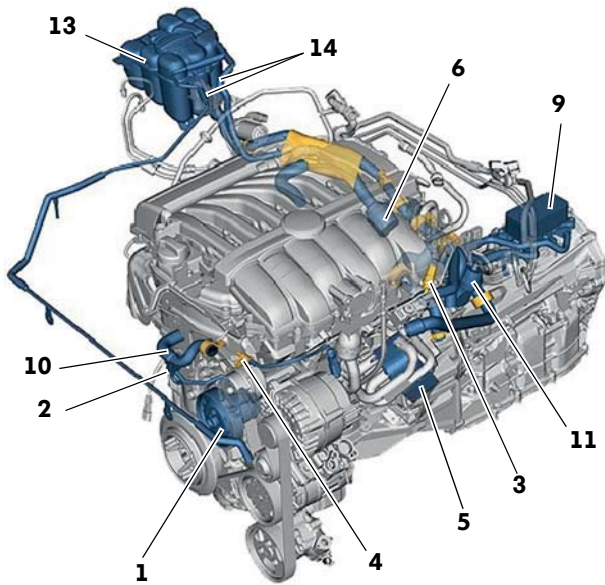
### Legende

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | abschaltbare Kühlmittelpumpe + Ventil für Kühlmittelregelung N515 | 12 | Rückschlagventil Zylinderkopfkreislauf                                 |
| 2  | Thermostat  | 13 | Abschaltventil Zylinderblock + Kühlmittelventil für Zylinderblock N545 |
| 3  | Kühlmitteltemperaturgeber G62                                     | 14 | Ausgleichsbehälter   |
| 4  | Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694                  | 15 | Motorsteuergerät J623  |
| 5  | Hauptwasserkühler   | 16 | Steuergerät für automatisches Getriebe J217                            |
| 6  | Motorölkühler   | 17 | Steuergerät für Climatronic J255                                       |
| 7  | Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178                                 | 18 | Zylinderblock  |
| 8  | Absperrventil für Kühlmittel N82                                  | 19 | Zylinderkopf   |
| 9  | Heizungswärmetauscher   | 20 | Rückschlagventil Kühlmittelrücklauf                                    |
| 10 | Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher + Ventil für Kühllöl N471  |    |  |
| 11 | Getriebeölwärmetauscher   |    |  |



Bei den Positionen 6 und 11 handelt es sich um Kühler, die die Wärme zwischen Öl und Wasser tauschen. Position 5 und 9 sind Kühler, bei denen der Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser erfolgt.

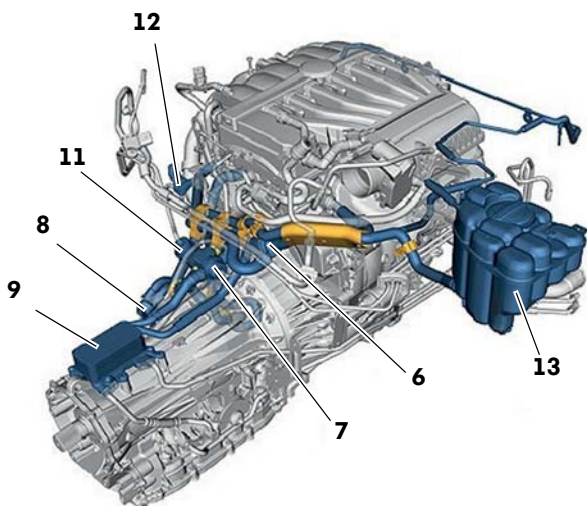
## Einbauorte



S497\_063

### Legende

- 1 abschaltbare Kühlmittelpumpe
- 2 Ventil für Kühlmittelregelung N515
- 3 Kühlmitteltemperaturgeber G62
- 4 Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694
- 5 Motorölkühler
- 6 Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178
- 7 Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher
- 8 Ventil für Kühlöl N471
- 9 Getriebeölwärmetauscher
- 10 Rückschlagventil Zylinderkopfkreislauf
- 11 Abschaltventil Zylinderblock
- 12 Kühlmittelventil für Zylinderblock N545
- 13 Ausgleichsbehälter
- 14 Rückschlagventil Kühlmittelrücklauf



S497\_061



# Kühlkreislauf

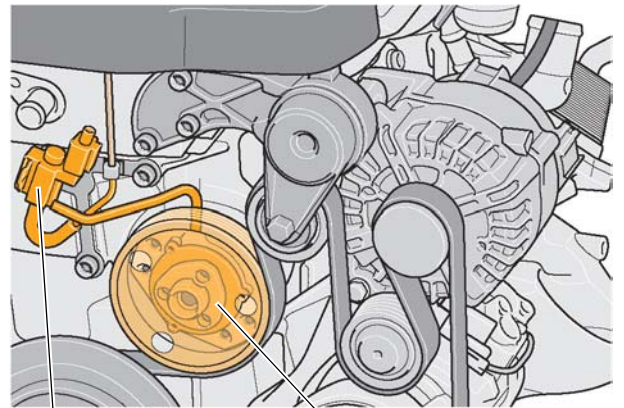
## Die Bauteile

### Abschaltbare Kühlmittelpumpe

#### Aufgabe

Die Kühlmittelpumpe wird permanent über den Riementrieb angetrieben. Dadurch fördert sie die Kühlflüssigkeit im Kühlkreislauf und sorgt dafür, dass ein ausreichender Wärmetransport zu den Wärmetauschern gewährleistet ist.

Während des Kaltstarts und Warmlaufs soll der Motor aber möglichst schnell seine Betriebstemperatur erreichen. Dazu wird die Kühlmittelpumpe per Unterdruck mit einer Blende abgeschaltet. Dadurch steht das Kühlmittel im Motor und wird schneller erwärmt.



Ventil für  
Kühlmittelregelung N515

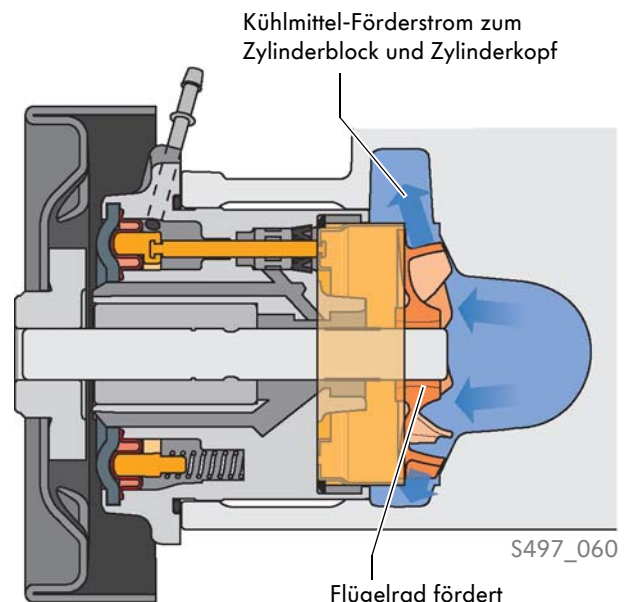
abschaltbare  
Kühlmittelpumpe

S497\_066

#### Funktion

##### Die Kühlmittelpumpe ist „eingeschaltet“:

Beträgt die Kühlmitteltemperatur weniger als  $-15^{\circ}\text{C}$  oder mehr als  $75^{\circ}\text{C}$  ist die Kühlmittelpumpe „eingeschaltet“. Das Kühlmittel wird wie bei einer herkömmlichen Kühlmittelpumpe zum Zylinderblock und Zylinderkopf gefördert.



Kühlmittel-Förderstrom zum  
Zylinderblock und Zylinderkopf

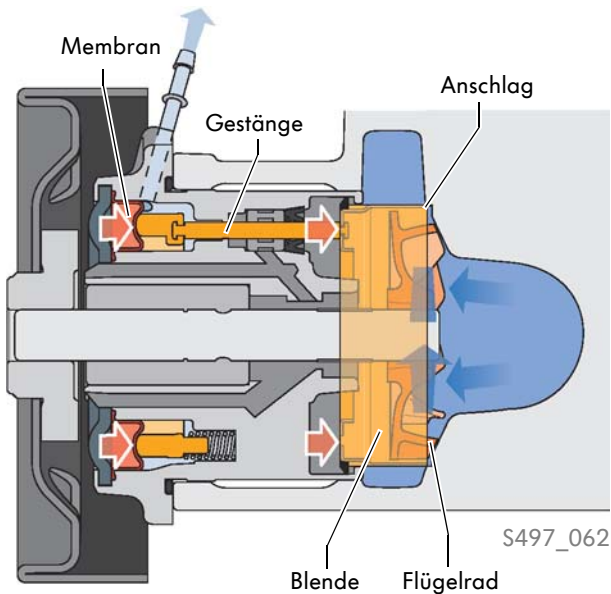
Flügelrad fördert

S497\_060



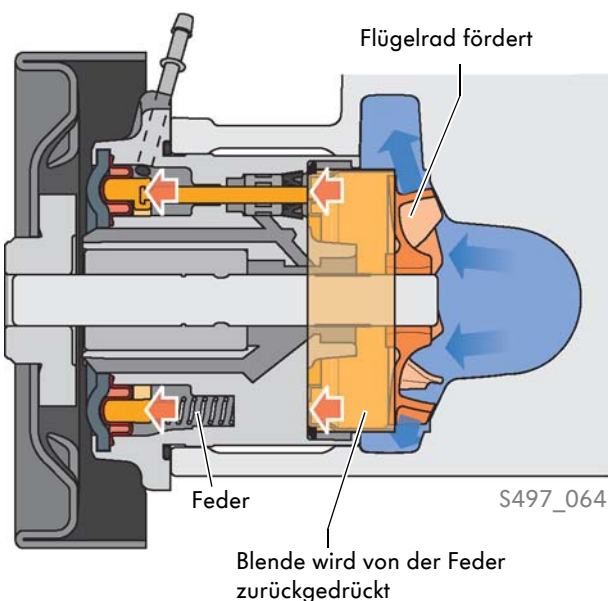
Wann die Kühlmittelpumpe „ein- bzw. abgeschaltet“ wird, ist nicht nur temperaturabhängig. Auch das Drehmoment und die Drehzahl des Motors spielen dabei eine Rolle.

Unterdruckleitung vom Ventil für  
Kühlmittelregelung N515



### Die Kühlmittelpumpe ist „abgeschaltet“:

Beträgt die Kühlmitteltemperatur beim Motorstart zwischen  $-15^{\circ}\text{C}$  und  $75^{\circ}\text{C}$  wird die Kühlmittelpumpe bedingt „abgeschaltet“. Das Ventil für Kühlmittelregelung wird vom Motorsteuergerät angesteuert und gibt den Weg für den Unterdruck frei. Durch den Unterdruck wird die Membran nach rechts gezogen. Da die Blende und die Membran über ein Gestänge miteinander verbunden sind, wird die Blende über das Flügelrad geschoben bis sie am Anschlag anliegt. Der Kühlmittel-Förderstrom wird durch die Blende unterbrochen. Es wird kein Kühlmittel mehr gefördert (siehe auch Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“).



### Die Kühlmittelpumpe wird „getaktet“:

Bei einer Zylinderkopftemperatur von ca.  $75^{\circ}\text{C}$  wird die Kühlmittelpumpe zugeschaltet. Zum Wiedereinschalten wird das Ventil für Kühlmittelregelung einige Male (Mischphase) angesteuert. Dadurch öffnet und schließt die Blende der Kühlmittelpumpe taktweise. So wird sichergestellt, dass sich das kalte Kühlmittel aus dem Zylinderblock nur langsam mit dem warmen Kühlmittel des Zylinderkopfes vermischt.

### Die Kühlmittelpumpe fördert:

Wenn das Ventil für Kühlmittelregelung nicht mehr angesteuert wird, baut sich der Unterdruck ab und die Feder drückt die Blende in die Ausgangslage zurück. Das Flügelrad ist wieder frei und fördert das Kühlmittel in Richtung Motor.

## Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178

Die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178 ist eine durch Pulsweitenmodulierung (PWM) elektronisch geregelte Pumpe.

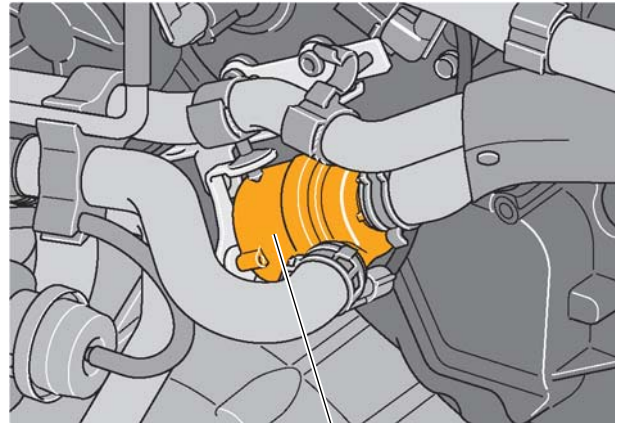
### Aufbau

Der Aufbau der Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf entspricht dem einer Kreiselpumpe. Im Pumpenmodul sind folgende Baugruppen integriert:

- Kreiselpumpe
- Elektromotor
- elektronische Steuerung

Der elektrische Anschluss der Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf ist mit drei Pins ausgestattet:

- Klemme 31
- Batteriespannung von der Klemme 87a
- PWM-Signal vom Motorsteuergerät



Pumpe 2 für  
Kühlmittelumlauf V178

S497\_046

### Funktion

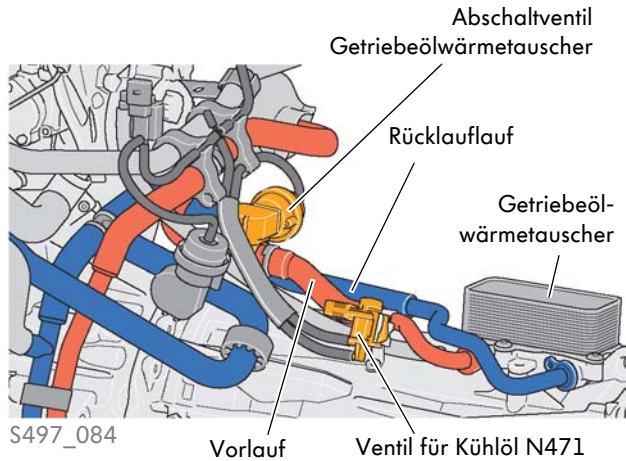
Wenn das Kühlmittel im Zylinderblock steht (siehe Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“), ermöglicht die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf, dass das warme Kühlmittel aus dem Zylinderkopf in den Heizungswärmetauscher gefördert wird. Das heißt, dieser Zylinderkopfkühlkreislauf ist bei abgeschaltetem Hauptkreislauf ein separater Kreislauf mit eigener Pumpe. So kann der Zylinderkopf gekühlt sowie der Heizungswärmetauscher mit warmem Kühlmittel versorgt werden, ohne den Zylinderblock zu kühlen.

Wenn die Kühlmittelpumpe fördert, aber das Abschaltventil Zylinderblock noch geschlossen ist, ermöglicht die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf, dass das warme Kühlmittel in den Getriebeölwärmetauscher sowie, je nach Heizungsanforderung, in den Heizungswärmetauscher gefördert wird (siehe Teilfunktion „Getriebeölheizen“).

Weiterhin unterstützt die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf bei warmem Motor unterhalb einer Motordrehzahl von 1240 U/min die Kühlmittelpumpe für die Innenraumheizung.

# Die Ventile und ihre Funktionen

## Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher und Ventil für Kühlöl N471



Das Ventil für Kühlöl N471 ist ein elektromagnetisches Umschaltventil. Dieses schaltet die Unterdruckzufuhr zum pneumatischen Ventil, dem Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher.

Mit diesen beiden Ventilen wird der Durchfluss durch den Getriebeölwärmetauscher unterbrochen bzw. ermöglicht.



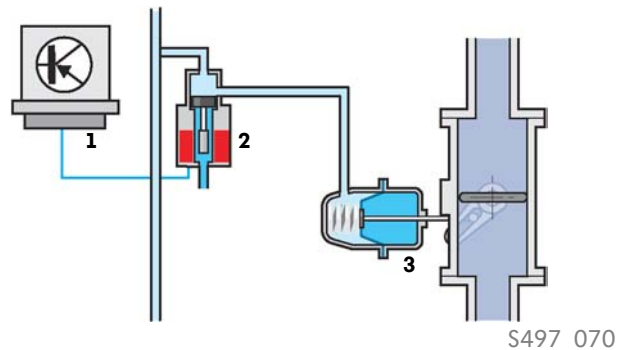
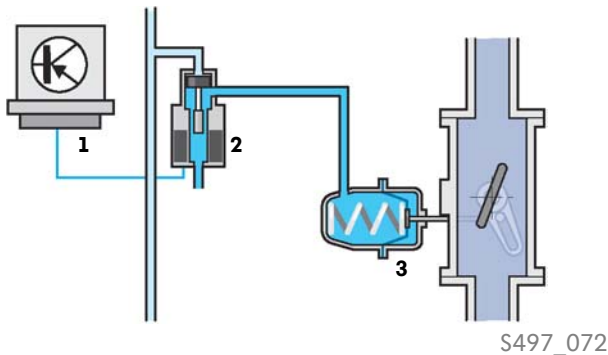
### Funktionsprinzip

#### unbestromt

Unbestromt schließt das Ventil für Kühlöl N471 die Unterdruckleitung zum Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher. Die Kühlmittleitung zum Getriebeölwärmetauscher ist durch das Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher geöffnet.

#### bestromt

Wird das Kühlmittelventil für Getriebe N488 bestromt, öffnet es die Unterdruckleitung zum Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher. Durch den Unterdruck schließt dann das Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher die Kühlmittleitung zum Getriebeölwärmetauscher.



### Legende

- 1 Motorsteuergerät J623
- 2 Ventil für Kühlöl N471
- 3 Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher

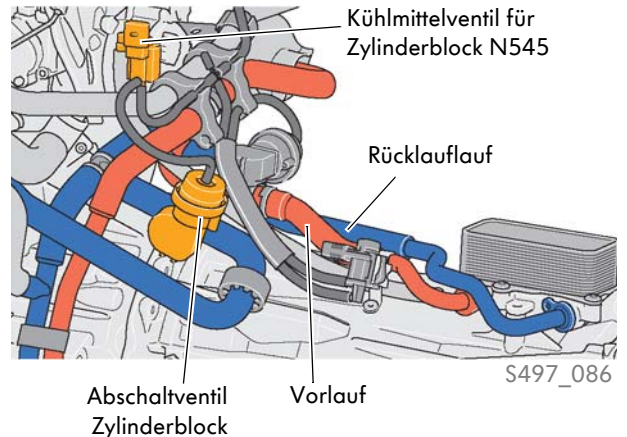
# Kühlkreislauf

## Abschaltventil Zylinderblock und Kühlmittelventil für Zylinderblock N545

Das Kühlmittelventil für Zylinderblock N545 ist ein elektromagnetisches Umschaltventil. Dieses schaltet die Unterdruckzufuhr zum pneumatischen Ventil, dem Abschaltventil Zylinderblock. Mit diesen beiden Ventilen kann der Kühlmittelstrom von der Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178 zum Zylinderblock unterbrochen und so die Versorgung des Zylinderblocks mit kaltem Kühlmittel während des Warmlaufs verhindert werden.

### Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip dieser Ventile ist mit dem des Kühlmittelventils für Getriebe N488 und dem des Abschaltventils Getriebeölwärmetauscher identisch.

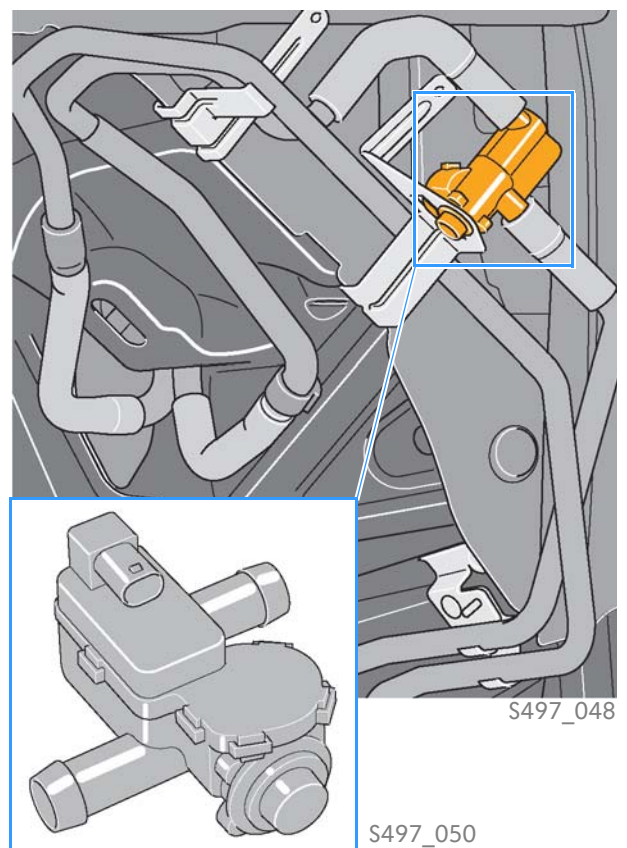


## Absperrventil für Kühlmittel N82

Das Absperrventil für Kühlmittel N82 ist im Radhauskasten, in Fahrtrichtung links, verbaut.

Es ist ein elektromotorisches Ventil. Es enthält einen kleinen Elektromotor, der mittels eines Schneckengetriebes den Absperrkolben verstellt.

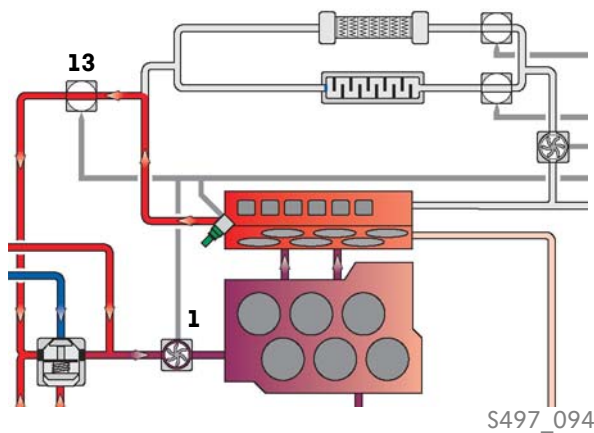
Mit diesem Ventil wird der Durchfluss durch den Heizungswärmetauscher unterbrochen bzw. ermöglicht.



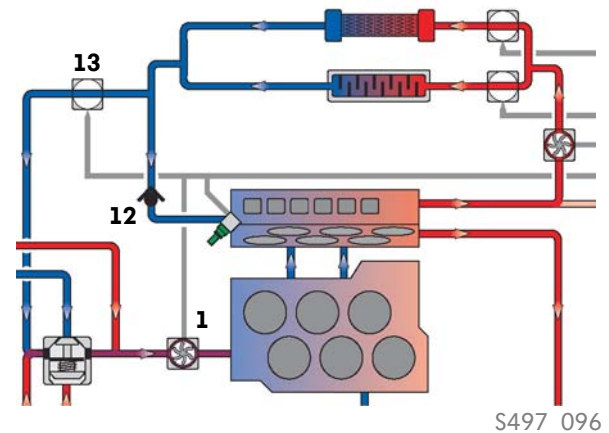
## Rückschlagventil Zylinderkopfkreislauf

Das Rückschlagventil im Zylinderkopfkreislauf (12) verhindert im Normalbetrieb, dass bedeutet der Motor ist betriebswarm und das Abschaltventil Zylinderblock (13) ist offen, dass das Kühlmittel vom stirnseitigen Zylinderkopfanschluss direkt zur abschaltbaren Kühlmittelpumpe (1) strömt. Es sorgt dafür, dass der Zylinderkopfkreislauf durchströmt wird.

### unzulässige Kühlmittelströmung (ohne Rückschlagventil)



### zulässige Kühlmittelströmung (mit Rückschlagventil)



## Rückschlagventil Kühlmittelrücklauf

Die Rückschlagventile im Kühlmittelrücklauf zum Ausgleichsbehälter verhindern, dass die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178 Luft aus dem Ausgleichsbehälter in das Kühlsystem zieht.

## Kühlmitteltemperaturgeber G62

Dieser Temperaturgeber misst die Kühlmitteltemperatur am Kühlmittelaustritt des Motors.

Die Temperaturinformation wird für die Kühlmitteltemperatur-Regelung im Kühlkreislauf (d. h. Ansteuerung der Kühlerlüfter) verwendet.

## Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694

Dieser Temperaturgeber ist brennraumnah im Zylinderkopf verbaut und misst die Kühlmitteltemperatur.

Die Temperaturinformation wird verwendet, um die Heizphase des Motors zu steuern und dient zur Vermeidung des Kühlmittelsiedens während der Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“.



Um die Funktion des innovativen Thermomanagements besser zu verstehen, ist dieses Kapitel in zwei Abschnitte gegliedert.

Im Abschnitt „Die Teilfunktionen des ITM“ werden die vier Grundfunktionen erklärt.

Im Abschnitt „Die Aufheizstrategie“ wird der Ablauf des Warmlaufprogramms sowie das Zusammenspiel der Teilfunktionen während dieses Ablaufs beschrieben.

## Die Teilfunktionen des ITM

Das innovative Thermomanagement (ITM) lässt sich in vier Teilfunktionen unterteilen:

Teilfunktion 1 - Stehendes Kühlwasser

Teilfunktion 2 - Autarkes Heizen

Teilfunktion 3 - Getriebeölheizen

Teilfunktion 4 - Abtrennung des Innenraumheizkreislaufs

Diese vier Grundfunktionen betreffen jeweils ein eigenes Teilsystem des Gesamtfahrzeuges.

So kann

- das „Getriebeölheizen“ dem Getriebe,
- die „Abtrennung der Innenraumheizung“ sowie „Autarkes Heizen“ dem Heiz-/Klima-System und
- „Stehendes Kühlwasser“ dem Motor zugeordnet werden.

Die Teilfunktionen können auch unabhängig voneinander aktiv werden.

Beim 3,6 l-V6-FSI-Motor werden alle vier Teilfunktionen umgesetzt. Deshalb werden nachfolgend die Teilfunktionen am Beispiel des Kühlkreislaufes dieses Motors näher erläutert.



Bei einem Motorstart mit einer Kühlmitteltemperatur kleiner als  $-15^{\circ}\text{C}$  funktioniert das ITM eingeschränkt. Die Teilfunktionen 1 und 2 sind deaktiviert und das Abschaltventil Zylinderblock wird nicht geschlossen.

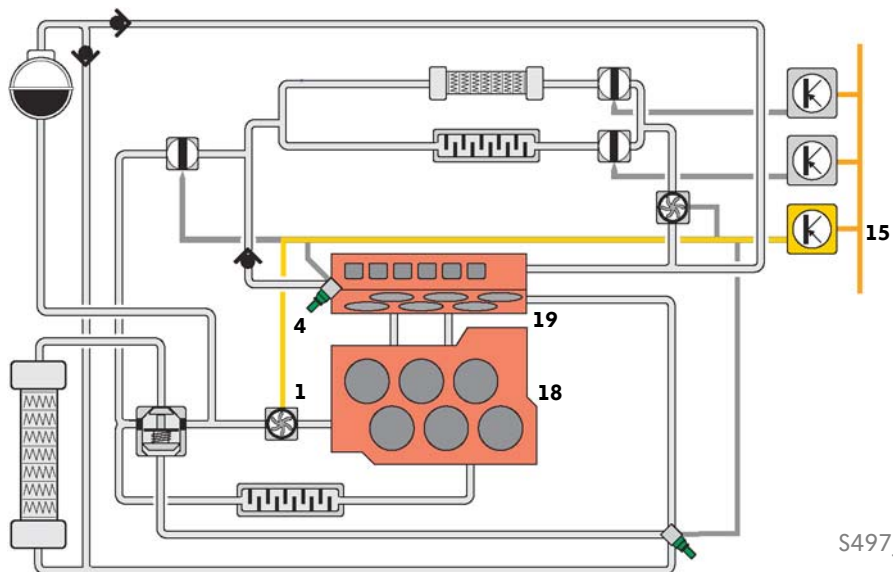
## Teilfunktion 1 - Stehendes Kühlwasser

### Aufgabe

Diese Funktion dient zur Schnellaufwärmung des Motors. Durch Abschaltung des Kühlmittelkreislaufs wird ein Zirkulieren des Kühlmittels im ganzen Motor verhindert. Das stehende Kühlwasser wird mit der abschaltbaren Kühlmittelpumpe erreicht.

### Funktion

Beträgt die Kühlmitteltemperatur beim Motorstart zwischen  $-15^{\circ}\text{C}$  und  $75^{\circ}\text{C}$  steuert das Motorsteuergerät die Kühlmittelpumpe an. Die Blende wird über das Flügelrad geschoben und der Kühlmittelstrom wird durch die Blende unterbrochen. Dadurch wird der Kühlmittelstrom zum Stehen gebracht und die Aufwärmzeit des gesamten Motors verkürzt (siehe auch Funktion der abschaltbaren Kühlmittelpumpe auf Seite 11).



### Legende

- 1 abschaltbare Kühlmittelpumpe
- 4 Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694
- 15 Motorsteuergerät J623
- 18 Zylinderblock
- 19 Zylinderkopf



## Teilfunktion 2 - Autarkes Heizen

### Aufgabe

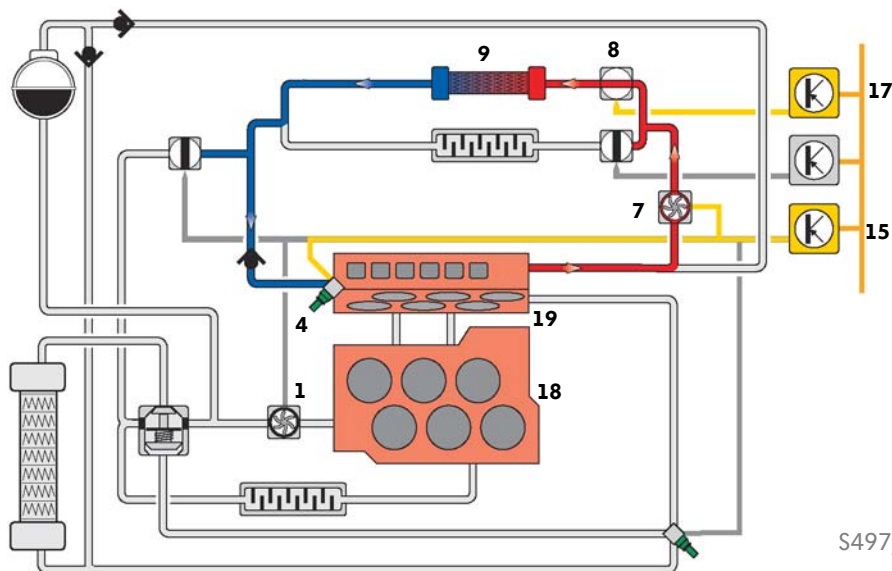
Diese Funktion dient der schnellen Erwärmung des Fahrzeuginnenraums nach einer Heizungsanforderung durch den Fahrgast. Dafür wird die Wärme aus dem Zylinderkopf für den Heizungswärmetauscher genutzt.

### Funktion

Der Fahrgast stellt über das Klimabedienteil eine Heizungsanforderung. Das Steuergerät für Climatronic ordnet diese Heizungsanforderung eine der folgenden vier Stufen zu:

- Stufe 0 = maximaler Heizwunsch oder Defrostanforderung
- Stufe 1 = mittlerer Heizwunsch
- Stufe 2 = kleiner Heizwunsch
- Stufe 3 = kein Heizwunsch

Bei einer Innenraumheizanforderung der Stufen 0 bis 2 wird die Teilfunktion 2 - Autarkes Heizen aktiv. Nach Erreichen einer definierten Temperaturschwelle im Zylinderkopf wird durch das Motorsteuergerät die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf aktiviert. Gleichzeitig wird durch das Steuergerät für Climatronic das Absperrventil für Kühlmittel N82 nach Schaltbefehl des Motorsteuergerätes geöffnet. Das ermöglicht eine autarke Durchströmung des Zylinderkopfes und des Heizungswärmetauschers, während gleichzeitig das Kühlmittel im Zylinderblock weiterhin steht.



### Legende

- |   |  |    |                                  |
|---|--|----|----------------------------------|
| 1 | abschaltbare Kühlmittelpumpe                     | 15 | Motorsteuergerät J623            |
| 4 | Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694 | 17 | Steuergerät für Climatronic J255 |
| 7 | Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178                | 18 | Zylinderblock                    |
| 8 | Absperrventil für Kühlmittel N82                 | 19 | Zylinderkopf                     |
| 9 | Heizungswärmetauscher                            |    |                                  |

## Teilfunktion 3 - Getriebeölheizen

### Aufgabe

Diese Funktion sorgt für eine Schnellaufwärmung des Getriebes durch Zuschaltung des Getriebeölwärmetauschers. Dadurch kann das Getriebeöl gezielt vom wärmeren Kühlmittel aufgeheizt werden.

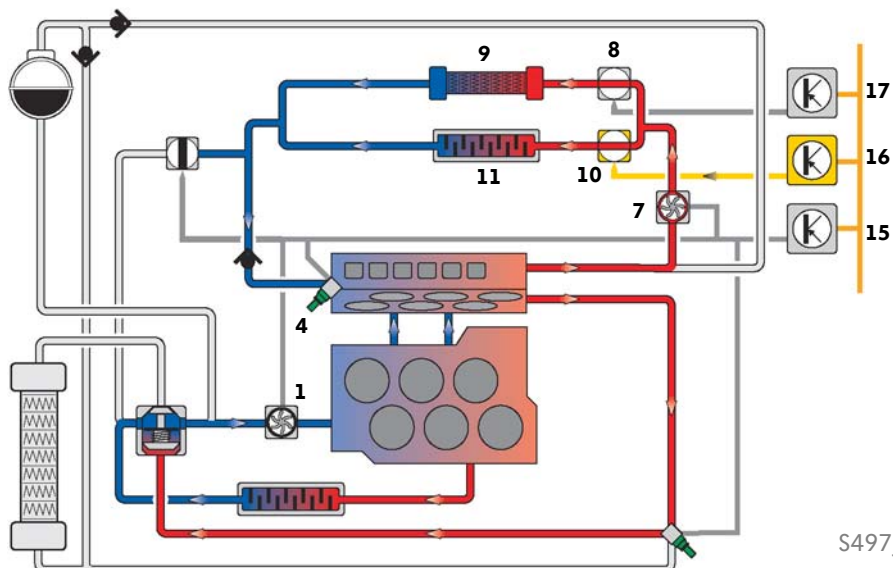
### Funktion

Wenn ein geeigneter Kühlmitteltemperaturbereich (ab ca. 82°C Zylinderkopftemperatur) vorliegt und das Kühlmittel wärmer ist als das Getriebeöl, ist die Teilfunktion 3 - Getriebeölheizen möglich.

Je nach Getriebeheizbedarf öffnet das Getriebesteuergerät nach Schaltbefehl des Motorsteuergerätes das Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher. Dadurch wird der Durchfluss durch den Getriebeölwärmetauscher ermöglicht. So gelangt mit dem im Zylinderkopf erwärmten Kühlmittel Wärme zum Getriebe.

Das Steuergerät für Climatronic hat auch Einfluss auf diese Teilfunktion. Bei einer Innenraumheizanforderung der Stufen 1 bis 3 ist „Getriebeölheizen“ (wie oben beschrieben) möglich.

Bei maximaler Innenraumheizanforderung der Stufe 0 hingegen, wird das Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher zwingend geschlossen. Die erforderliche Anforderung wird vom Klima- über das Motor- an das Getriebesteuergerät geleitet. Das gesamte warme Kühlmittel fließt dann durch den Heizungswärmetauscher.



### Legende

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | abschaltbare Kühlmittelpumpe                     | 10 | Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher      |
| 4 | Temperaturgeber für Motortemperaturregelung G694 | 11 | Getriebeölwärmetauscher                     |
| 7 | Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178                | 15 | Motorsteuergerät J623                       |
| 8 | Absperrventil für Kühlmittel N82                 | 16 | Steuergerät für automatisches Getriebe J217 |
| 9 | Heizungswärmetauscher                            | 17 | Steuergerät für Climatronic J255            |

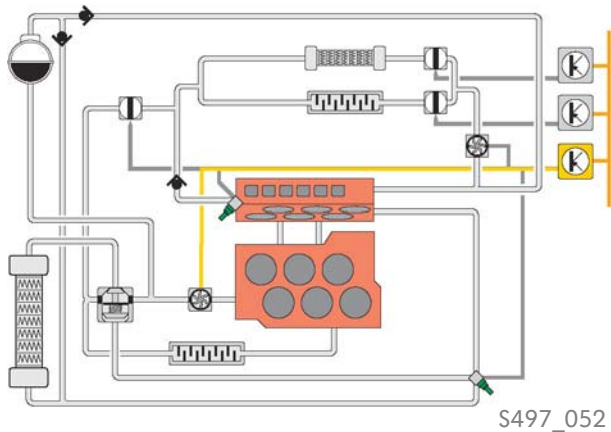




# Die Aufheizstrategie

Die Aufheizstrategie ist von vielen Faktoren (wie z. B. Heizungswunsch, Drehzahl, Drehmoment, Sommer- oder Winterbetrieb) abhängig.

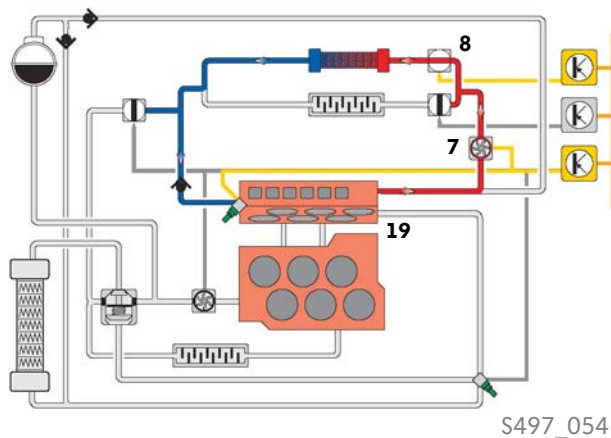
## Grundsätzliche Strategie (Winterbetrieb)



S497\_052

### Phase 1

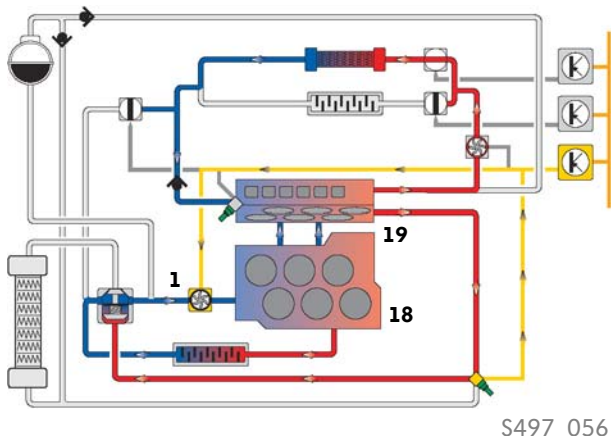
Für eine schnelle Erwärmung des Zylinderblocks sorgt nach dem Start zuerst die Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“.



S497\_054

### Phase 2

Nach einem Heizwunsch der Klimaanlage wird zunächst mit der Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf (7) die Wärmeabfuhr aus dem Zylinderkopf (19) aktiv (Zylinderkopfkreislauf). Gleichzeitig wird durch Öffnen des Absperrventils für Kühlmittel (8) die Teilfunktion „Autarkes Heizen“ aktiv. Der Kühlmittelstrom im Zylinderblock ist noch durch die Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“ abgeschaltet.



S497\_056

### Phase 3

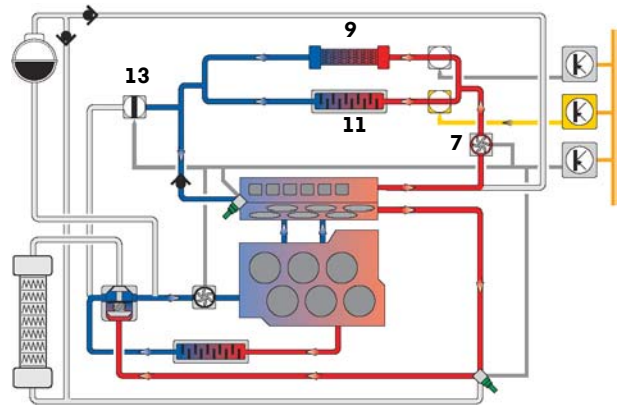
Bei einer Zylinderkopftemperatur von ca. 75°C wird die Kühlmittelpumpe (1) zugeschaltet. Dabei wird in der Übergangsphase zur Angleichung der Kühlmitteltemperaturen im Zylinderblock (18) und im -kopf (19) eine Taktung der Kühlmittelpumpe vorgenommen, das bedeutet die Blende der Kühlmittelpumpe wird taktweise geöffnet und wieder geschlossen. Danach fördert die Kühlmittelpumpe dauerhaft.



# Funktion

## Phase 4

Im Anschluss wird das Getriebeöl über den Getriebeölwärmetauscher (11) erwärmt (Teilfunktion „Getriebeölheizen“). Da das Abschaltventil Zylinderblock (13) noch geschlossen ist, ermöglicht die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf (7), dass das warme Kühlmittel in den Getriebeölwärmetauscher (11) sowie je nach Innenraumheizanforderung, in den Heizungswärmetauscher (9) gefördert wird.

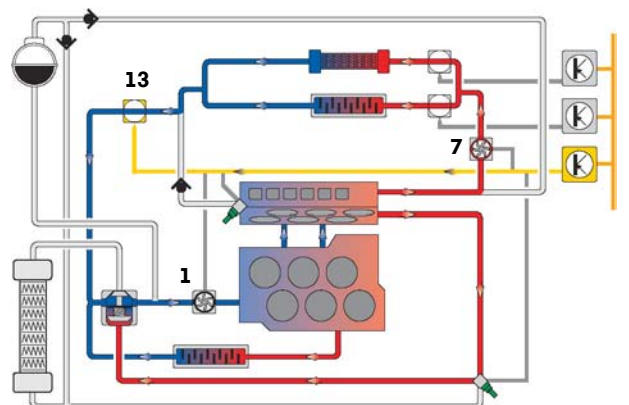


S497\_088

## Phase 5

Wenn der Motor betriebswarm ist (ca. 87°C), wird das Abschaltventil Zylinderblock (13) geöffnet. Der Warmlauf ist beendet.

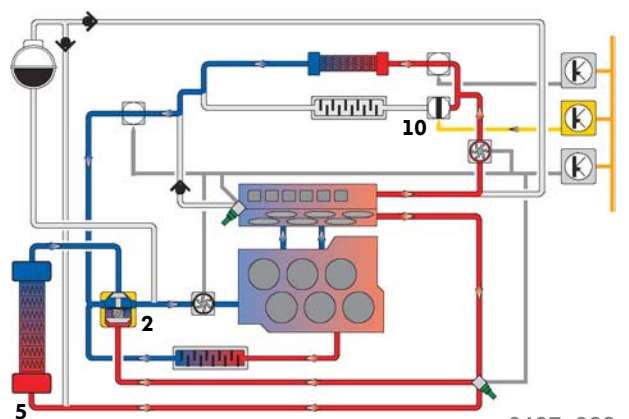
Die Förderleistung der Kühlmittelpumpe (1) reicht in der Regel in diesem Betriebszustand aus, um bei Bedarf eine Heizungsanforderung ohne Unterstützung der Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf (7) gerecht zu werden. Eine Unterstützung durch die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf erfolgt bei laufender Kühlmittelpumpe nur unterhalb einer Motordrehzahl von 1240 U/min.



S497\_090

## Phase 6

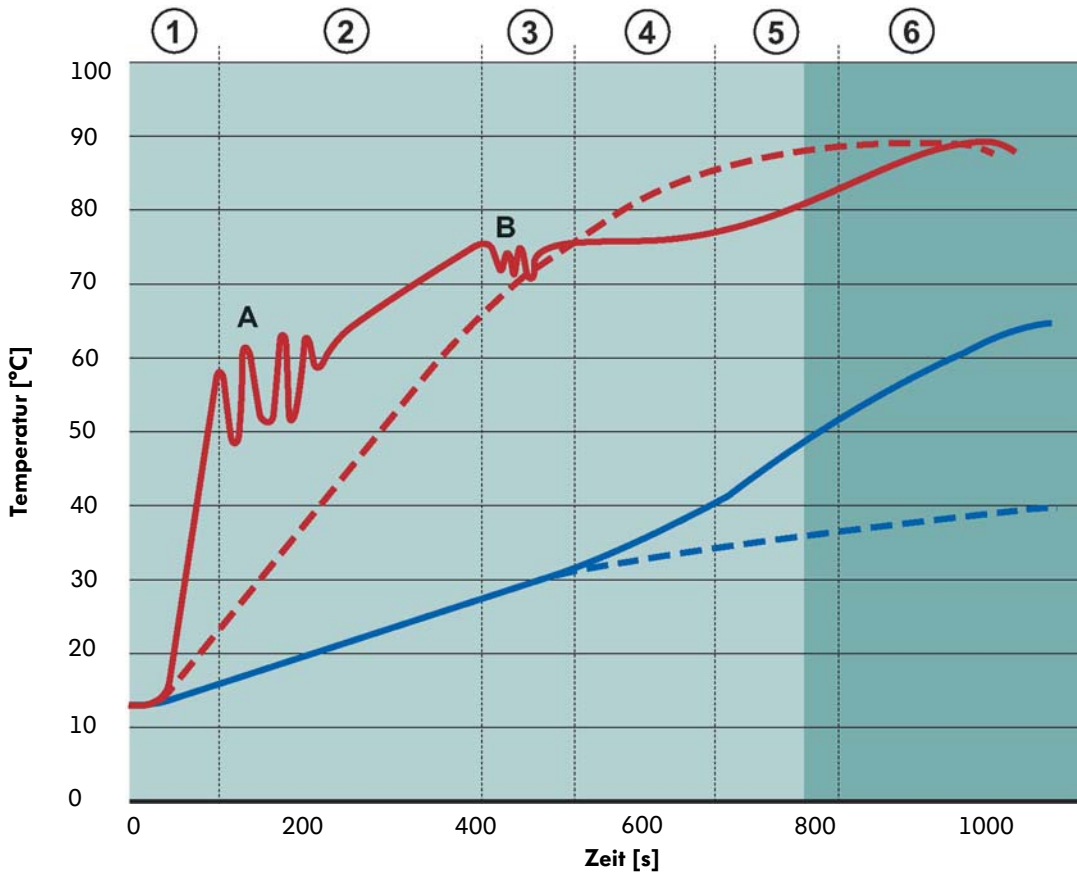
Im weiteren Verlauf der Motorerwärmung öffnet das Thermostat (2) bei einer Temperatur von 89°C den großen Kühlkreislauf mit dem Hauptwasserkühler (5). Dadurch wird ein Überhitzen der Bauteile verhindert. Nach Erreichen der Betriebstemperatur des Getriebes wird das Getriebeölheizen durch Schließen des Abschaltventils Getriebeölwärmetauscher (10) wieder beendet.



S497\_092

## Die Warmlaufkurven (Winterbetrieb)

Die nachfolgenden Kurven zeigen den Einfluss des ITM auf die Kühlmitteltemperatur sowie auf die Getriebeöltemperatur während des Warmlaufs des Motors.



S497\_010

### Legende

- = Kühlmitteltemperatur mit ITM
- - - = Kühlmitteltemperatur ohne ITM
- = Getriebeöltemperatur mit ITM
- - - = Getriebeöltemperatur ohne ITM
- = Kaltstart mit ITM
- = Motor warm

- ① = Phase 1
- ② = Phase 2
- ③ = Phase 3
- ④ = Phase 4
- ⑤ = Phase 5
- ⑥ = Phase 6

A = Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf wird bedarfsgerecht, pulsweitenmoduliert zugeschaltet.

B = Kühlmittelpumpe wird getaktet.

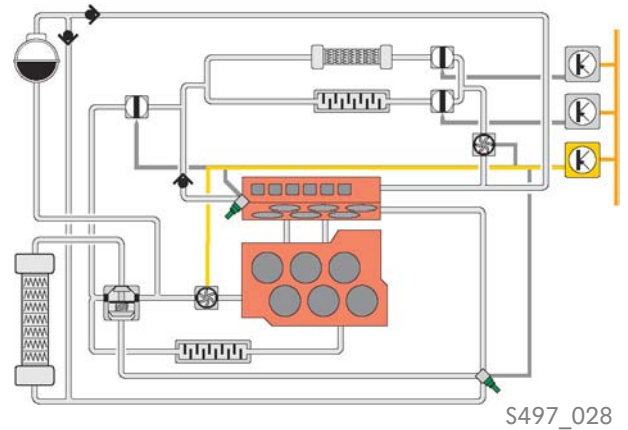


# Funktion

## Grundsätzliche Strategie (Sommerbetrieb)

### Phase 1

Für eine schnelle Erwärmung des Zylinderblocks sorgt nach dem Start zuerst die Teilfunktion „Stehendes Kühlwasser“.

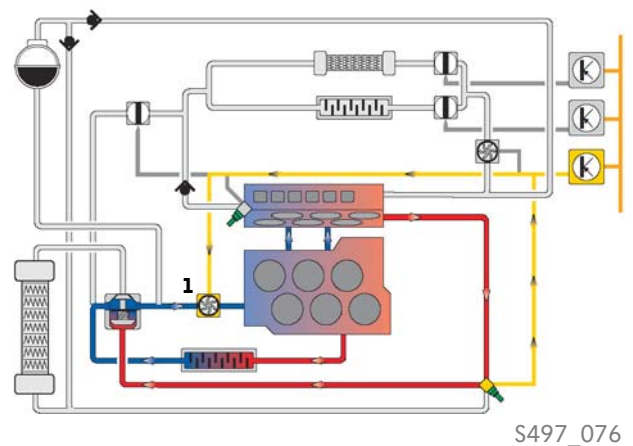


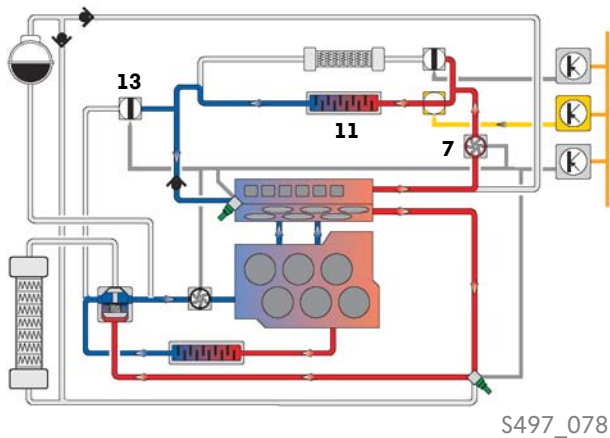
### Phase 2

Da kein Heizwunsch vorliegt, wird die Teilfunktion „Autarkes Heizen“ nicht aktiv.

### Phase 3

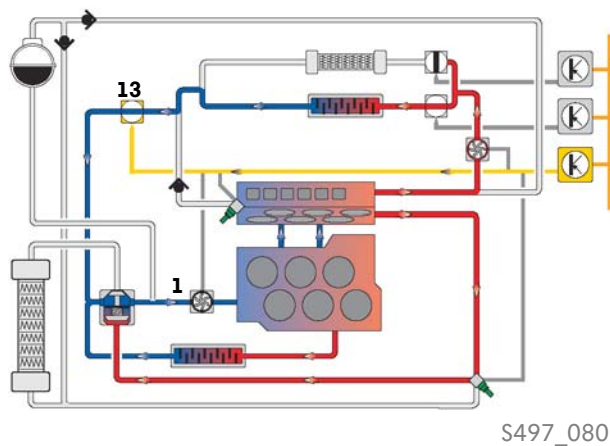
Bei einer Zylinderkopftemperatur von ca. 75°C wird die Kühlmittelpumpe (1) zugeschaltet. Dabei wird in der Übergangsphase zur Angleichung der Kühlmitteltemperaturen im Zylinderblock (18) und im -kopf (19) eine Taktung der Kühlmittelpumpe vorgenommen, das bedeutet die Blende der Kühlmittelpumpe wird taktweise geöffnet und wieder geschlossen. Danach fördert die Kühlmittelpumpe dauerhaft.





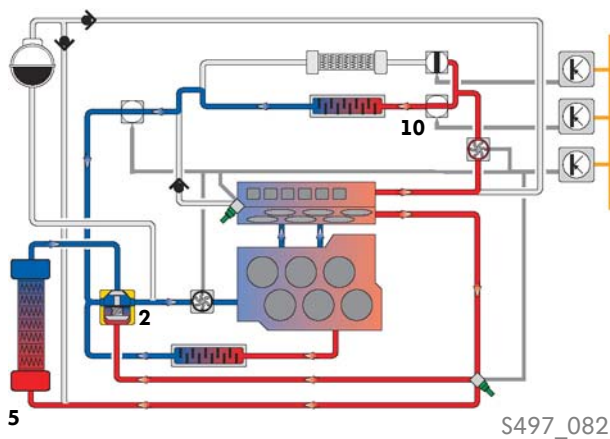
#### Phase 4

Im Anschluss wird das Getriebeöl über den Getriebeölwärmetauscher (11) erwärmt (Teilfunktion „Getriebeölheizen“). Da das Abschaltventil Zylinderblock (13) noch geschlossen ist, ermöglicht die Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf (7), dass das warme Kühlmittel in den Getriebeölwärmetauscher gefördert wird.



#### Phase 5

Wenn der Motor betriebswarm ist (ca. 87°C), wird das Abschaltventil Zylinderblock (13) geöffnet. Der Warmlauf ist beendet.



#### Phase 6

Im weiteren Verlauf der Motorerwärmung öffnet das Thermostat (2) bei einer Temperatur von 89°C den großen Kühlkreislauf mit dem Hauptwasserkühler (5). Dadurch wird ein Überhitzen der Bauteile verhindert. Weil keine Heizungsanforderung besteht, bleibt auch nach Erreichen der Betriebstemperatur des Getriebes das Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher (10) offen, um sicherzustellen, dass der Zylinderkopf durchströmt wird.



# Systemübersicht

## Sensoren

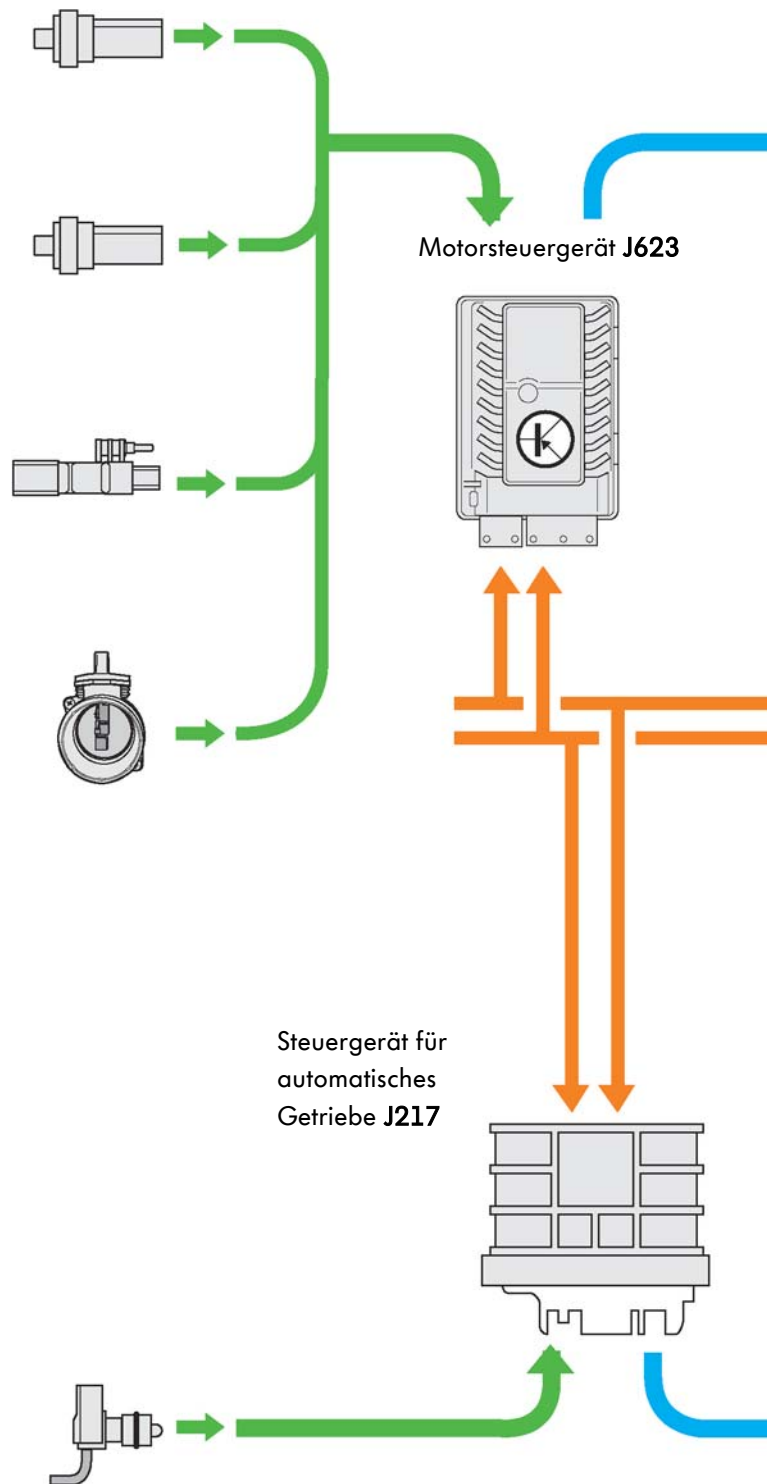
Kühlmitteltemperaturgeber **G62**

Temperaturgeber für Motortemperaturregelung **G694**

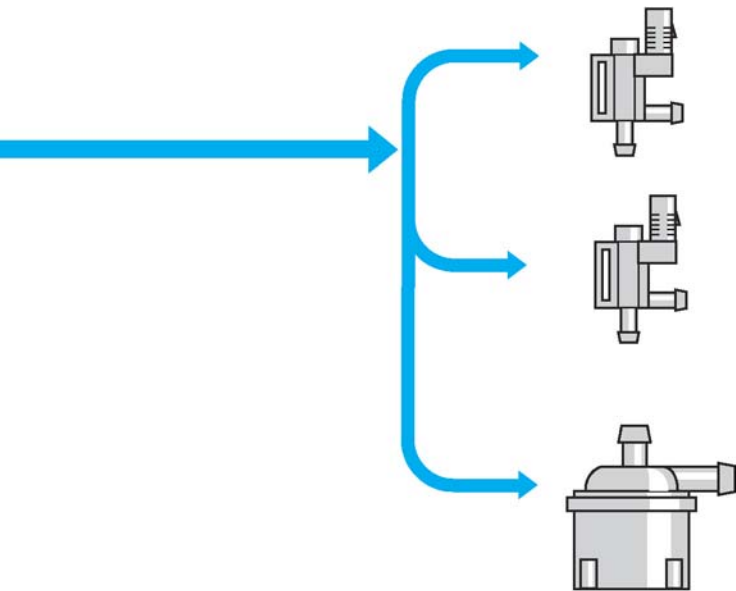
Geber für Motordrehzahl **G28**

Luftmassenmesser **G70** mit  
Geber für Ansauglufttemperatur **G42**

Getriebeöltemperaturgeber **G93**



## Aktoren



S497\_216

# Funktions-Matrix

Die ITM-Funktionen sind je nach Motorisierung unterschiedlich ausgeprägt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, welche der vier Teilfunktionen bei den Motoren mit ITM umgesetzt wurden.

	<b>Stehendes Kühlwasser</b>	<b>Autarkes Heizen</b>	<b>Getriebeölheizen</b>	<b>Abtrennung des Innenraumheizkreislaufs</b>
1,2l-77kW-TSI-Motor	Ja	Nein	Nein	Nein
3,6l-206kW-V6-FSI-Motor	Ja	Ja	Ja	Ja
4,2l-265kW-V8-FSI-Motor	Ja	Nein	Ja	Ja
3,0l-176kW-V6-TDI-Motor	Nein	Nein	Ja	Ja
4,2l-250kW-V8-TDI-Motor	Ja	Nein	Ja	Ja
3,0l-245kW-V6-TSI-Motor (Hybrid)	Ja	Nein	Ja	Ja
3,0l-180kW-V6-TDI-Motor (W36 - Generation 2)	Ja	Ja	Ja	Ja



Bitte beachten Sie, dass es zu einem Motor unterschiedliche, länderspezifische ITM-Systeme geben kann!

## Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

### 1. Was versteht man unter dem innovativen Thermomanagement (ITM)?

- a) Der Fahrtwind wird gezielt auf erwärmte Aggregate-Bauteile gelenkt.
- b) Die gezielte Steuerung der Wärmeströme im Fahrzeug.
- c) Das ITM ist ein Wärmemanagement-System, ähnlich einer Standheizung.

### 2. Wo ist der ITM-Wärmemanager verbaut?

- a) Der ITM-Wärmemanager ist ein eigenständiges Steuergerät, welches mit dem Motorsteuergerät im CAN-Datenbus vernetzt ist.
- b) Bei dem ITM-Wärmemanager handelt es sich um eine Software-Applikation, welche im Getriebe-, Klima- und Motorsteuergerät verbaut ist.
- c) Der ITM-Wärmemanager ist eine Software-Applikation im Motorsteuergerät.

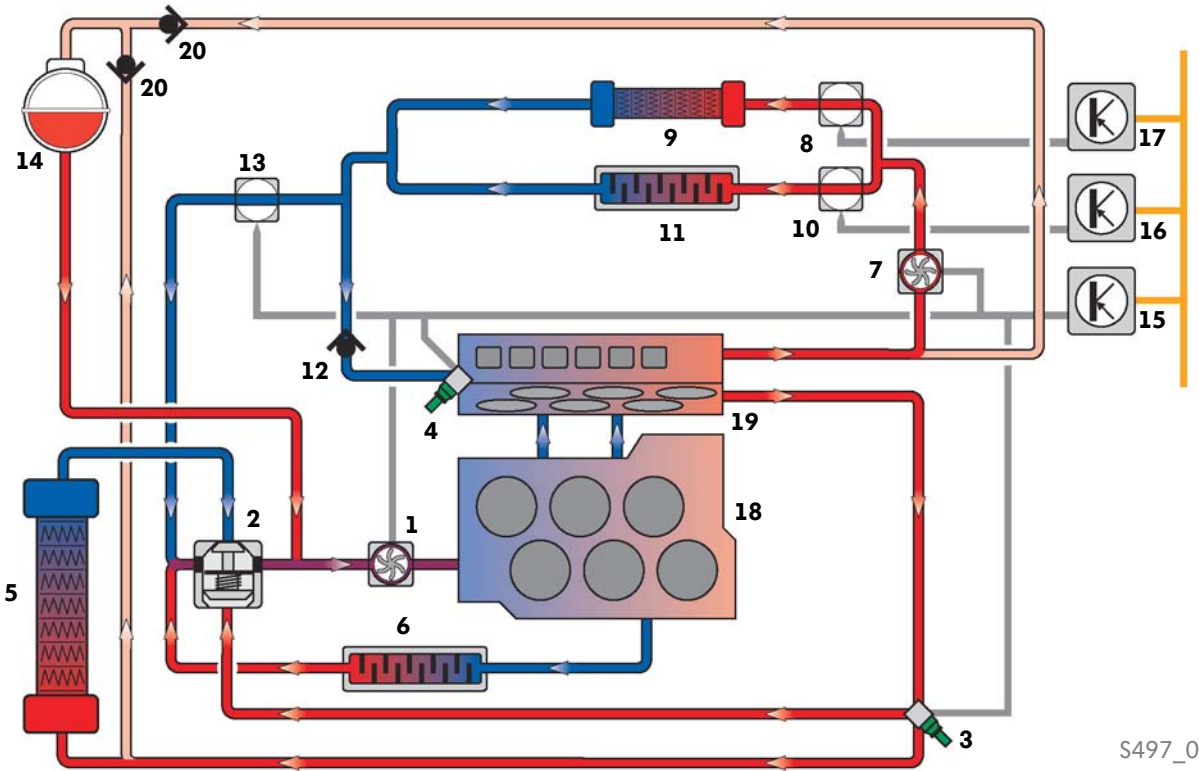
### 3. Welche Phase der Aufheizstrategie im Winterbetrieb ist identisch mit einer Teilfunktion des ITM?

- a) Die Teilfunktion 1 - Stehendes Kühlwasser ist identisch mit der Phase 1 der Aufheizstrategie.
- b) Die Teilfunktion 1 - Stehendes Kühlwasser ist identisch mit der Phase 2 der Aufheizstrategie.
- c) Die Teilfunktion 3 - Getriebeölheizen ist identisch mit der Phase 5 der Aufheizstrategie.
- d) Die Phase 2 der Aufheizstrategie ist identisch mit der Teilfunktion 2 - Autarkes Heizen.



# Prüfen Sie Ihr Wissen

4. Benennen Sie die Bauteile.



S497\_026

## Legende

- |    |       |    |       |
|----|-------|----|-------|
| 1  | _____ | 11 | _____ |
| 2  | _____ | 12 | _____ |
| 3  | _____ | 13 | _____ |
| 4  | _____ | 14 | _____ |
| 5  | _____ | 15 | _____ |
| 6  | _____ | 16 | _____ |
| 7  | _____ | 17 | _____ |
| 8  | _____ | 18 | _____ |
| 9  | _____ | 19 | _____ |
| 10 | _____ | 20 | _____ |

**5. Welche Funktion haben die vier Teilfunktionen des ITM im Winterbetrieb?**

- a) Die vier Teilfunktionen dienen zur schnelleren Aufheizung des Motors, des Innenraums und des Getriebes.
- b) Die vier Teilfunktionen sind identisch mit den 4 Stufen der Innenraumheizanforderung.
- c) Die Teilfunktionen können immer nur gemeinsam aktiv sein und nicht jeder für sich allein.

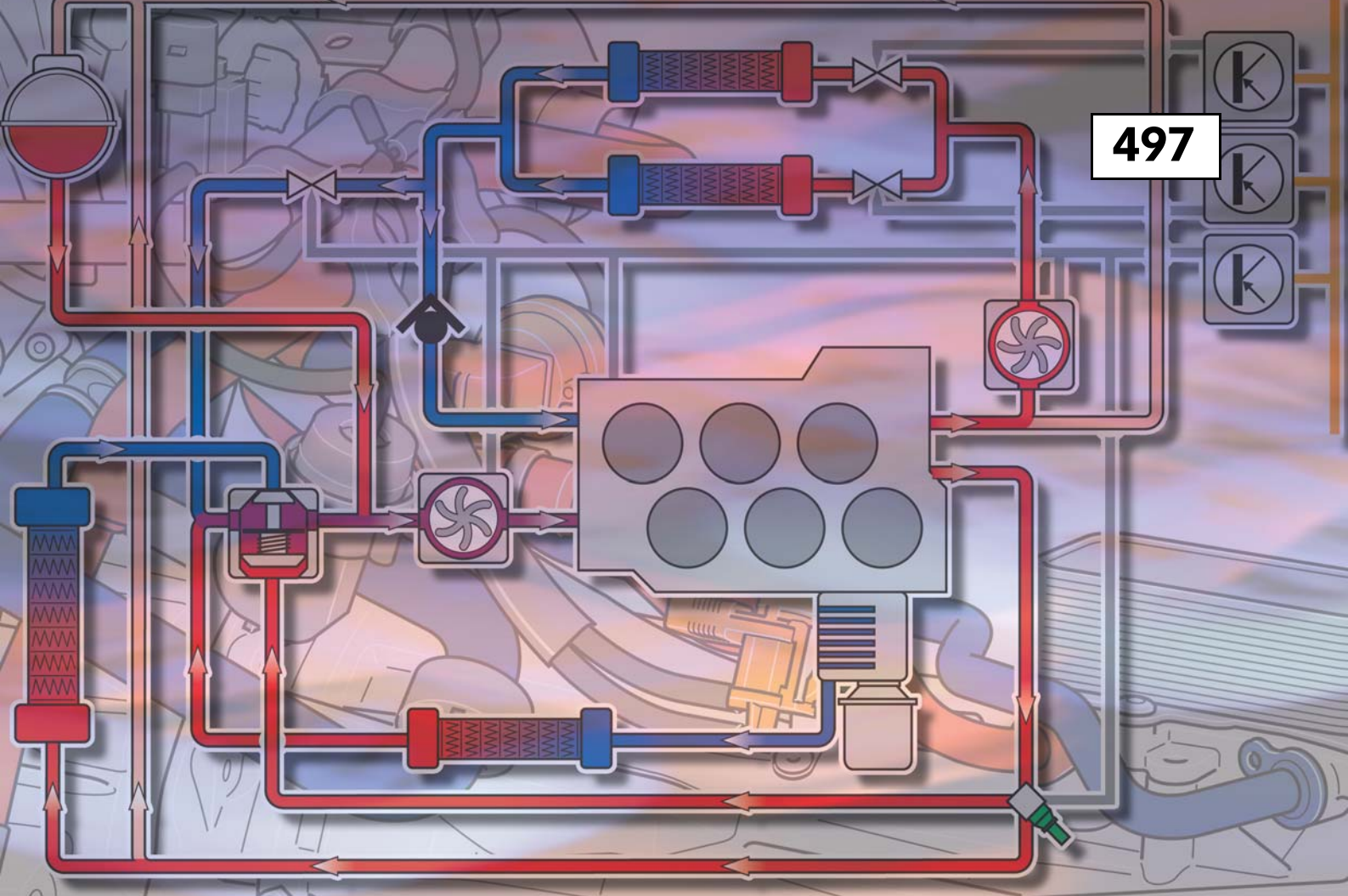
**6. Warum wird die Kühlmittelpumpe getaktet eingeschaltet?**

- a) Damit die Bauteile keinen hohen Temperaturschwankungen ausgesetzt werden (Bauteileschutz des Motors).
- b) Ein Einfrieren der Pumpe wird verhindert.
- c) Es handelt sich um eine Funktionsprüfung der Pumpe und ihrer Bauteile.



**Lösung:**

1. b)  
 2. c)  
 3. a), d)  
 4.  
 1 abschaltbare Kühlmittelpumpe + Ventil für Kühlmittelregelung NS15  
 2 Thermostat  
 3 Kühlmitteltemperaturgeber G62  
 4 Temperaturgeber für Motorregelung G694  
 5 Hauptwasserpumpe  
 6 Motorölkühler  
 7 Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178  
 8 Absperrventil für Kühlmittel N82  
 9 Heizungswärmetauscher  
 10 Abschaltventil Getriebeölwärmetauscher + Ventil für Kühloil N471  
 11 Getriebeölwärmetauscher  
 12 Rückschlagventil Zylinderkopfkreislauf  
 13 Abschaltventil Zylinderblock + Kühlmittelventil für Zylinderblock NS45  
 14 Ausgleichsbehälter  
 15 Motorsteuergerät J623  
 16 Steuergerät für automatisches Getriebe J217  
 17 Steuergerät für Climatronic J255  
 18 Zylinderblock  
 19 Zylinderkopf  
 20 Rückschlagventil Kühlmittelrücklauf  
 5. a)  
 6. a)



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.  
000.2812.54.00 Technischer Stand 06/2011

Volkswagen AG  
After Sales Qualifizierung  
Service Training VSQ-1  
Brieffach 1995  
D-38436 Wolfsburg

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.