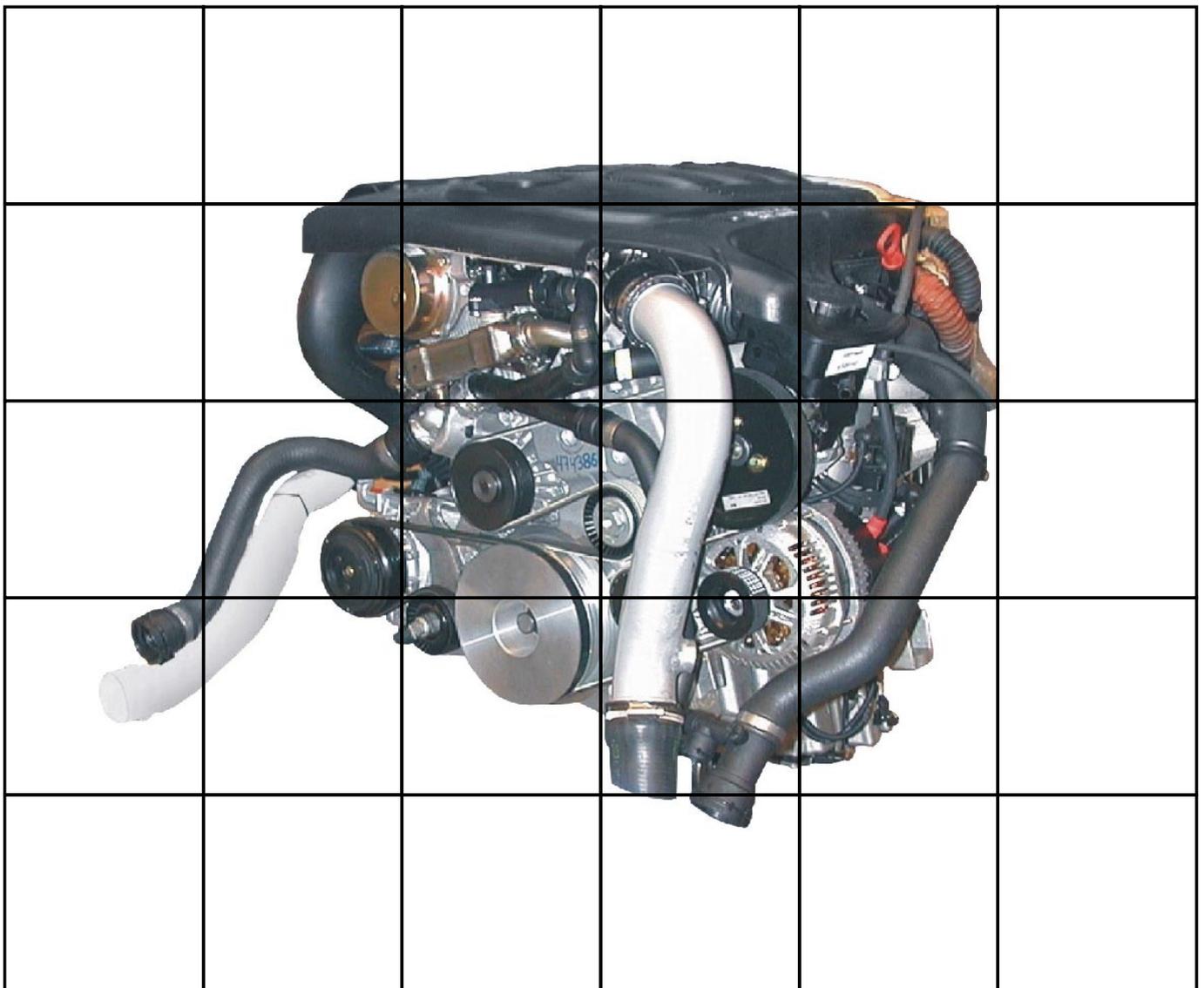




**Motor M47D20TÜ**  
Seminararbeitsmaterial



**HINWEIS**

Die in der Lehrgangsbroschüre enthaltenen Informationen sind ausschließlich für die Teilnehmer dieses Lehrgangs des BMW Service Trainings bestimmt. Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweiligen Informationen des "Technischen Kundendienstes" zu entnehmen.

© 2001 BMW AG

München, Germany. Nachdruck, auch auszugsweise,  
nur mit schriftlicher Genehmigung der BMW AG, München  
VS-42 MFP-BRK-M47TU

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
M47D20TÜ Motormechanik	2
- Technische Daten	3
- Vollast-Diagramm	4
- Luftführung	5
- Nebenaggregate und Riementrieb	10
- Unterdruckversorgung	12
- Zylinderkopf	13
- Motorblock	17
- Kühlsystem	24
- Schmiersystem	26
Common-Rail 2. Generation	29
- Einleitung	29
- Funktionsbeschreibung	30
- Bauteile	33
Motorelektrik	40
- Einleitung	40
- Übersicht DDE 5.0 M47D20TÜ	41
- Pinbelegung der DDE 5.0 M47 D20TÜ	42
- Komponenten	46
- Sensoren / Aktuatoren	47
- Glühsystem	50
Glossar	62



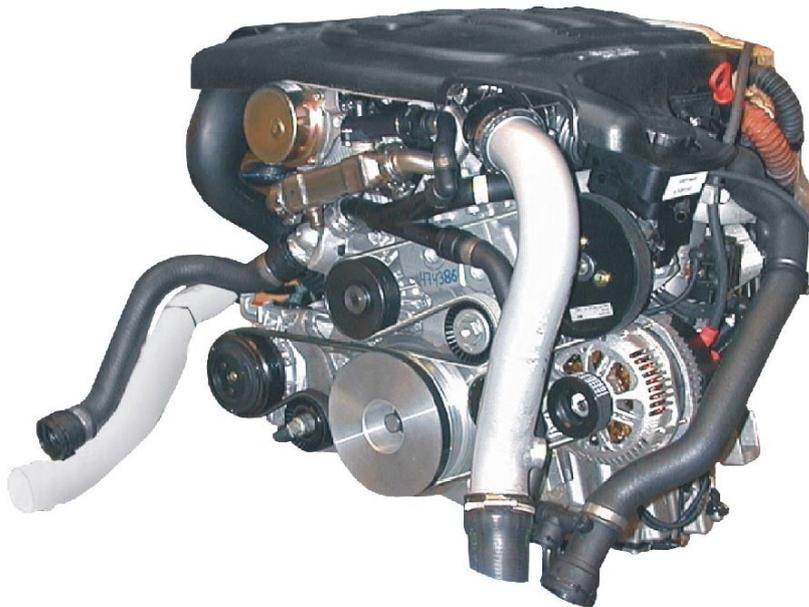
## Motor M47D20TÜ

### Einleitung

Der M47D20TÜ ist eine Weiterentwicklung des M47D20. Er ersetzt den M47D20 und wird in der 3' er Baureihe zum Einsatz kommen. Im E39 wird der M47D20TÜ nicht mehr einsetzen.

Wesentliche Entwicklungsziele beim M47D20TÜ waren:

- Erfüllung schärfere Emissionsanforderungen
- Komfortverbesserung
- Verbesserung der Fahrdynamik
- Senkung des Kraftstoffverbrauchs
- Vereinheitlichung der M47D20TÜ Motorenkonstruktion mit dem M57D30



KT-6688

Abb. 1: Gesamtansicht M47TÜ

Modelle	Einsatztermin
E46/3 Handschaltgetriebe	09/2001
E46/3 Automatikgetriebe	09/2001
E46/4 Handschaltgetriebe	09/2001
E46/4 Automatikgetriebe	09/2001
E46/5 Handschaltgetriebe	09/2001
E46/5 Automatikgetriebe	09/2001

## M47D20TÜ Motormechanik

### Neuerungen

- gewichtsoptimiertes Kurbelwellengehäuse
- Ausgleichwellen in separatem Gehäuse (AGW)
- Ölpumpe am Ausgleichswellengehäuse angeflanscht
- Verbindung der Ein- und Auslassnockenwelle über geradeverzahnte Stirnräder
- druckfestere Kolben mit optimierten Kolbenmulden und Messinglagerung des Kolbenbolzens
- geänderte Ölspritzdüsen

### Neue und geänderte Komponenten

- neue Befestigung der Leitung zwischen Turbolader und Ladeluftkühler
- Heißfilmluftmassenmesser mit Abweisungsgitter vor dem Sensorelement um Verschmutzungen zu reduzieren
- Glühsystem

### Änderung an der Kraftstoffaufbereitung und -zumessung

Der M47D20TÜ verfügt über Common Rail.

- Hochdruckpumpe CP 3.2 mit 1600 bar und Mengenregelventil
- modifizierte Injektoren
- geänderter Vorförderkreislauf
- Zwei-Steller-Konzept

## Motor M47D20TÜ

### - Technische Daten

Motor	M47D20	M47D20TÜ
Hubraum effektiv (ccm)	1950	1995
Hub/Bohrung (mm)	88/84	90/84
Leistung (kW) bei Drehzahl (1/min)	100 4000	110 4000
max. Drehmoment (Nm) bei Drehzahl (1/min)	280 1750	330 1750
Verdichtungsverhältnis	19:1	17:1
Hauptlager Ø der Kurbelwelle (mm)	60	60
Pleuellager Ø der Kurbelwelle (mm)	45	45
Ein- und Auslassventil Ø (mm)	25,9	25,9
Motorgewicht (kg)	162	172
DDE	DDE 3.0	DDE 5.0
Abgasgesetz	EU3	EU 3 mit Vorbehalt für EU4

### Hinweise

#### Einsatztermin mit Abgasstandard EU 4 in 2005

voraussichtlicher Änderungsumfang:

- Einsatz des Dieselpartikelfilter (09/2002)
- Einsatz des AGR-Kühlers (Schaltgetriebevariante)
- Änderungen am Grundmotor, Einspritzsystem und DDE-Applikationen waren zu Redaktionsschluss noch nicht näher definiert

#### M47D20UL (untere Leistungssufe)

- Drehmomentreduzierung auf 240 Nm
- Leistungsreduzierung auf 85 kW

Die Drehmoment- und Leistungsreduzierung wurde durch eine Begrenzung der Kraftstoffmenge erreicht. Die Applikationsdaten im Pumpensteuergerät der VP44 wurden so geändert, dass sich in Verbindung mit geänderten Injektoren eine geringe Kraftstoff-Durchflussmenge ergab. Der Grundmotor entspricht dem des M47D20. Der M47D20UL wird ab 09/2001 im E46/3 und E46/4 (nur Schaltgetriebevariante) zum Einsatz kommen.

- Vollast-Diagramm

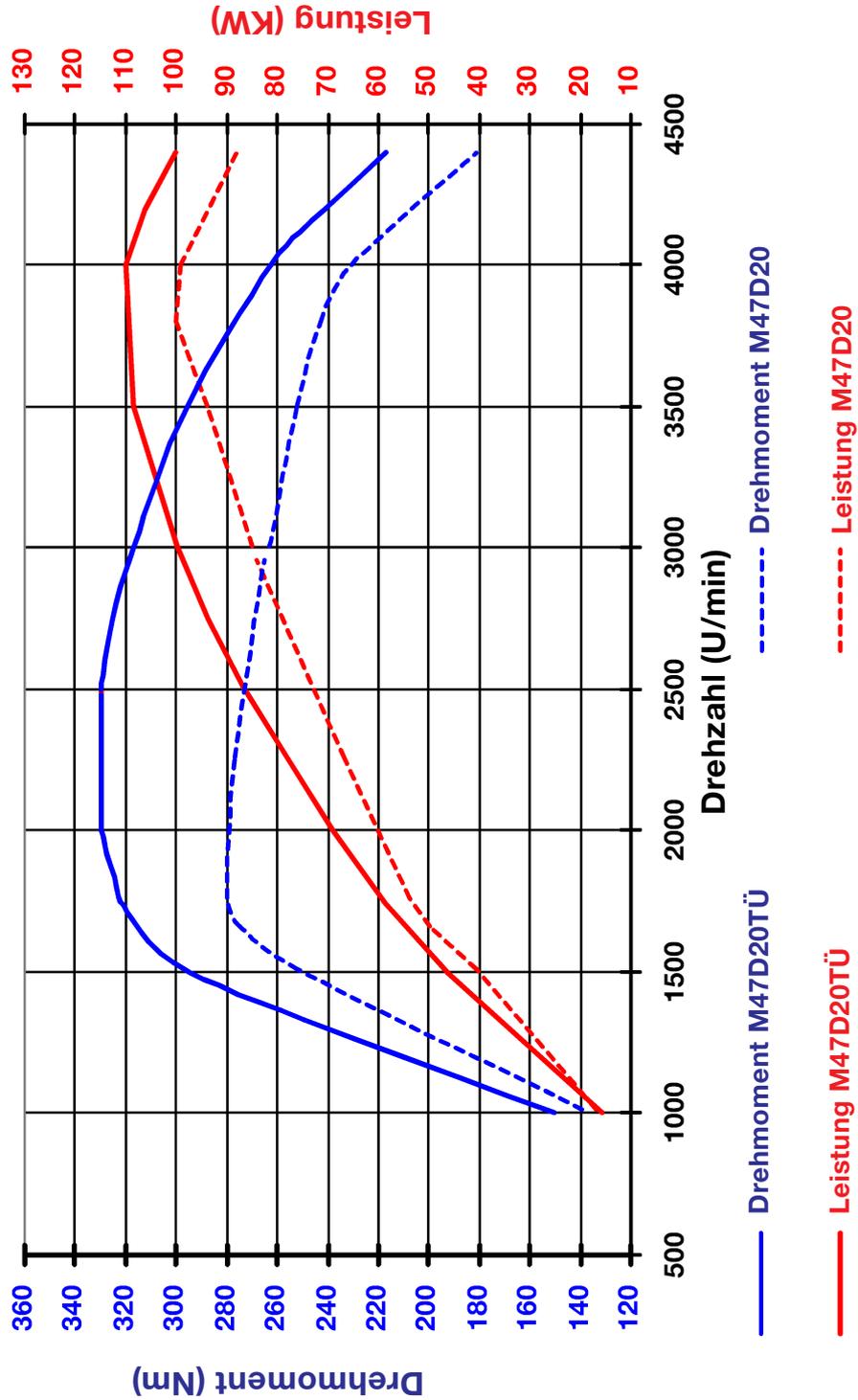


Abb. 2: Typrüfcurve M47D20TÜ im Vergleich zum M47D20

KT-8104

## - Luftführung

Der Ansauggeräuschkämpfer ist in der Zylinderkopfhaube integriert. Der Luftfilter ist als Ovalpatrone ausgeführt, wie M47.

## Sauganlage

Der M47D20TÜ erhält eine Sauganlage aus Kunststoff, die in jedem Tangentialkanal eine zusätzliche Drallklappe enthält. Dieses System wurde erstmals beim M57 Euro III eingeführt.

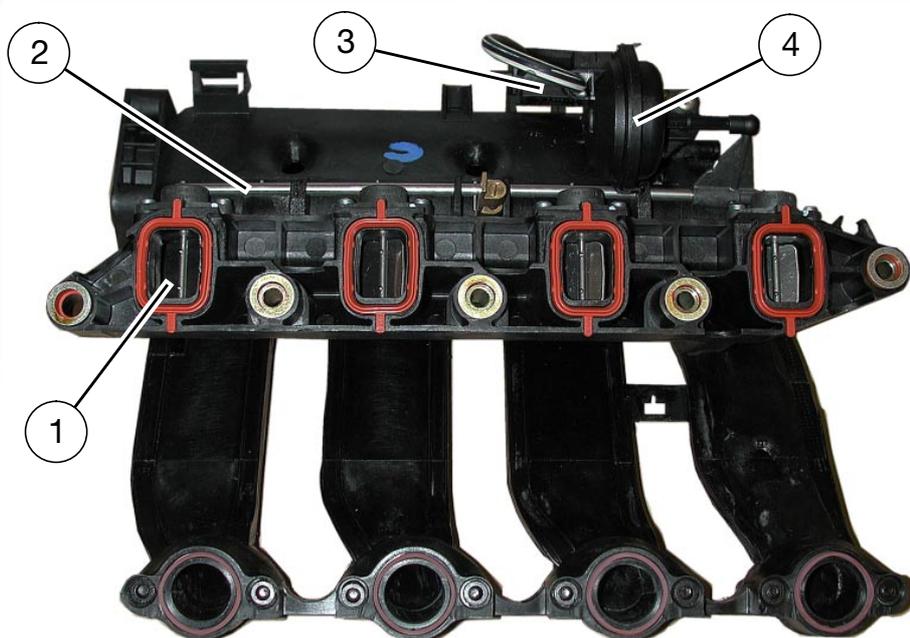


Abb. 3: Saugmodul M47D20TÜ

KT-6784

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Drallklappen	3	Elektroumschaltventil
2	Gestänge	4	Unterdruckdose

In Abhängigkeit der Drehzahl steuert die DDE ein Elektroumschaltventil (EUV) an. Der Unterdruck wirkt auf eine Unterdruckdose und somit auf ein Gestänge, welches die Drallklappen bewegt.

## Motor M47D20TÜ

Im unteren Drehzahlbereich sind die Drallklappen im Tangentialkanal (Füllkanal) geschlossen, so dass die Luft ausschliesslich über den Drallkanal in den Brennraum gelangt. Dies bewirkt eine stärkere Verwirbelung der Luft im unteren Drehzahlbereich. Durch die homogenere Gemischbildung werden die Emissionswerte deutlich reduziert.

### Ladeluftleitung

Die Ladeluftleitung zwischen dem Abgasturbolader und Ladeluftkühler ist mit einer neuen Befestigung versehen, die eine schnelle und sichere Montage gewährleistet.

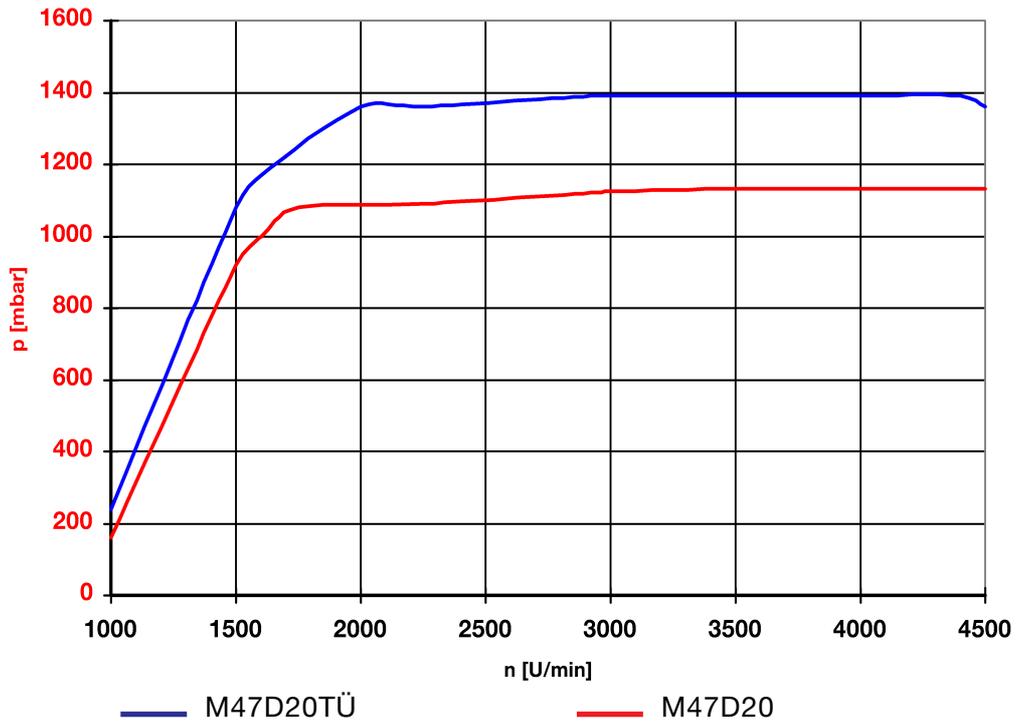


Abb. 4: Neue Befestigung am Abgasturbolader

KT-6783

**Abgasturbolader / Ladeluftkühler**

Aufgrund der Ladedruckerhöhung auf ca. 1.4 bar und dem daraus resultierenden höheren Füllungsgrad konnte das Verdichtungsverhältnis auf 17:1 reduziert werden.



KT-8247

Abb. 5: Ladedruckvergleich M47D20 mit M47D20TÜ

Als Vorteil ergibt sich ein weicherer Motorlauf im unteren / mittleren Drehzahlbereich.

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kurbelgehäuseentlüftung

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

## Abgasrückführung

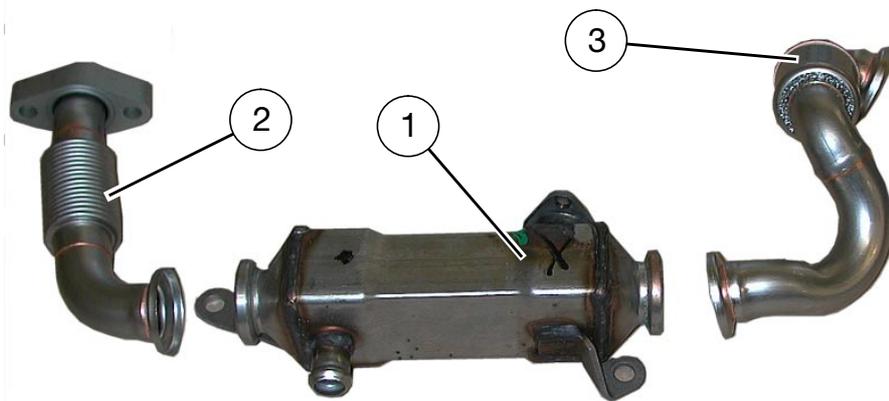
Der optisch geänderte AGR-Kühler kommt sowohl in Fahrzeugen mit Automatikgetriebe (Abgasstandard Euro III) als auch in Fahrzeugen mit Schaltgetriebe (Vorbereitung für EURO IV) zum Einsatz.

Modell	Abgasstandard	mit AGR-Kühler	ohne AGR-Kühler
E46 Handschaltgetriebe	Euro 3		X
E46 Automatikgetriebe	Euro 3	X	
E46 Handschaltgetriebe	Euro 4*	X*	
E46 Automatikgetriebe	Euro 4*	X*	

Beide Abgasrückführungssysteme, mit und ohne AGR-Kühler, verfügen über ein Entkopplungselement, das die Eigenschwingungen und somit das Geräuschverhalten der AGR-Zuleitungen deutlich reduziert.

\*= Einsatztermin zu Redaktionsschluß noch nicht bekannt

## Motor M47D20TÜ



KT-6789

Abb. 6: Abgasrückführung mit AGR-Kühler

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	AGR-Kühler	3	Entkopplungselement
2	Wellenrohr		

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

## - Nebenaggregate und Riementrieb

### Riementrieb / Riemen

Der Antrieb der Nebenaggregate erfolgt über einen 6-rilligen EPDM-Riemen, der bereits im M57 zum Einsatz kam und somit den Poly-V-Riemen ersetzt. Die Basis des EPDM-Riemens besteht aus einer Verbindung aus Äthylen (Ethylen), Propylen, Terpolymer und Kautschuk. Optisch unterscheidet sich der EPDM-Riemen vom Poly-V-Riemen durch eine Kunststoffbeflockung auf der Innenseite des Riemens. Die Lauffläche des EPDM-Riemens wird bereits während des Vulkanisierens mit der Kunststofffaser Aramid beflockt.

Er zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

- Wesentlich höhere Lebensdauer.
- Verbesserte Leistungsübertragung an die Nebenaggregate.
- Verbessertes akustisches Verhalten.
- Deutlich geringere Neigung zum Quietschen während des Motorstarts und Abstellens.

## **Motor M47D20TÜ**

### **Schwingungstilger**

Der Schwingungstilger ist als Einfachdämpfer mit entkoppelter Riemenscheibe ausgeführt. Das Gewicht konnte durch den Einsatz von Aluminium von 3.3 kg auf 2.7 kg reduziert werden.

### **Generator**

- Kompaktgenerator 14V 95/150A
- verlängerter und verdrehgesicherter "B+" Kabelanschlussbolzen (zusätzliche Aufnahme des EDH-Anschlusses)

### **Klimakompressor**

Im M47D20TÜ kommt nun auch der leistungsgeregelte Klimakompressor zum Einsatz. Mit einem EPDM-Riemen wird er über die zweite Riemenebene angetrieben.

### **Anlasser**

1.8 kW Vorgelegeanlasser

## - Unterdruckversorgung

Der Unterdruck für den VNT, AGR, Drallklappen und Kühlerjalousie wird über ein Verteilerstück (4 Anschlüsse) an der Unterdruckleitung zwischen Vakuumpumpe und dem Bremskraftverstärker abgenommen.

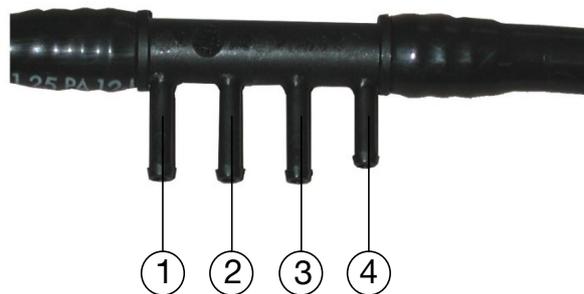
### Vakuumpumpe

Die Vakuumpumpe ist am Zylinderkopf vorn angeflanscht. Aufgrund der Stirnradverzahnung an den Nockenwellen und der damit einhergehenden Drehrichtungsänderung der Auslassnockenwelle musste die Vakumpumpe neu entwickelt werden. Sie wird über eine Klauenkupplung, die an der Auslassnockenwelle befestigt ist, angetrieben. Sie ist größer und hat eine höhere Förderleistung.

### Funktion

Der Unterdruck bewegt sich im Druckbereich von 0.5 bis 0.9 bar. Die Zumessung des Unterdrucks für die Bauteile VNT und AGR erfolgt über je einen elektropneumatischen Druckwandler (EPDW), der pulsweitenmoduliert von der DDE 5.0 angesteuert wird.

Die Kühlerjalousie (nur Schaltgetriebevariante) wird in Abhängigkeit der Motortemperatur, die Drallklappen werden in Abhängigkeit der Drehzahl über je ein Magnetventil mit konstantem Unterdruck beaufschlagt. In der Automatikgetriebevariante ist der vierte Anschluss am Verteilerstück nicht belegt, sondern mit einem Verschlussstopfen versehen.



KT-6798

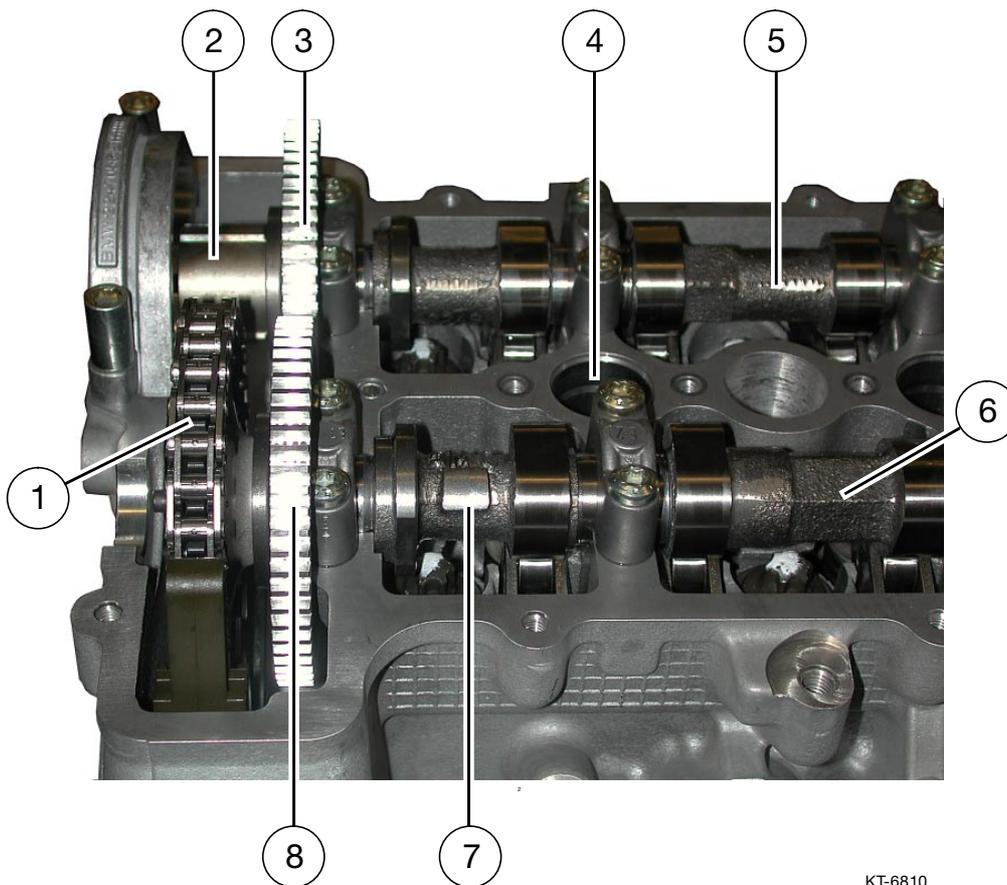
Abb. 7: Verteilerstück M47D20TÜ Schaltgetriebevariante

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	VNT Ø 0,8 mm	3	Drallklappen Ø 0.8 mm
2	AGR Ø 0,8 mm	4	Kühlerjalousie Ø 0.5 mm

## - Zylinderkopf

Änderungen gegenüber M47D20

- Rail-Aufnahme
- Anpassung an den geänderten Kettentrieb
- grösserer Vakuumpumpenflansch



KT-6810

Abb. 8: Zylinderkopf

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Simplexkette	5	Auslassnockenwelle
2	Klauenkupplung (Vakuumpumpenantrieb)	6	Einlass-Nockenwelle
3	Stirnrad Auslass-Nockenwelle	7	Markierung Einlassnockenwelle Zylinder Position 1
4	Aufnahme für Injektoren	8	Stirnrad Einlass-Nockenwelle

### Ventiltrieb

Der Ventiltrieb umfasst die Ein- und Auslassnockenwelle, Rollenschlepphebel sowie die Ventile und Federn.

#### Nockenwelle

- Schalenhartguss
- Ein- und Auslassnockenwelle hohlgegossen
- negativer Nockenradius

#### Rollenschlepphebel

- Rollenschlepphebel mit einem HVA-Element je Ventil (Gleichteil M47D20)
- Lagerung auf HVA-Element

#### Ventile und Federn

- Gleichteil M47D20
- Ein- und Auslassventil identisch
- unterer Federteller mit integrierter Ventilschaftabdichtung

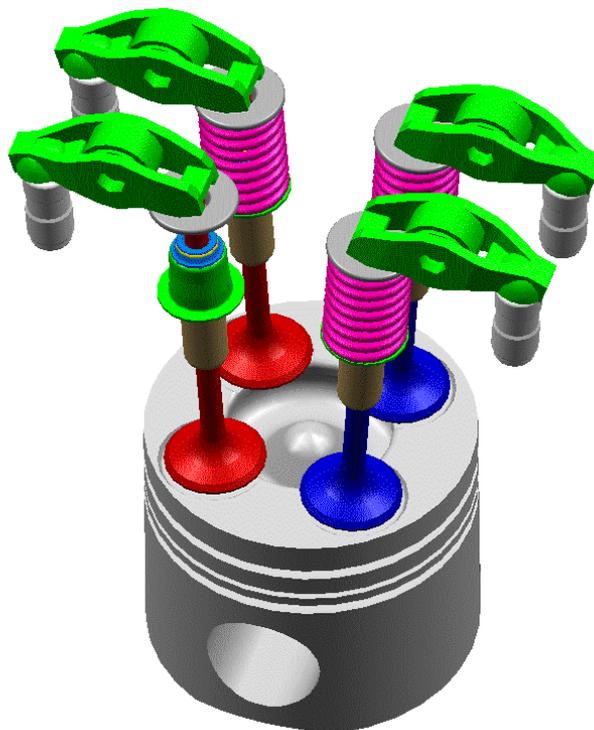
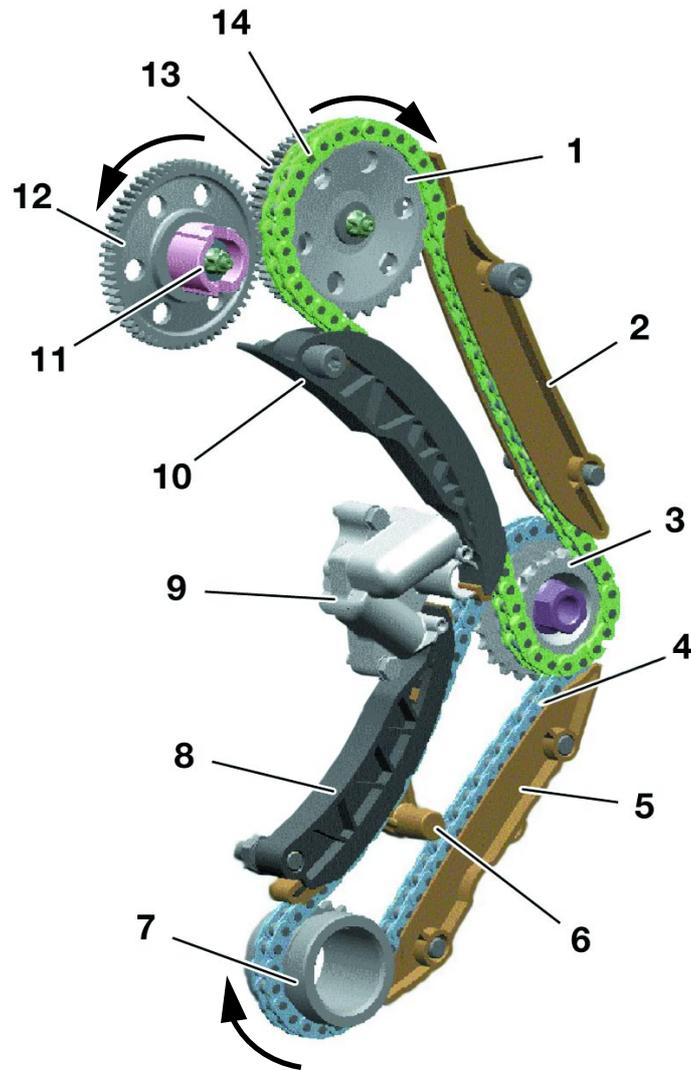


Abb. 9: Ventiltrieb M47D20Ü

KT-2617

## Kettentrieb



KT-8137

Abb. 10: Kettentrieb M47D20TÜ

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Kettenrad Einlass-Nockenwelle	8	Primär-Spannschiene
2	Sekundär-Führungsschiene	9	hydraulischer Kettenspanner
3	Kettenrad Common-Rail-Pumpe	10	Sekundär-Spannschiene
4	Primärkette	11	Klauenkupplung
5	Primär-Führungsschiene	12	Stirnrad Auslass-Nockenwelle
6	Ölspritzdüse	13	Stirnrad Einlass-Nockenwelle
7	Kettenrad Kurbelwelle	14	Sekundärkette

**Aufbau**

Der Kettentrieb des M47TÜ ist zweiteilig ausgelegt. Der untere Teil des Kettentriebs besteht aus dem Kettenrad der Kurbelwelle, Primär-Spann- und Führungsschiene, der Primärkette und dem hinteren Zahnkranz des Kettenrads der Common-Rail-Pumpe. Der obere Teil besteht aus dem vorderen Zahnkranz des Kettenrads der Common-Rail-Pumpe, den Sekundär-Spann- und Führungsschienen, dem Kettenrad der Einlassnockenwelle und den Stirnrädern der Nockenwellen.

Das Kettenrad der Kurbelwelle treibt das zweiteilige Kettenrad der Common-Rail-Pumpe über die Simplexkette mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:1.2 an. Der kleinere vordere Teil des Kettenrads der Common-Rail-Pumpe treibt über die Sekundärkette das Kettenrad der Einlassnockenwelle an.

Die Schmierung des Kettentriebs erfolgt über eine Ölspritzdüse im Primärkettenbereich. Der hydraulische Kettenspanner wirkt mit jeweils einem Kolben auf die Primär- und Sekundär-schiene. Die beiden Kolben arbeiten hydraulisch unabhängig voneinander, wobei der Kolben für die Sekundärschiene mit einem Rückschlagventil versehen ist. Über die Stirnräder wird die Auslassnockenwelle angetrieben. Die optimierte Stirnradverzahnung gewährleistet einen geräuscharmen Antrieb der Auslassnockenwelle.

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## - Motorblock

### **Kurbelgehäuse**

Das Kurbelgehäuse wurde neu entwickelt und gewichtsoptimiert. Neben einigen Geometrieänderungen des Kurbelwellengehäuses entfällt die Versteifungsschale. Diese Funktion wird nun vom Ausgleichswellengehäuse übernommen.

### **Kurbelwelle und Lager**

Im M47D20TÜ kommt eine neue Kurbelwelle (42CrMo4, geschmiedet) zum Einsatz. Wesentliche Hauptunterscheidungsmerkmale zum M47D20 sind:

- die Vergrößerung des Hubs von 88 mm auf 90 mm
- das integrierte Zahnrad für den Antrieb der Ölpumpe / AGW
- Axiallager als mehrteiliges gebautes Lager ausgeführt

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

---

## Motor M47D20TÜ

### Pleuel

- Standardpleuel (nicht gecrackt)
- Erhöhung des Stichmaßes von 135 mm auf 136 mm
- Sutterlagern auf der Druckseite des Pleuel
- Lagerwerkstoff: Glyco 81
- Reparaturlager: +0.25 und +0.5 mm

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

## Motor M47D20TÜ

### Kolben

Die Gesamthöhe wurde, ebenso wie der Feuersteg, verkleinert. Um der höheren spezifischen Belastung durch den von 165 auf 180 bar erhöhten Zünddruck gerecht zu werden, sind die Kolbenbolzen in einer Bronz Buchse gelagert.

Die Form der Kolbenmulden ist abhängig von dem Einspritzverfahren. Aufgrund der Common-Rail-Technik und nicht zuletzt aufgrund der geänderten Leistungs- und Abgasanforderungen wurden die Kolbenmulden angepasst. Sie sind kleiner und zeichnen sich durch einen ebeneren Kantenverlauf aus.



KT-6795

Abb. 11: Kolbenvergleich M47D20TÜ und M47D20

### Ölwanne

Die akustisch entkoppelte Ölwanne aus Leichtmetalldruckguss und integriertem thermischen Ölniveausensor ist dem Platzbedarf des Ausgleichwellengehäuses angepasst.

### Ausgleichswellen / Ausgleichswellengehäuse

Bei 4-Zylinder-Reihenmotoren ist der gegenseitige Ausgleich der Massenkräfte 2. Ordnung (in vertikale-Richtung) eine wesentliche Zielsetzung der Motorenentwicklung.

Die oszillierenden Massen verursachen periodisch veränderliche Kräfte, die sich im Fahrzeug als unruhiger oder rauher Motorlauf bemerkbar machen. Ein Ausgleich der Massenkräfte ist durch zwei mit doppelter Kurbelwellendrehzahl gegenläufig drehenden Ausgleichswellen zu erreichen (Lanchester-Ausgleich).

Um auch zukünftig die Kundenerwartungen an Laufruhe und Komfort zu übertreffen, wird der M47D20TÜ mit zwei gegenläufig rotierenden Ausgleichswellen ausgestattet.

Das Kurbelwellenzahnrad treibt das Zahnrad der Ölpumpe an. Das Ölpumpenzahnrad treibt das Antriebsrad der Ausgleichswellen an.

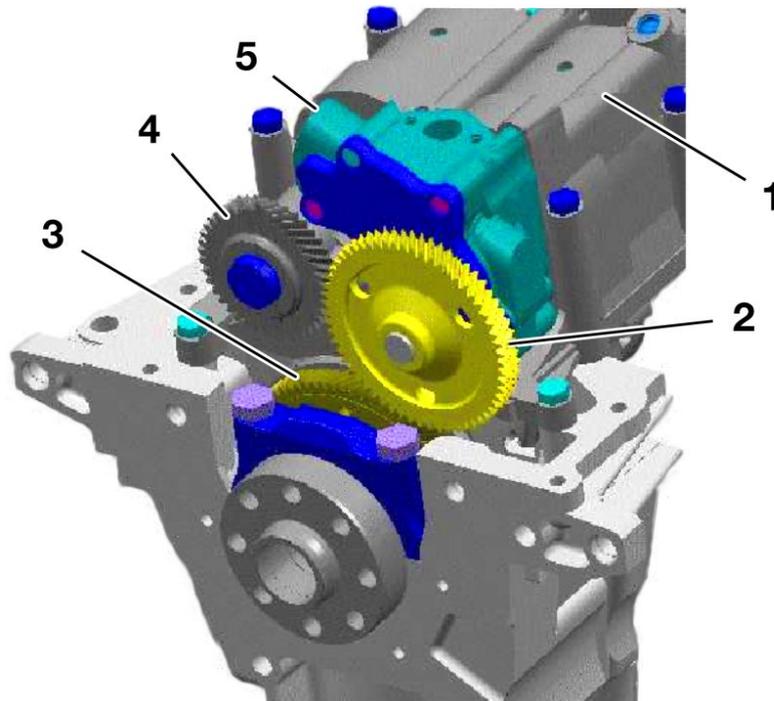


Abb. 12: Ausgleichswellengehäuse (Draufsicht)

KT-7069

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Ausgleichswellengehäuse	4	Antriebszahnrad der Ausgleichswellen
2	Zahnrad der Ölpumpe	5	Ölpumpe
3	Kurbelwellenzahnrad (Antrieb)		

## Motor M47D20TÜ

Darüber hinaus ersetzt das Ausgleichswellengehäuse die Funktion der im M47D20 verbauten Versteifungsschale.

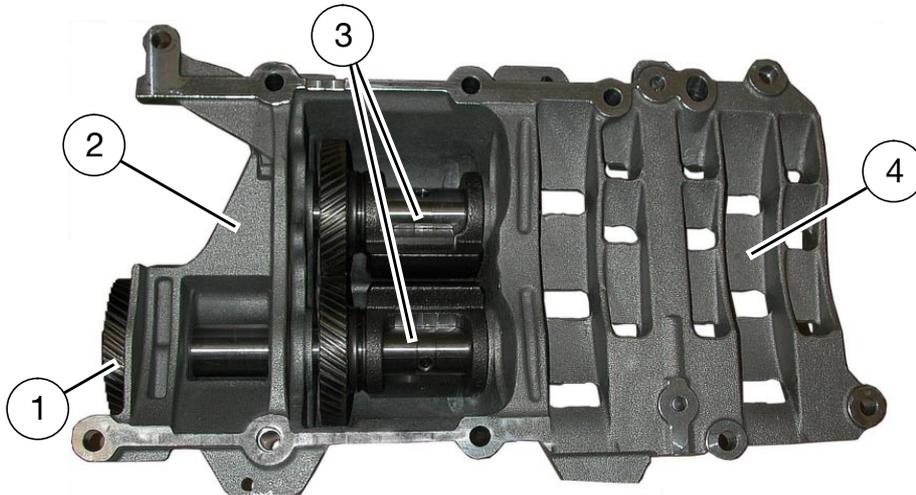


Abb. 13: Ansicht des AGW-Gehäuses von oben

KT-6967

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Zahnrad	3	Ausgleichswellen
2	Ausgleichswellengehäuse	4	Ölhobel

### Servicehinweis:

Besonderes Augenmerk muss im Reparaturfall auf folgende Dinge gelegt werden:

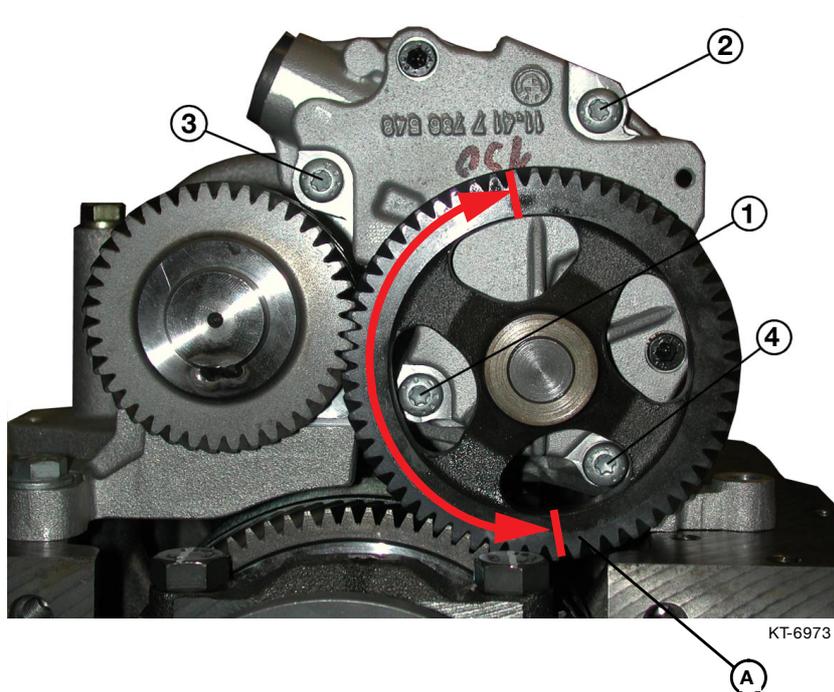
- Positionierung der Ausgleichswellen zur Kurbelwelle:  
Durch einen Dorn wird die richtige Position der Kurbelwelle zu den Ausgleichswellen ermittelt (siehe Abb. "Abstecken der Ausgleichswellen").
- Position des Ölpumpenzahnrads (siehe Abb. "Montagehinweis Ausgleichswellengehäuse").
- Richtige Anziehreihenfolge und Anziehdrehmomente der Ölpumpe (siehe Abb. "Montagehinweis Ausgleichswellengehäuse").

Montagehinweise Ausgleichswellengehäuse



KT-6969

Abb. 14: Abstecken des Ausgleichswellengehäuses



KT-6973

Abb. 15: Anziehreihenfolge der Ölpumpe

Index	Erklärung
1 - 4	Anziehreihenfolge der Ölpumpe
A	Montagebeschichtung des Ölpumpenrads

## Abschlussdeckel / Radialwellendichtring

Am Abschlussdeckel befindet sich die Aufnahme des Kurbelwellenpositionsgebers und des Geberrads. Der Radialwellendichtring ist im Abschlußdeckel integriert sodass im Reparaturfall der komplette Abschlußdeckel ausgetauscht werden muß.

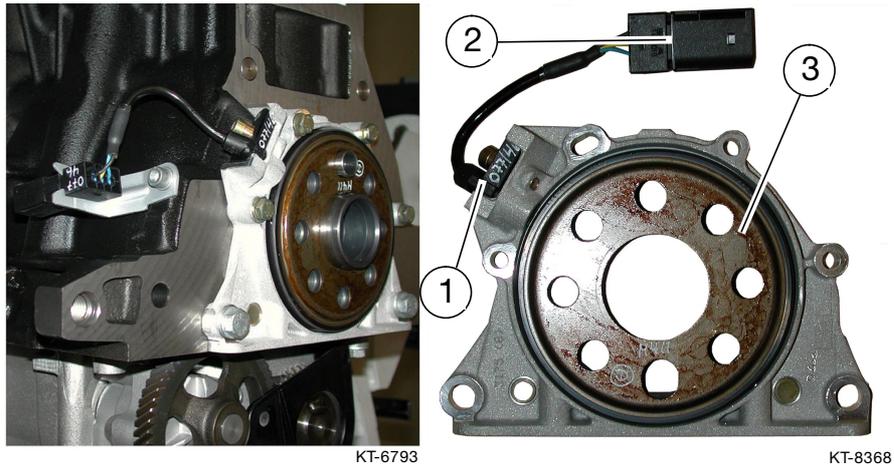


Abb. 16: Abschlussdeckel mit integrierten KW-Geber

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Hallsensor	3	Geberrad
2	Anschluss-Stecker		

## Motorlager

Baugleich mit M47D20

## Schwungrad

- Handschaltgetriebe: Zweimassenschwungrad
- Automatikgetriebe: Blechschwungrad mit integrierter Flex-Plate (Verbundschwungrad)

## Kupplung

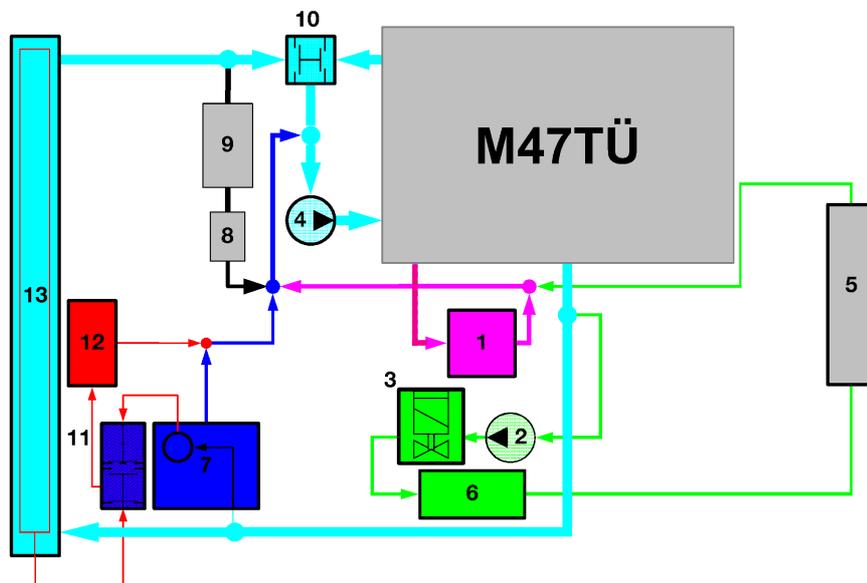
Die schon von anderen Modellen her bekannte SAC-Kupplung wird auch bei diesem Motor zum Einsatz kommen.

## - Kühlsystem

### Kühlmittelkreislauf

Der Kühlmittelkreislauf in Verbindung mit dem Elektrischen Durchlauferhitzer (EDH) wurde weitestgehend vom M57 übernommen. Die Abweichung zum M57 besteht darin, dass der Kühlmittelrückfluss vom Heizungswärmetauscher nicht mehr in den Ausgleichsbehälter, sondern unmittelbar in den Zulauf zur Wasserpumpe erfolgt.

Eine elektrische Zusatzwasserpumpe gewährleistet optimalen Durchfluss durch den Heizungswärmetauscher.

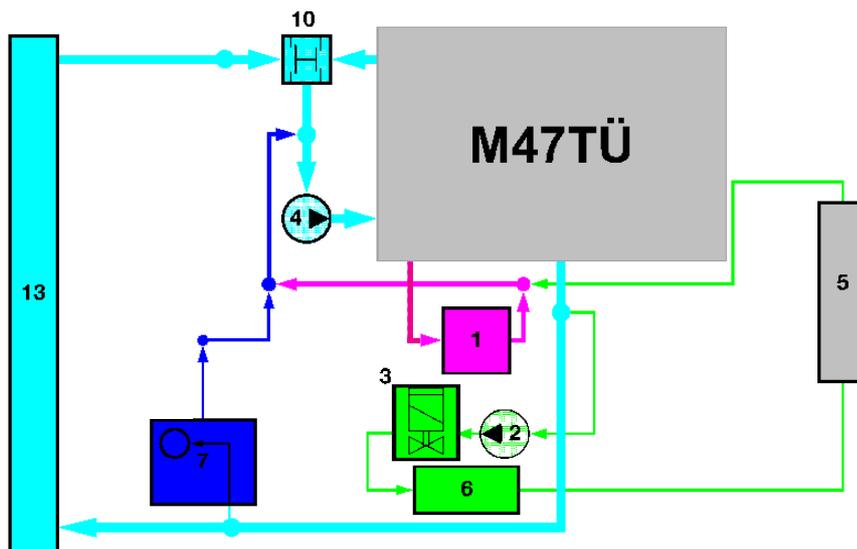


KT-6892

Abb. 17: Kühlmittelkreislauf Automatikgetriebeversion

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Öl-Wasser-Wärmetauscher	8	Doppelthermostat für Abgasrückführung
2	elektrische Zusatzpumpe	9	Abgasrückführungskühler
3	Wasserventil nur für SA IHKR und IHKA	10	Hauptthermostat
4	Wasserpumpe	11	Thermostat für Automatikölkühler
5	Heizungswärmetauscher	12	Automatikölkühler
6	elektrischer Durchlauferhitzer (EDH)	13	Wasserkühler
7	Ausgleichsbehälter		

## Motor M47D20TÜ



KT-6893

Abb. 18: Kühlmittelkreislauf für Fahrzeuge mit Schaltgetriebe

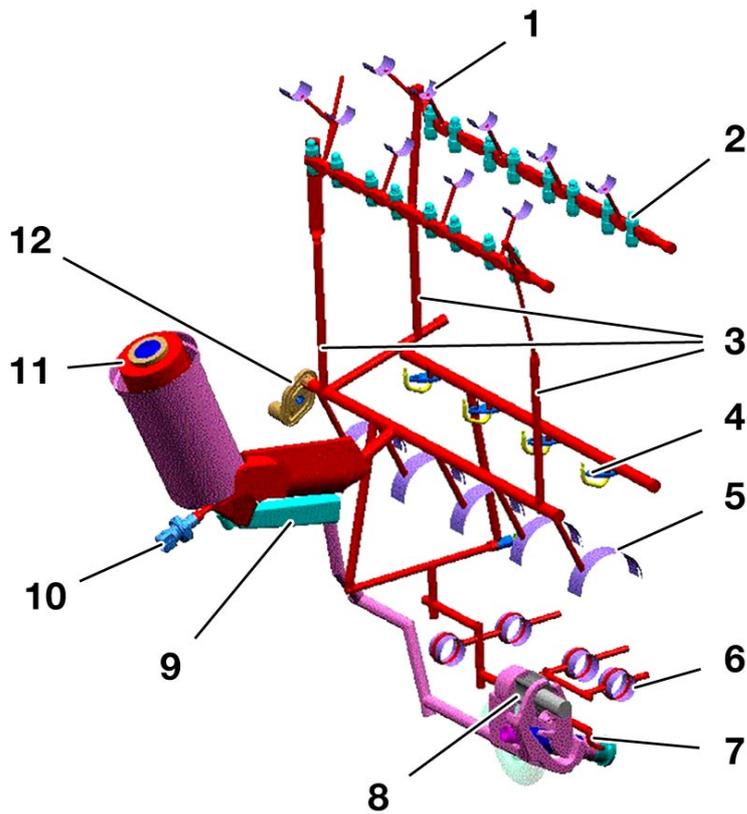
Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Öl-Wasser-Wärmetauscher	10	Hauptthermostat
2	elektrische Zusatzpumpe	13	Wasserkühler
3	Wasserventil nur für SA IHKR und IHKA		
4	Wasserpumpe		
5	Heizungswärmetauscher		
6	elektr. Durchlauferhitzer (EDH)		
7	Ausgleichsbehälter mit Überlauf		

### Hinweis:

Fahrzeuge mit Schaltgetriebe und Abgasstandard EU IV werden darüber hinaus mit einem Abgasrückführungskühler Kühler ausgestattet.

- Schmiersystem

Ölkreislauf



KT-8241

Abb. 19: Gesamtölkreislauf

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Lagerstelle Nockenwelle	7	Ölkanal für Öldruckniveau- regulierung
2	HVA-Element	8	Ölpumpe
3	Ölsteigkanäle	9	Ölrücklaufkanal
4	Ölspritzdüse	10	Öldrucksensor
5	Lagerstelle Kurbelwelle	11	Ölfilterpatrone
6	Lagerstelle AGW	12	Ölspritzdüse Kettentrieb

## **Ölpumpe / Öldruckregelung**

Die Ölpumpe ist als Innenrotorpumpe an der Ausgleichswelleinheit befestigt. Angetrieben wird die Ölpumpe über das Zahnrad der Kurbelwelle. Die Druckregelung erfolgt über ein integriertes Druckregelventil.

## **Ölfilter**

Der Ölfitertopf mit integriertem Öl-Wasser-Wärmetauscher (ÖWWT) ist am Zylinderkurbelgehäuse direkt angebaut.

## **Ölkühlung**

Der ÖWWT ist sowohl mit dem Ölkreislauf als auch mit dem Wasserkreislauf des Motors verbunden. Damit wird erreicht, dass das Motoröl bei kaltem Motor schneller erwärmt wird und bei warmem Motor das Motoröl vom Kühlwasser gekühlt wird. Diese Maßnahme trägt sowohl zur Verkürzung der Warmlaufphase als auch zur Erhöhung der Motoröllebensdauer bei.

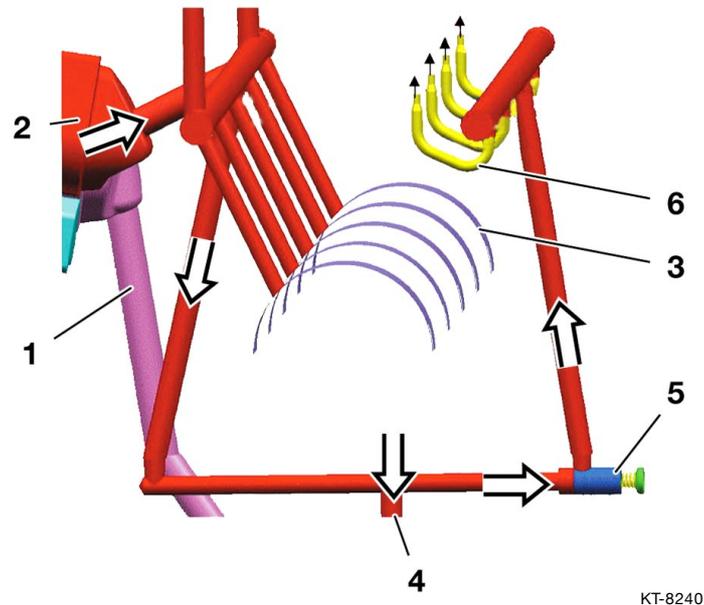
## **Öldrucksensor**

Baugleich mit M47D20

## **Technische Daten**

- 1000 U/Min  $\approx$  1.5 bar
- 4000 U/Min  $\approx$  4.2 bar
- max. Betriebsdruck: 4.7 bar
- Öltemperatur: -40 °C bis +150 °C
- Ölfüllmengen: 6.0 Liter
- Ölspezifikation: ACEA A3 B3
- Filterdurchfluss: 37 Liter bei max. Öldruck und Öltemperatur

## Ölspritzdüsen



KT-8240

Abb. 20: Ölversorgung der Ölspritzdüsen

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Öl aus dem Saugrohr	4	Ölzufuhr AGW
2	gefiltertes und gekühltes Öl	5	Druckregelventil (Ölspritzdüsen)
3	Lagerstellen Kurbelwelle	6	Ölspritzdüsen

Die Ölversorgung der Ölspritzdüsen erfolgt durch ein in dem AGW-Gehäuse integriertes Druckregelventil. Das Druckregelventil öffnet bei einem Druck von 1.3 bar und gibt somit den Ölkanal zu den Ölspritzdüsen frei.

Die Ölspritzdüsen sind den konstruktiven Vorgaben des Kurbelgehäuses angepasst.

Raum für Notizen:

---



---



---



---

## Common-Rail 2. Generation

### - Einleitung

Das Common-Rail System der zweiten Generation im M47D20TÜ ist eine Weiterentwicklung des bereits bekannten Common Rail Systems von Bosch, welches bereits im M57 und im M67 zum Einsatz kam. Als wesentliche Entwicklungsziele sind folgende Punkte zu nennen:

Erhöhung des Nenndrucks auf 1600 bar

- ➔ Erhöhung der spezifischen Leistung bei gleichzeitiger Verringerung der Schadstoffemissionen

Reduzierung des Minimaldrucks

- ➔ Verbesserung der Akustik

2-Steller-Konzept

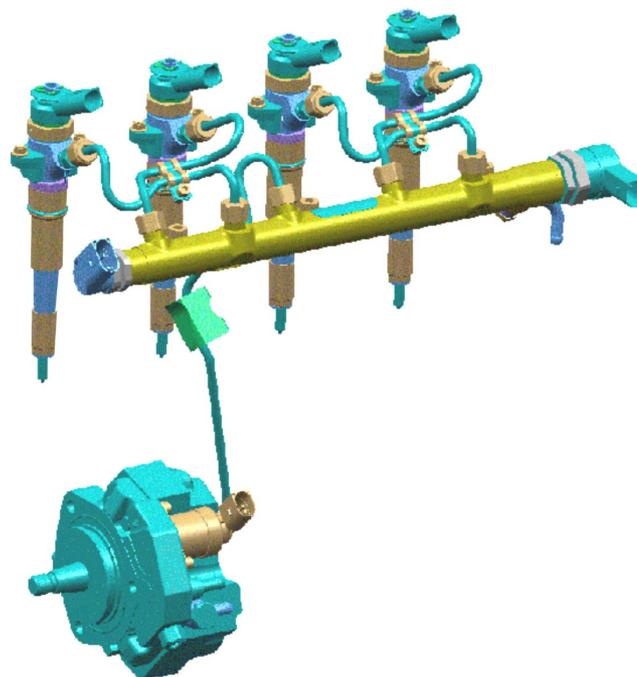
- ➔ Entfall der Kraftstoffkühlung

Verringerung der Voreinspritzmenge

- ➔ Reduzierung der Schadstoffemissionen und verbesserte Akustik

Reduzierung von Toleranzen im Einspritzsystem

- ➔ Verringerung der Schadstoffemissionen und verbesserte Akustik



KT-7076

Abb. 21: Systemüberblick Common Rail 2. Generation

## - Funktionsbeschreibung

### Historie

Im Common Rail System der ersten Generation wird der Rail-Druck durch ein Druckregelventil an der Hochdruckpumpe geregelt. Die CP fördert unabhängig von den verschiedenen Betriebszuständen die maximale Kraftstoffmenge. Aufgrund des hohen Drucks, der durch die permanente maximale Förderung entsteht, erwärmt sich der Kraftstoff. Über einen Wärmetauscher, der sich im Rücklauf befindet, gibt der Kraftstoff die vorher eingebrachte Energie in Form von Wärme ab.

### Zwei-Steller-Konzept

Das Zwei-Steller-Konzept setzt sich aus einer Kraftstoff-Mengenregelung vor der CP 3.2 und einer Kraftstoff-Druckregelung hinten am Rail zusammen.

Nur während des Startvorgangs und einer Kühlmitteltemperatur unter 19° C wird der Druck im Rail durch das Druckregelventil geregelt. Eine Kraftstoff-Mengenregelung findet nicht statt.

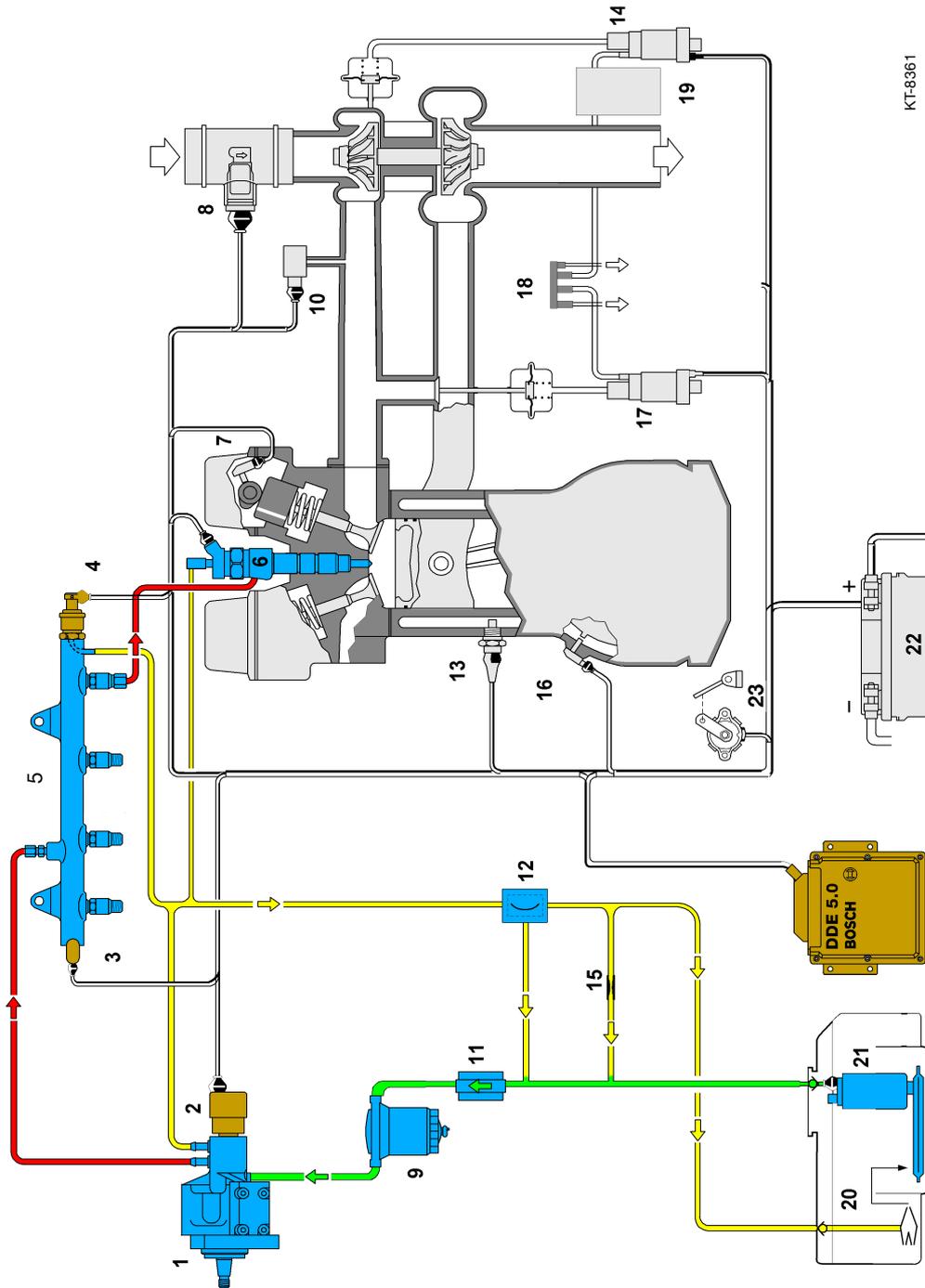
In allen anderen Betriebsbereichen erfolgt eine Kraftstoff-Mengenregelung durch das Mengenregelventil an der Hochdruckpumpe. Die Druckregelung durch das Druckregelventil ist nicht aktiv.

Das Mengenregelventil auf der Saugseite der CP 3.2 wird vom Steuergerät der DDE angesteuert. Das Mengenregelventil regelt die Pumpenfördermenge so, dass nur die Kraftstoffmenge der CP 3.2 zugeführt wird, die auch benötigt wird. Dies führt zu einer niedrigeren Überschussmenge an Kraftstoff und dadurch zu einer deutlich geringeren Erwärmung des Kraftstoffsystems. Durch die Mengenregelung ergibt sich eine Vielzahl von Vorteilen:

- ➔ Niedrigere Herstellungskosten durch den Entfall des Kraftstoffkühlers
- ➔ Wirkungs- und Verbrauchsvorteile durch den geringeren Leistungsbedarf der Common-Rail-Pumpe
- ➔ Optimale Verbrennung bei geringen Rohemissionen

Das Zwei-Steller-Konzept gewährleistet so eine optimale Kraftstoffversorgung in allen Betriebszuständen.

# Motor M47D20TÜ



KT-8361

Abb. 22: Kraftstoffverlauf M47D20TÜ

## Motor M47D20TÜ

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
1	Hochdruckpumpe	13	Kühlmittel-Temperatursensor
2	Mengenregelventil	14	Ansteuerung VNT
3	Raildrucksensor	15	Rücklaufdrossel
4	Druckregelventil	16	KW-Positionsgeber
5	Hochdruckspeicher	17	EPDW für AGR
6	Injektor	18	Unterdruckverteiler
7	NW-Geber	19	Unterdruckspeicher
8	HFM	20	Kraftstoffbehälter
9	Kraftstofffilter	21	elektrische Kraftstoffpumpe
10	Ladedrucksensor	22	Batterie
11	Zusatzförderpumpe	23	Fahrpedalmodul
12	Bi-Metall-Ventil		

## - Bauteile

### Hochdruckpumpe CP 3.2

Die Hochdruckpumpe ist die Schnittstelle zwischen Nieder- und Hochdruckteil. Sie hat die Aufgabe, immer genügend Kraftstoff mit ausreichendem Druck in allen Betriebszuständen und über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs bereitzustellen. Das schließt das Bereitstellen einer Kraftstoffreserve mit ein, die für einen schnellen Startvorgang und einen raschen Druckanstieg im Rail notwendig ist. Das Pumpenkonzept entspricht dem des M67.

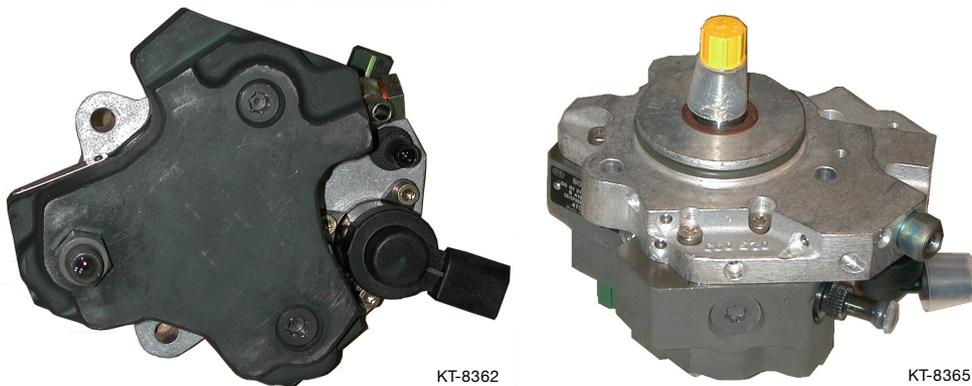


Abb. 23: Common Rail Pumpe (mengengeregelt)

### Neuerungen an der Hochdruckpumpe:

- Nenndruck 1600 bar
- höhere Genauigkeit
- optimierte Abdichtung

Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

**Kraftstoffhochdruckspeicher (Rail)**

Der Kraftstoffhochdruckspeicher (Rail) ist am Zylinderkopf befestigt. Am Rail befindet sich der Raildrucksensor und das Druckregelventil. Das Rail ist den höheren Druckanforderungen angepasst.



KT-7505

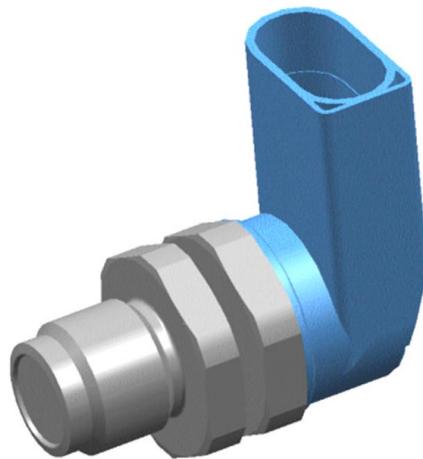
Abb. 24: Kraftstoffhochdruckspeicher

### Raildrucksensor

Der Raildrucksensor befindet sich beim M47D20TÜ vorne am Rail. Er misst den aktuellen Druck im Rail

- mit hoher Genauigkeit und
- in kürzester Zeit

und liefert ein Spannungssignal entsprechend dem anliegenden Druck an das Steuergerät der DDE.



KT-7507

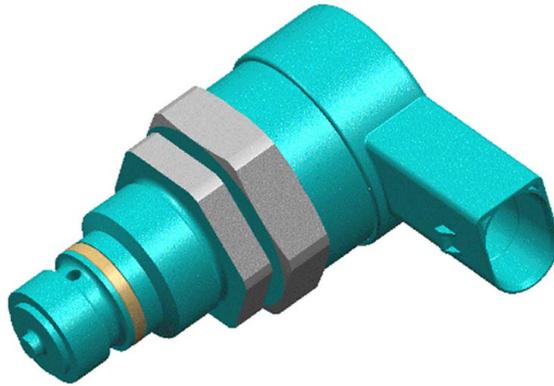
Abb. 25: Raildrucksensor

Der Raildrucksensor ist ebenso wie das Druckregelventil den Anforderungen des Common-Rail Systems der zweiten Generation angepasst und zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Druckfestigkeit bis 1600 bar
- höhere Genauigkeit
- optimierte Abdichtung

### Druckregelventil

Das Druckregelventil befindet sich beim M47D20TÜ hinten am des Rails.



KT-7503

Abb. 26: Druckregelventil

Das Druckregelventil hat die Aufgabe, den Druck im Rail während des Motorstarts und bei Kühlmitteltemperaturen unter 19° C zu regeln. Die Ansteuerung erfolgt durch das DDE Steuergerät.

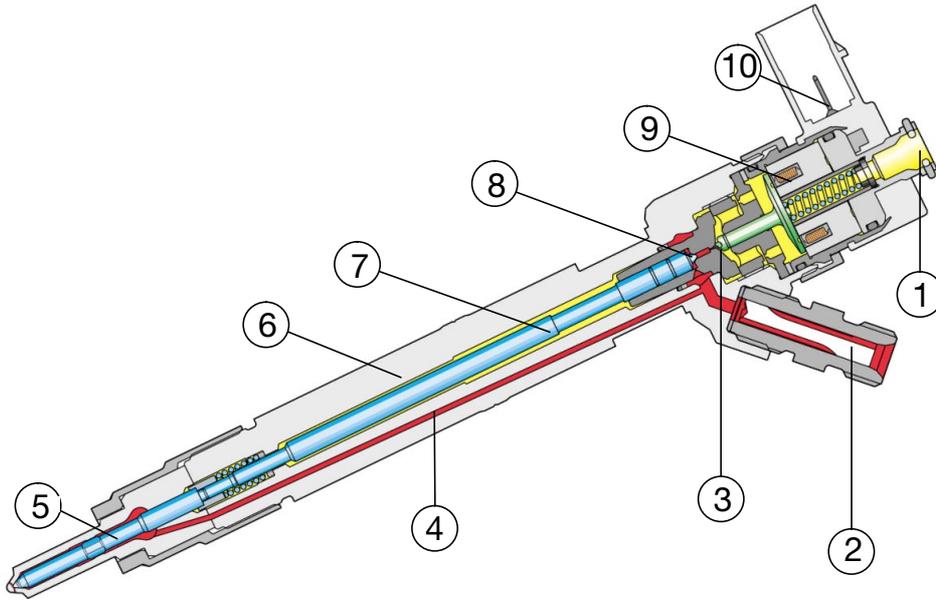
Das Druckregelventil ist den höheren Druckverhältnissen angepasst und zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Druckfestigkeit bis 1600 bar
- höhere Genauigkeit
- optimierte Abdichtung

## Motor M47D20TÜ

### Injektor

Die Injektoren wurden den höheren Anforderungen des Common-Rail-Systems der zweiten Generation angepasst. Das Funktionsprinzip ist gleich geblieben.



KT-7501

Abb. 27: Injektor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Kraftstoffrücklauf	6	Gehäuse
2	Kraftstoffzulauf	7	Ventilsteuerkolben
3	Ventilkugel	8	Ventilsteuerraum
4	Zulaufkanal zur Düse	9	Ansteuerinheit (2/2-Magnetventil)
5	Düsennadel	10	elektrischer Anschluss

### Technische Daten

Öffnungs-, Schließdauer des Ankers:	200-250 $\mu$ s
Anzugsstrom:	20 A max. 450 $\mu$ s
Haltestrom:	12 A max. 4000 $\mu$ s
kürzester Ansteuerabstand:	0.8 ms (vorher: 1.8 ms)
Druckbereich:	250 bis 1600 bar (Start ab 120)

**Neuerungen an den Injektoren:**

- Geänderte Magnet-, Ventilgruppe
- Druckfestigkeit bis 1600 bar
- Mikrosacklochdüse

**Warum kann mit den neuen Injektoren ein höherer Druck realisiert werden?**

---

---

---

---

**Warum sind die Toleranzen der eingespritzten Mengen geringer?**

---

---

---

---

**Warum konnten die Spritzabstände verkürzt werden?**

---

---

---

---

**Warum sind Mehrfacheinspritzungen möglich?**

---

---

---

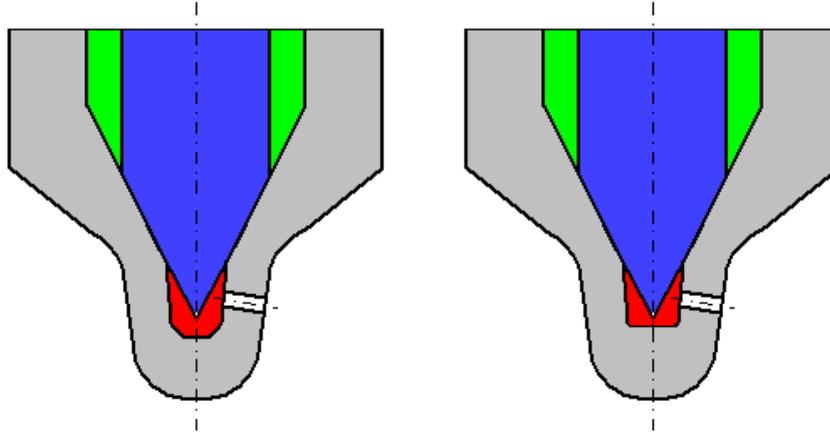


Abb. 28: Vergleich der Mini- und Mikrosacklochdüse

KT-7849

### **Mikrosacklochdüse**

Durch den Einsatz der Mikrosacklochdüse wird der HC-Anteil im Abgas im Vergleich zur Minisacklochdüse um ca. 30% reduziert.

#### Eigenschaften:

- maximaler Durchfluss  $450\text{cm}^3$
- 6 Löcher / Bohrungen

## Motorelektrik

### - Einleitung

Die Digitale-Diesel-Elektronik des M47D20TÜ ist vergleichbar mit der DDE 4.0/4.1 des M57/M67.

Da der M47D20TÜ ein Common-Rail-System der zweiten Generation hat, wird die neue DDE 5.0 verbaut.

In diesem Dokument sind lediglich die Änderungen gegenüber der DDE 4.0/4.1 dargestellt. Informationen, die identisch mit der DDE4.0/4.1 sind, werden im Dokument DI-Dieselmotor DDE 4.0/4.1 beschrieben.

Das Vorglühsystem und die Ansteuerung des Common Rail Einspritzsystems sind die Highlights der DDE 5.0.

Der Steuergerätestecker ist modular aufgebaut und verfügt über 2 Steckermodule mit insgesamt 154 Pins.

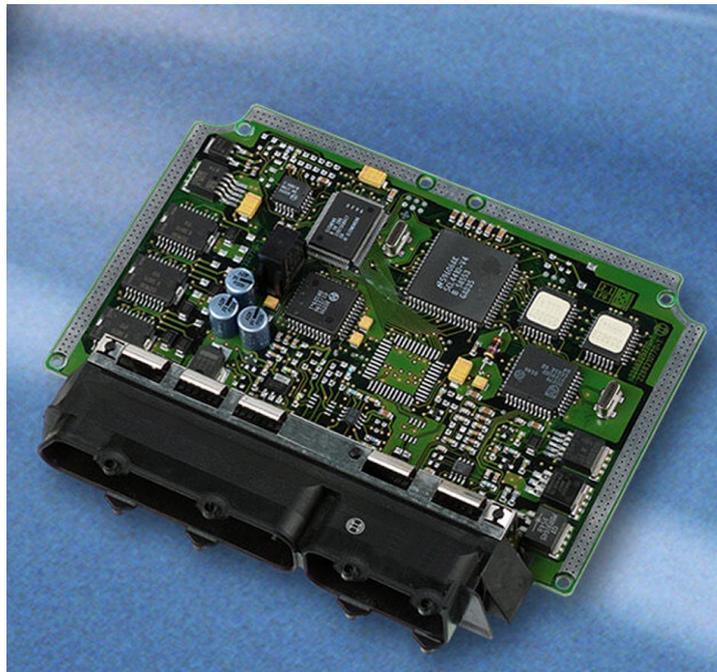
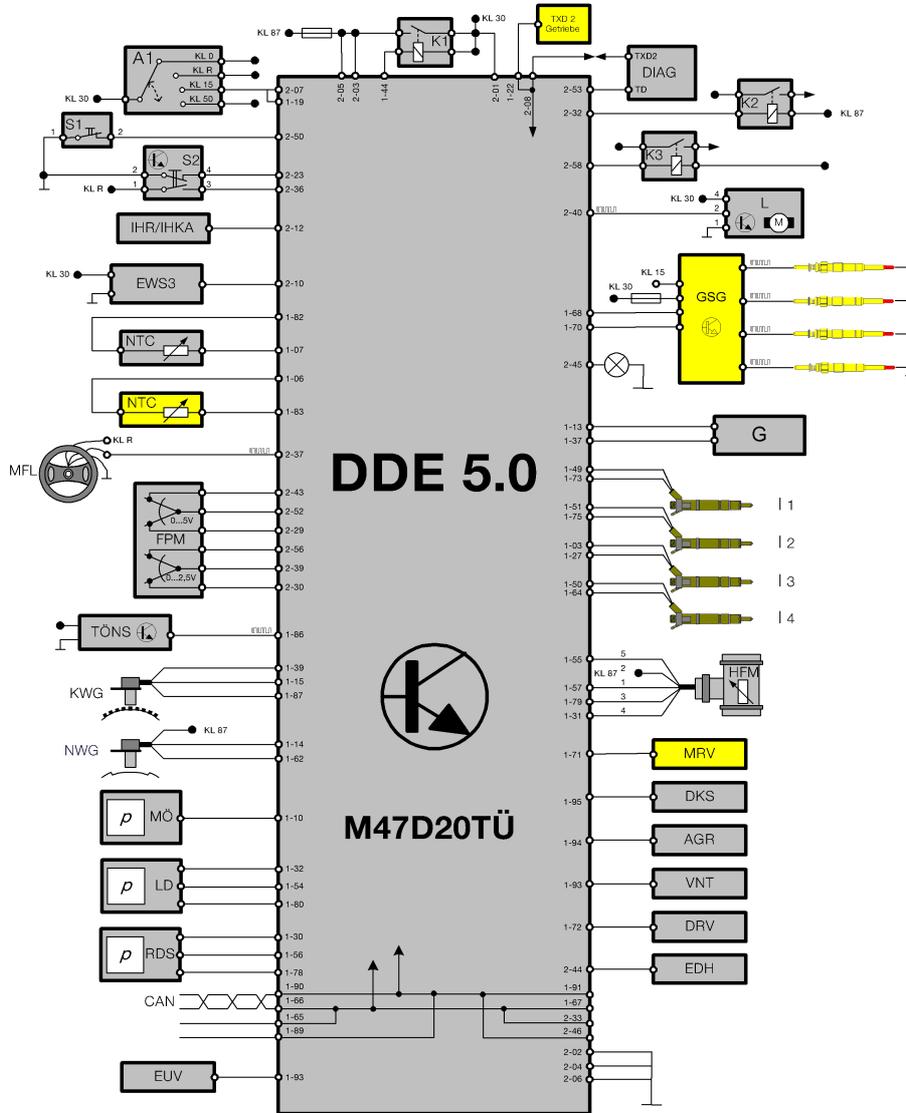


Abb. 29: Steuergerät DDE 5.0

KT-7997

# Motor M47D20TÜ

## - Übersicht DDE 5.0 M47D20TÜ



KT-8237

Abb. 30: Blockschaftbild DDE 5.0

## Motor M47D20TÜ

### - Pinbelegung der DDE 5.0 M47 D20TÜ

Pin-Nr.	Belegung	Abkürzung	Erklärung
1-01	nicht belegt	---	---
1-02	nicht belegt	---	---
1-03	belegt	I 3	Injektor 3
1-04	nicht belegt	---	---
1-05	nicht belegt	---	---
1-06	belegt	NTC	Ladelufttemperaturfühler
1-07	belegt	NTC	Kühlmitteltemperaturfühler
1-08	nicht belegt	---	---
1-09	nicht belegt	---	---
1-10	belegt	MÖ	Öldruckschalter
1-11	nicht belegt	---	---
1-12	nicht belegt	---	---
1-13	belegt	G	Generatorsignal "Klemme 61"
1-14	belegt	NWG	Nockenwellengeber "Masse"
1-15	belegt	KWG	Kurbelwellengeber "Masse"
1-16	nicht belegt		---
1-17	nicht belegt		---
1-18	nicht belegt		---
1-19	belegt	A1	Schalter Klemme 15 "Eingang"
1-20	nicht belegt		---
1-21	nicht belegt		---
1-22	belegt	TXD2	Diagnose-Brücke "Automatikgetriebe"
1-23	nicht belegt		Abluftklappensteuerung
1-24	nicht belegt		---
1-25	nicht belegt		---
1-26	nicht belegt		---
1-27	belegt	I 3	Injektor 3
1-28	nicht belegt		---
1-29	nicht belegt		---
1-30	belegt	RDS	Raildrucksensor $U_{vers}$
1-31	belegt	HFM	Heißfilmluftmassenmesser $U_{vers}$
1-32	belegt	LD	Ladedruckfühler $U_{vers}$
1-33	nicht belegt	---	---
1-34	nicht belegt	---	---
1-35	nicht belegt	---	---
1-36	nicht belegt	---	---
1-37	belegt		Eingang Generator-Lastsignal
1-38	nicht belegt	---	---
1-39	belegt	KWG	Kurbelwellengeber
1-40	nicht belegt	---	---
1-40	nicht belegt	---	---
1-42	nicht belegt	---	---

## Motor M47D20TÜ

Pin-Nr.	Belegung	Abkürzung	Erklärung
1-43	nicht belegt	---	---
1-44	belegt	K 1	Hauptrelais "Masse"
1-45	nicht belegt	---	---
1-46	nicht belegt	---	---
1-47	nicht belegt	---	---
1-48	nicht belegt	---	---
1-49	belegt	I 1	Injektor 1
1-50	belegt	I 4	Injektor 4
1-51	belegt	I 2	Injektor 2
1-52	nicht belegt	---	---
1-53	nicht belegt	---	---
1-54	belegt	LD	Ladedruckfühler
1-55	belegt	HFM	Heißfilm-Luftmassenmesser
1-56	belegt	RDS	Raildrucksensor
1-57	belegt	HFM	Ansauglufttemperaturfühler
1-58	nicht belegt	---	---
1-59	nicht belegt	---	---
1-60	nicht belegt	---	---
1-61	nicht belegt	---	---
1-62	belegt	NWG	Nockenwellengeber
1-63	nicht belegt	---	---
1-64	belegt	I 4	Injektor 4
1-65	belegt		CAN-Abschlusswiderstand
1-66	belegt		CAN-Abschlusswiderstand
1-67	belegt		CAN-low / power train
1-68	belegt		Steuergerätschnittstelle zum GSG
1-69	nicht belegt	---	---
1-70	belegt	GSG	Glühsteuergerät "Masse"
1-71	belegt	MRV	Mengenregelventil (CP3)
1-72	belegt	DRV	Druckregelventil Rail
1-73	belegt	I 1	Injektor 1
1-74	nicht belegt	---	---
1-75	belegt	I 2	Injektor 2
1-76	nicht belegt	---	---
1-77	nicht belegt	---	---
1-78	belegt	RDS	Raildrucksensor
1-79	belegt	HFM	Heißfilm-Luftmassenmesser "Masse"
1-80	belegt	LD	Ladedruckfühler "Masse"
1-81	nicht belegt	---	---
1-82	belegt	NTC	Kühlmitteltemperaturfühler
1-83	belegt	NTC	Ladelufttemperaturfühlerfühler
1-84	nicht belegt	---	---
1-85	nicht belegt	---	---
1-86	belegt	TÖNS	Ölniveausensor
1-87	belegt	KWG	Kurbelwellengeber

## Motor M47D20TÜ

Pin-Nr.	Belegung	Abkürzung	Erklärung
1-88	nicht belegt	---	---
1-89	belegt		CAN-Abschlusswiderstand
1-90	belegt		CAN-Abschlusswiderstand
1-91	belegt		CAN high /power train
1-92	nicht belegt	---	---
1-93	belegt	VNT	VNT-Steller
1-94	belegt	AGR	Abgasrückführung
1-95	belegt	DKS	Drallklappensteller
1-96	nicht belegt	---	---

Pin-Nr.	Belegung	Abkürzung	Erklärung
2-01	belegt		Batterie plus
2-02	belegt		Batterie minus
2-03	belegt		Batterie plus über Hauptrelais
2-04	belegt		Batterie minus
2-05	belegt		Batterie plus über Hauptrelais
2-06	belegt		Batterie minus
2-07	belegt	A 1	Schalter Klemme 15 / "Eingang"
2-08	belegt	TXD 2	Diagnose
2-09	nicht belegt	---	---
2-10	belegt	EWS 3	elektrische Wegfahrsperr
2-11	nicht belegt	---	---
2-12	belegt	IHR/IHKA	Anforderung Zusatzheizung
2-13	nicht belegt	---	---
2-14	nicht belegt	---	---
2-15	nicht belegt	---	---
2-16	nicht belegt	---	---
2-17	nicht belegt	---	---
2-18	nicht belegt	---	---
2-19	nicht belegt	---	---
2-20	nicht belegt	---	---
2-21	nicht belegt	---	---
2-22	nicht belegt	---	---
2-23	belegt	S 2	Bremslicht-Testschalter
2-24	nicht belegt	---	---
2-25	nicht belegt	---	---
2-26	nicht belegt	---	---
2-27	nicht belegt	---	---
2-28	nicht belegt	---	---
2-29	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-30	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-31	nicht belegt	---	---
2-32	belegt	K 2	elektrische Kraftstoffpumpe
2-33	belegt		CAN-low / power train

## Motor M47D20TÜ

Pin-Nr.	Belegung	Abkürzung	Erklärung
2-34	nicht belegt	---	---
2-35	nicht belegt	---	---
2-36	belegt	S 2	Bremslichtschalter
2-37	belegt	MFL	Multifunktionslenkrad
2-38	nicht belegt	---	---
2-39	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-40	belegt	L	Motorlüftersteuerung
2-41	nicht belegt	---	---
2-42	nicht belegt	---	---
2-43	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-44	belegt	EDH	Ansteuerung Zusatzheizung
2-45	belegt		Ausgang Öldrucklampe
2-46	belegt		CAN-high / power train
2-47	nicht belegt	---	---
2-48	nicht belegt	---	---
2-49	nicht belegt	---	---
2-50	belegt	S 1	Kupplungsschalter
2-51	nicht belegt	---	---
2-52	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-53	belegt	DIAG	Diagnosedose / TD-Signal
2-54	nicht belegt	---	---
2-55	nicht belegt	---	---
2-56	belegt	FPM	Fahrpedalmodul
2-57	nicht belegt	---	---
2-58	belegt	K 3	Klimakompressorrelais

## **- Komponenten**

### **Sensoren**

- Pedalwertgeber
- Luftmassenmesser
- Ladedruckfühler
- Kühlmitteltemperaturfühler
- Raildrucksensor
- Ladelufttemperaturgeber
- Nockenwellengeber
- Ölniveausensor
- Kurbelwellenpositionsgeber

### **Aktuatoren**

- Injektoren 1-4 EV (1-4)
- Mengenregelventil CP 3.2
- Druckregelventil
- EPDW-Steller (VNT, AGR)
- Umschaltventil Drallklappen
- Umschaltventil Kühlerjalousie (Schaltgetriebe)

### **Schalter**

- Bremslichtschalter
- Öldruckschalter
- Kupplungsschalter
- Zündschloss

### **Relais**

- Hauptrelais Steuergerät
- Relais E-Lüfter

### **Schnittstellen**

- Diagnosestecker
- BSD-Schnittstelle (Generator, Glühsteuergerät)

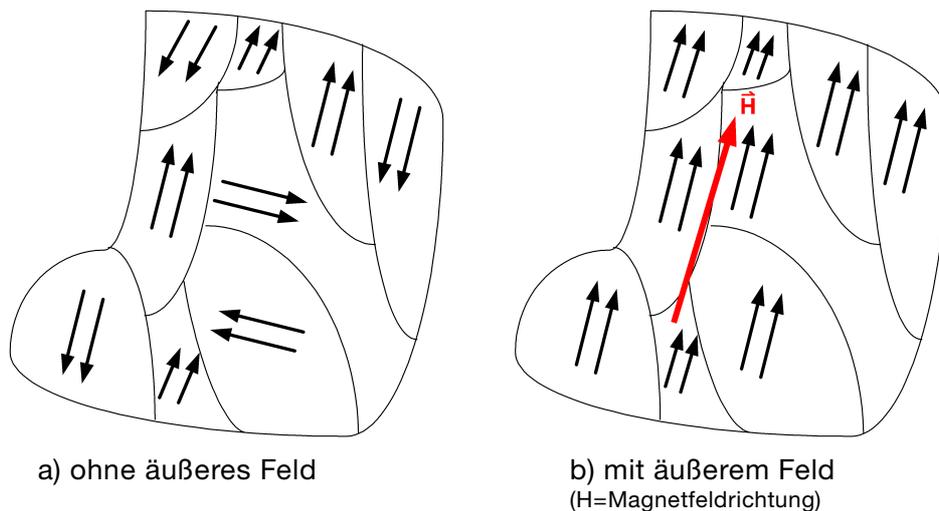
## - Sensoren / Aktuatoren

### Kurbelwellenpositionsgeber

Beim M47D20TÜ kommt ein neuer magneto-resistiver Kurbelwellenpositionsgeber (KW-Geber) zum Einsatz. Magneto-resistive Geber kommen in BMW Fahrzeugen bereits in Form von Rad-drehzahlsensoren zum Einsatz (DSC III MK60). Sie zeichnen sich durch mechanische Robustheit, Unempfindlichkeit gegenüber Montagetoleranzen, einen grossen Betriebstemperaturbereich und nicht zuletzt durch hohe Genauigkeit bei vergleichsweise geringem Preis aus.

Der KW-Geber befindet sich beim M47D20TÜ im Abschlussdeckel des Zylinderkurbelgehäuses.

Magneto-resistive Widerstände ändern in Abhängigkeit, des auf sie wirkenden Magnetfelds ihren Widerstand. Das physikalische Grundprinzip beruht darauf, dass in ferromagnetischen Stoffen eine Magnetisierung ohne Richtung vorherrscht. Durch das Anlegen eines äußeren Magnetfelds wird das innere Magnetfeld so beeinflusst, dass es in die Richtung des äußeren Magnetfelds abgelenkt wird (siehe folgende Abbildung). Je stärker das äußere Magnetfeld wirkt, desto größer ist die Ausrichtung des inneren Magnetfelds.



KT-8249

Abb. 31: Lage der Magnetisierung in ferromagnetischen Material

## Aufbau

Der Sensor besteht aus einer Brückenschaltung mit vier magnetoresistiven Widerständen und einer integrierten Auswertelektronik. Der Sensor wird mit Plus und Minus versorgt. Über eine Datenleitung werden die Information an das Steuergerät der DDE 5.0 geliefert.

## Funktionsprinzip

Die Ablenkung der Feldlinien durch das Magnetpolrad erzeugt periodische Widerstandsänderungen in der Brückenschaltung.

Die Widerstandsänderungen werden durch die integrierte Auswertelektronik erfasst. Aus den verhältnismäßig kleinen sinusförmigen Spannungen erzeugt die Auswertelektronik ein Rechtecksignal, welches über die Steuerleitung zur DDE geleitet wird und direkt weiterverarbeitet werden kann. Die folgende Abbildung zeigt das Prinzip der Drehzahlmessung mit einem magnetoresistiven Sensor.

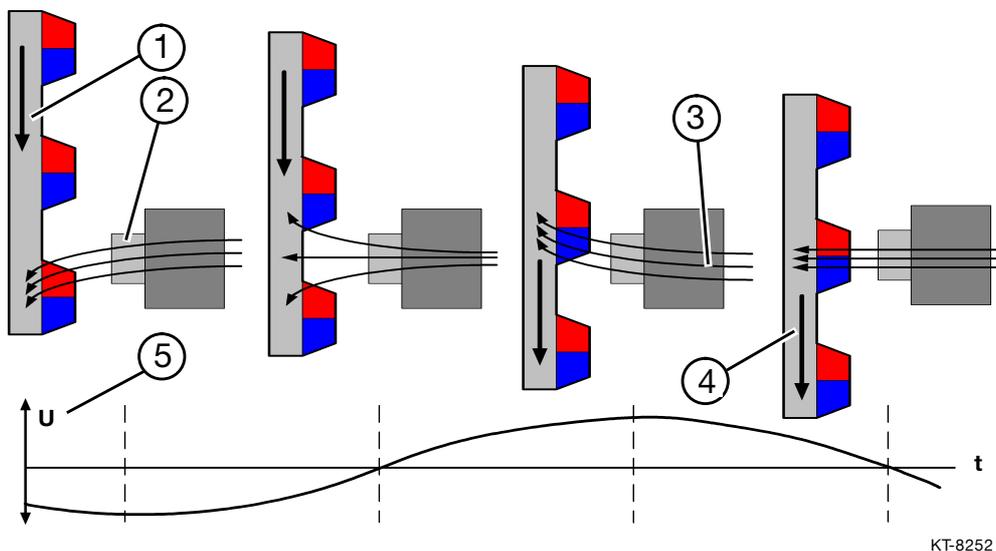


Abb. 32: Prinzip der Drehzahlmessung mit magnetoresistivem Sensor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Polrad	4	Bewegungsrichtung
2	Sensorelement	5	Spannungsverlauf in Abhängigkeit der Polradposition
3	Feldlinien		

### **Ladelufttemperaturfühler**

Da sich am HFM während der gesamten Laufzeit des Motors Verschmutzungen ablagern, wird die Berechnung der Luftmasse ungenau.

Um dennoch die Luftmasse exakt zu bestimmen, wird die Ladelufttemperatur als Korrekturgröße erfasst.

Der Einbauort befindet sich in der Ladeluftleitung zwischen Ladeluftkühler und AGR-Ventil.

### **Mengenregelventil**

Das Mengenregelventil ist im Kapitel Common-Rail beschrieben.

## - Glühsystem

### Einleitung

Um den gestiegenen gesetzlichen Anforderungen an das Emissionsverhalten und nicht zuletzt den Kundenerwartungen an Geräuschkomfort und Startverhalten gerecht zu werden, wurde das Glühsystem für den M47D20TÜ grundlegend überarbeitet.

Wesentliche Merkmale des Glühsystems sind

- die sehr kurze Vorglühzeit, mit der sich unter allen Bedingungen die Startbereitschaft innerhalb weniger Sekunden erreichen lässt;
- die kontinuierliche Betriebstemperatur der Glühkerzen von ca. 1000° C in allen Betriebszuständen.

In den bisher eingesetzten Glühsystemen, bestehend aus DDE-Steuergerät, Vorglührelais und Stabglühkerzen, wird der Laststrom der Glühkerzen über das Glührelais ein- und ausgeschaltet.

Die Glühkerzen des M47D20TÜ werden pulswidenmoduliert angesteuert. Jede Glühkerze wird individuell durch eine der Glühkerze zugeordnete Endstufe ein- und ausgeschaltet. Durch die Pulsweitenmodulation kann die Effektivspannung (Nutzspannung) an den Glühkerzen so verändert werden, dass sich eine gleichbleibende Temperatur von ca. 1000° C über den gesamten Betriebsbereich des Motors einstellt. Darüber hinaus ist eine individuelle Diagnose jedes einzelnen Glühkreises möglich.

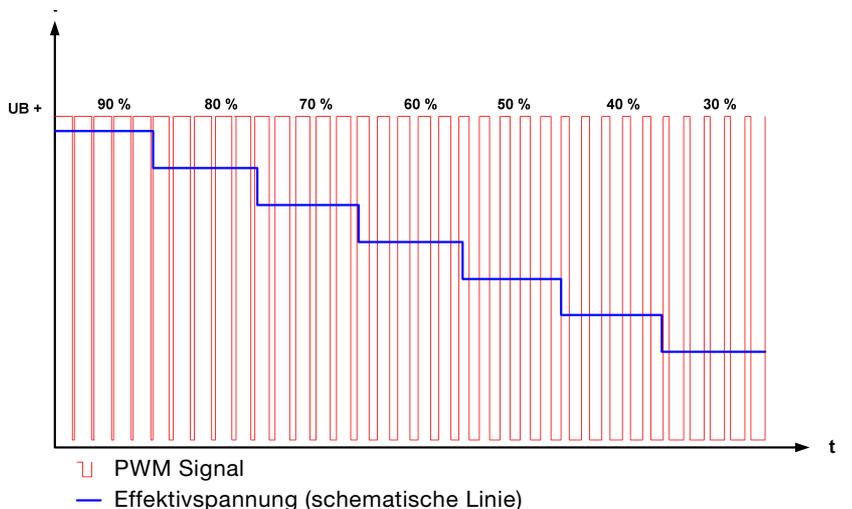


Abb. 33: Pulsweitenmodulation (schematische Darstellung)

### Systembeschreibung

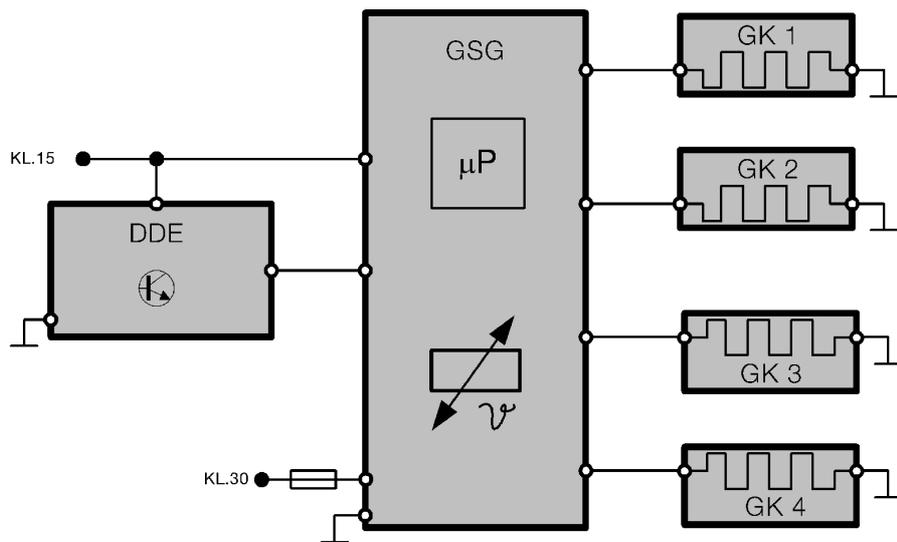
Das Glühsystem besteht aus dem DDE-Steuergerät, einem elektronischen Glühkerzen-Steuergerät und leistungsoptimierten Schnellstart-Glühkerzen. Das Vorglührelais entfällt. Gegenüber den bisher eingesetzten Standard-Glühkerzen sind die Schnellstart-Glühkerzen für einen Spannungsbereich von 5.3 bis 7.8 Volt ausgelegt. Während des Startglühens kann auch kurzzeitig Bordnetzspannung anliegen. Die Schnellstart-Glühkerzen benötigen ca. 60% weniger Energie, um eine Temperatur von ca. 1000 °C zu erreichen. Ebenso ist die Leistungsaufnahme während des Glühens um 60% reduziert, was somit zu einer deutlichen Entlastung des Bordnetzes führt.

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale zu den bereits bekannten Glühsystemen sind:

- die Ansteuerung der Glühkerzen im Fahrbetrieb erfolgt pulsweitenmoduliert in einem Spannungsbereich von 5,3 Volt bis 7,8 Volt,
- die Funktion des Vorglührelais wird durch Endstufen (Mosfet) im Glühsteuergerät ersetzt,
- die Implementierung einer Notglühfunktion,
- der Einsatz von Schnellstart-Glühkerzen,
- jeder der vier Glühkreise ist einzeln diagnosefähig.

## Bauteile

- Schnellstart-Glühkerzen
- Glühsteuergerät
- Schnittstelle zur DDE
- Leitungen und Verbindungen



KT-7659

Abb. 34: Blockschaltbild Glühsystem

Index	Bezeichnung	Index	Bezeichnung
DDE	Steuergerät DDE 5.0	GK 2	Glühkerze 2
GSG	Glühsteuergerät	GK 3	Glühkerze 3
GK 1	Glühkerze 1	GK 4	Glühkerze 4

## Glühsteuergerät

Das am Motor angebrachte diagnosefähige Glühsteuergerät kommuniziert mit der Motorsteuerung DDE über die bidirektionale Datenschnittstelle.

Das Gehäuse des Glühsteuergeräts besteht aus einer Aluminiumplatte und einem Kunststoffrahmen mit integrierten Steckanschlüssen und einem Kunststoffdeckel. Der als Hybrid ausgeführte Schaltungsträger ist im Inneren auf die Grundplatte geklebt und über Drahtverbindungen mit den Steckanschlüssen des Gehäuses verbunden.

Alle elektrischen Anschlüsse erfolgen über ein zweiteiliges, in das Gehäuse integriertes Stecksystem.

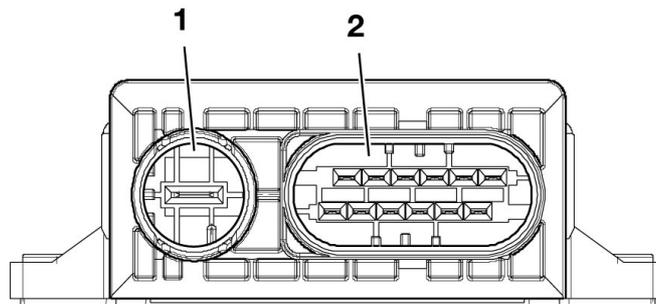


Abb. 35: Steckanschluss des Glühsteuergeräts

KT-8133

Index	Erklärung
1	Hochstromanschluss (Klemme 30)
2	Anschluss für Versorgungsspannung, Steuersignale u. Glühkerzen

### Pin-Belegung Stecker 2 (12-polig)

Pin	Erklärung	Pin	Erklärung
1	Glühkerze 1	7	----
2	Glühkerze 2	8	----
3	Glühkerze 3	9	----
4	Glühkerze 4	10	----
5	Klemme 15	11	----
6	Klemme 31	12	Kommunikationsleitung

## Motor M47D20TÜ

Das Glühsteuergerät ist von seiner mechanischen und elektrischen Auslegung so konzipiert, dass ein direkter Anbau am Motor möglich ist.

Vorteil:

- kürzere Hochstrom-Verbindungen zwischen Glühsteuergerät und Schnellstart-Glühkerzen

Die Heizleistung wird in Abhängigkeit bestimmter Betriebszustände z.B. Temperatur, Drehzahl und Lastzustand des Motors von der DDE ermittelt und über die bidirektionale Schnittstelle an das Glühsteuergerät weitergeleitet. Das Glühsteuergerät setzt die Anforderung um und meldet Diagnose- und Zustandsinformationen nach Aufforderung an die DDE zurück.

### Ansteuerung der Glühkerzen

Das Glühsteuergerät erhält die Glühanforderungen (Ansteuerprofil) für die verschiedenen Glühfunktionen, wie. z.B. Start-, Betriebs- oder Diagnoseglühen von der DDE. Die folgende Abbildung zeigt ein typisches Ansteuerprofil und den damit verbundenen Temperaturverlauf der Glühkerzen.

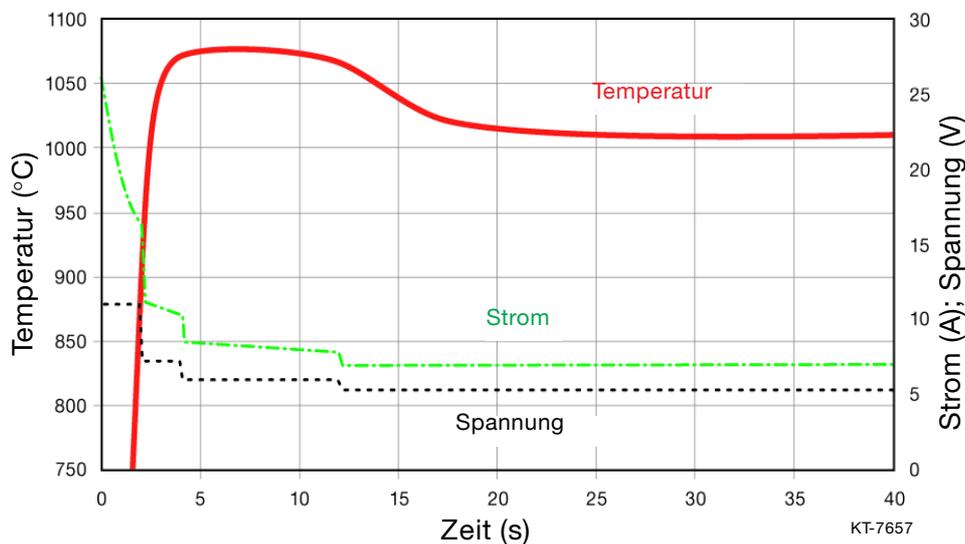


Abb. 36: Typisches Ansteuerprofil und Temperaturverlauf der Glühkerzen

Im getakteten Betrieb werden die Glühkerzen nicht alle gleichzeitig ein- und ausgeschaltet, sondern nacheinander, um Störungen im Bordnetz durch periodisches Ein- und Ausschalten sehr hoher Ströme (bis zu 120 Ampere) zu vermeiden.

## Motor M47D20TÜ

Durch Ein- und Ausschalten von Verbrauchern kann sich die Bordnetzspannung ändern.

Bei den bisher eingesetzten Glühsystemen kann es dazu führen, dass die Glühkerzen nicht mehr die erforderliche Betriebstemperatur erreichen.

Bei dem neuen Glühsystem wird aufgrund der pulsweitenmodulierten Ansteuerung die Spannung an den Glühkerzen konstant gehalten, sodass Spannungsschwankungen im Bordnetz keinen Einfluss auf die Glühkerzen und deren Temperatur haben.

### **Voraussetzung:**

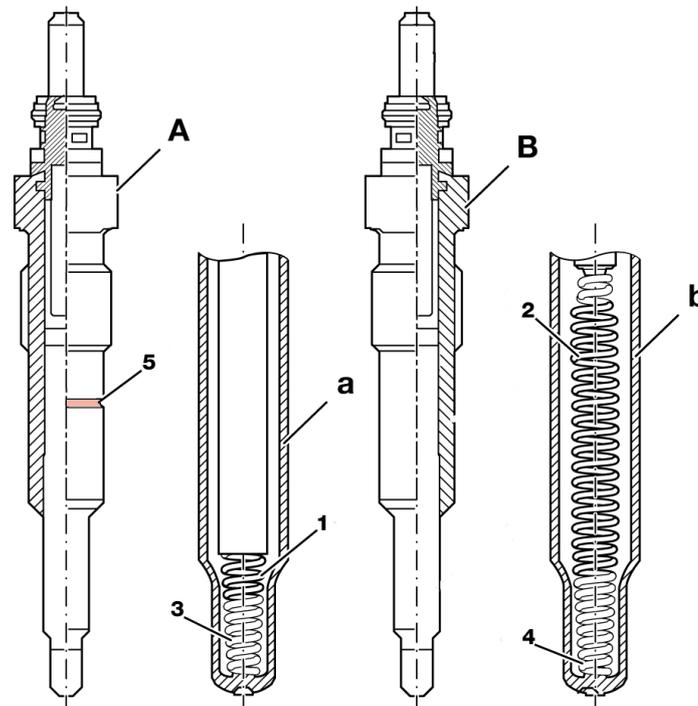
Die Bordnetzspannung ist größer als die Glühkerzen-Sollspannung.

## Schnellstart-Glühkerzen

Die leistungsoptimierten Schnellstart-Glühkerzen zeichnen sich durch einen geringen Energiebedarf bei gleichzeitig verkürzter Reaktionszeit aus.

Die Reduzierung des Leistungsbedarfs und der damit verbundene Betrieb im Niedervolt-Bereich wird dadurch erreicht, dass nur noch die in den Brennraum hineinragende Glührohrspitze (GRS) der Glühkerze glüht.

Damit nur die Glührohrspitze der Schnellstart-Glühkerze glüht, ist die Länge der Heiz- und Regelwendel im Vergleich zur Standard-Glühkerze deutlich reduziert (siehe folgende Abbildung).



KT-8151

Abb. 37: Vergleich der Glühkerzen M47D20 und M47D20TÜ

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Schnellstart-Glühkerze	B	Glühkerze (Standard)
a	Glührohrspitze	b	Glührohr (Standard-GK)
1	verkürzte Regelwendel	2	Regelwendel (Standard GK)
3	Heizwendel	4	Heizwendel (Standard-GK)
5	Kennzeichnungsgrille		

## **Motor M47D20TÜ**

Optisch sind die Schnellstart-Glühkerzen durch eine Kennzeichnungsrille im Gehäuse und ihre silbrige Oberfläche (siehe obere Abbildung) von den Glühkerzen des M47D20 zu unterscheiden.

Weitere Vorteile sind die

- höhere Lebensdauer
- gute Lastannahme
- höhere Oxidationsbeständigkeit

### **Diagnose**

Die Diagnose erfolgt über die DDE. Jeder Glühkreis ist einzeln diagnosefähig.

## Glühfunktionen

### Startglühen

Beim Startvorgang werden die Glühkerzen kurzzeitig (ca. 1 - 2 Sek.) mit Bordnetzspannung bei 10.5 Ampere beaufschlagt. Diese Zeit reicht aus, um die Glühkerzen auf eine Temperatur von ca. 1000° C aufzuheizen. Im weiteren Betrieb wird die Effektivspannung an den Glühkerzen durch Pulsweitenmodulation auf ca. 5.3 Volt reduziert. Diese Spannung reicht aus, um die Glühkerzenspitzen auf einer Betriebstemperatur von 1000° C zu halten.

### Diagnoseglühen

Im Modus "Diagnoseglühen" werden alle Glühkerzen mit geringer Heizleistung betrieben. Der Befehl "Diagnose" vom DDE-Steuergerät startet eine dauerhafte Bestromung der Glühkerzen. Die Notglühfunktion endet jedoch seitens des DDE-Steuergeräts nach ca. 3 Minuten beendet.

### Notglühen

Die Notglühfunktion ermöglicht ein relativ schnelles Starten des Motors bei fehlender Kommunikation, z.B. einer Leitungsunterbrechung zwischen dem Glühsteuergerät und der DDE. Die Notglühfunktion wird bei aktivierter Klemme 15 und fehlendem Steuersignal der DDE gestartet. In diesem Zustand werden die Glühkerzen unabhängig vom Motorzustand angesteuert.

## **Systemzustände**

### **Defekte Endstufen im Glühsteuergerät**

Ist eine Endstufe im Glühsteuergerät dauerhaft, defekt erfolgt ein Eintrag im Fehlerspeicher der DDE. Ist die Endstufe dauerhaft leitend, so wirkt die dazugehörige Glühkerze als Sicherung und brennt nach einigen Sekunden durch. So wird ein Entladen der Batterie verhindert.

### **Offener Lastkreis**

Die Stromaufnahme der Glühkerzen wird im Glühsteuergerät überwacht.

Unterschreitet der bei fehlerfreier Ansteuerung detektierte Strom einen festgelegten Wert, wird der Glühkreis als "offen" erkannt.

### **Kurzgeschlossener Lastkreis**

Im Falle eines Kurzschlusses gegen Masse wird der Lastkreis durch die Endstufe (Mosfet) des entsprechenden Kreises deaktiviert. Das Fehlerbild wird vom System erkannt. Nach einiger Zeit wird der Lastkreis erneut pulsweitenmoduliert bestromt. Zeigt sich daraufhin das gleiche Fehlerbild, wird der Lastkreis ganz abgeschaltet. Somit wird die sichere Diagnose eines Kurzschlusses ermöglicht, ohne auf sporadische Fehler zu reagieren. Der Eintrag im Fehlerspeicher wird nach dem Auslesen des DDE-Steuergeräts gelöscht.

### **Überschreitung der Gehäusetemperatur**

Die Temperatur des Glühsteuergeräts wird ständig über einen auf dem Schaltungsträger angebrachten Temperatursensor überwacht. Steigt die Temperatur über den zulässigen Wert von ca. 120° C werden die Lastkreise deaktiviert und die Information "Übertemperatur" in den Fehlerspeicher eingetragen.

### **Überspannungsschutz**

Bei einer erhöhten Versorgungsspannung, die auch nach mehrmaligen Messungen über der maximalen Betriebsspannung liegt, werden die Endstufen so lange nicht mehr geschaltet bis die Spannung an Klemme 30 des Glühsteuergeräts wieder Versorgungsspannungsniveau erreicht hat.

### **Fehlende Versorgungsspannung**

Die Versorgungsspannung am Anschluss Klemme 30 wird ständig vom Glühsteuergerät überwacht. Erkennt das Glühsteuergerät eine zu niedrige Spannung bzw. keine Spannung, erfolgt der Eintrag "Kreis offen" im Fehlerspeicher des DDE-Steuergeräts.

### **Fehlende Kommunikation mit der DDE 5.0**

- Während des Startvorgangs  
Erkennt das Glühsteuergerät innerhalb einer Sekunde nach der Aktivierung durch Klemme 15 keine Aktivität auf der Kommunikationsleitung, wird automatisch die Notglühfunktion gestartet.
- Während des Betriebs  
Erhält das Glühsteuergerät innerhalb 33 Sekunden im ordnungsgemäßen Betrieb keine Rückmeldung (4 Synchronisationssignale) von der DDE, wird der Glühvorgang automatisch beendet.



## Glossar

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
AGW	Ausgleichswellen
CP 3.2	Common-Rail-Pumpe 3.2
EDH	elektrischer Durchlauferhitzer
GRS	Glührohrspitzen
HVA-	hydraulisches Ventilausgleichs-
IHKA	Integrierte Heiz- und Klimaautomatik
IHKR	Integrierte Heiz- und Klimaregelung
KW	Kurbelwelle
ÖWWT	Öl-Wasser-Wärmetauscher
SAC	self adjusting clutch
ZMS	Zweimassenschwungrad