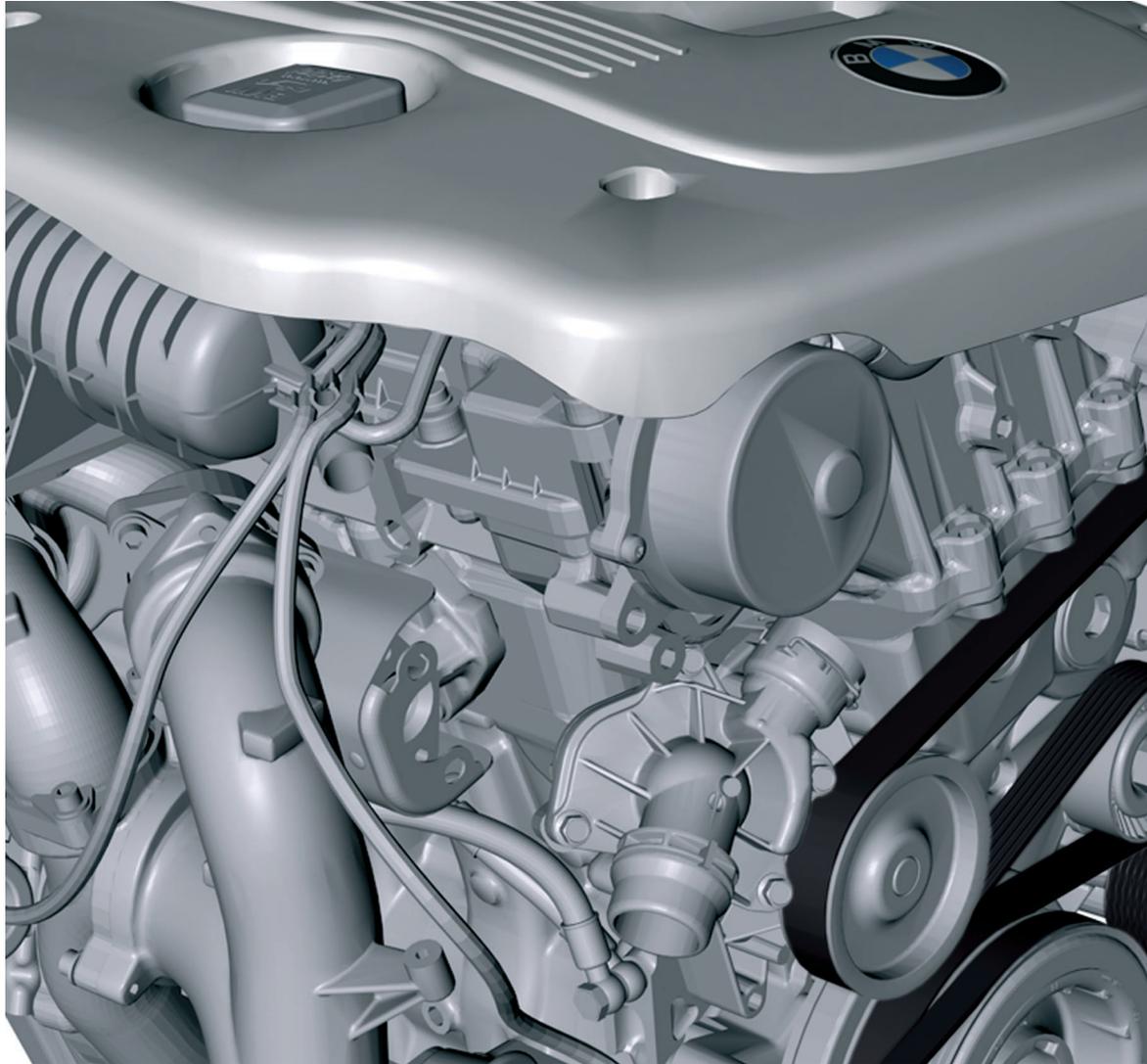


Teilnehmerunterlage

M57TU1-TOP Motor



Die in der Teilnehmerunterlage enthaltenen Informationen sind ausschließlich für die Teilnehmer dieses Seminars des BMW Aftersales Trainings bestimmt.

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweiligen aktuellen Informationen des BMW Service zu entnehmen.

Stand der Informationen April 2004

conceptinfo@bmw.de

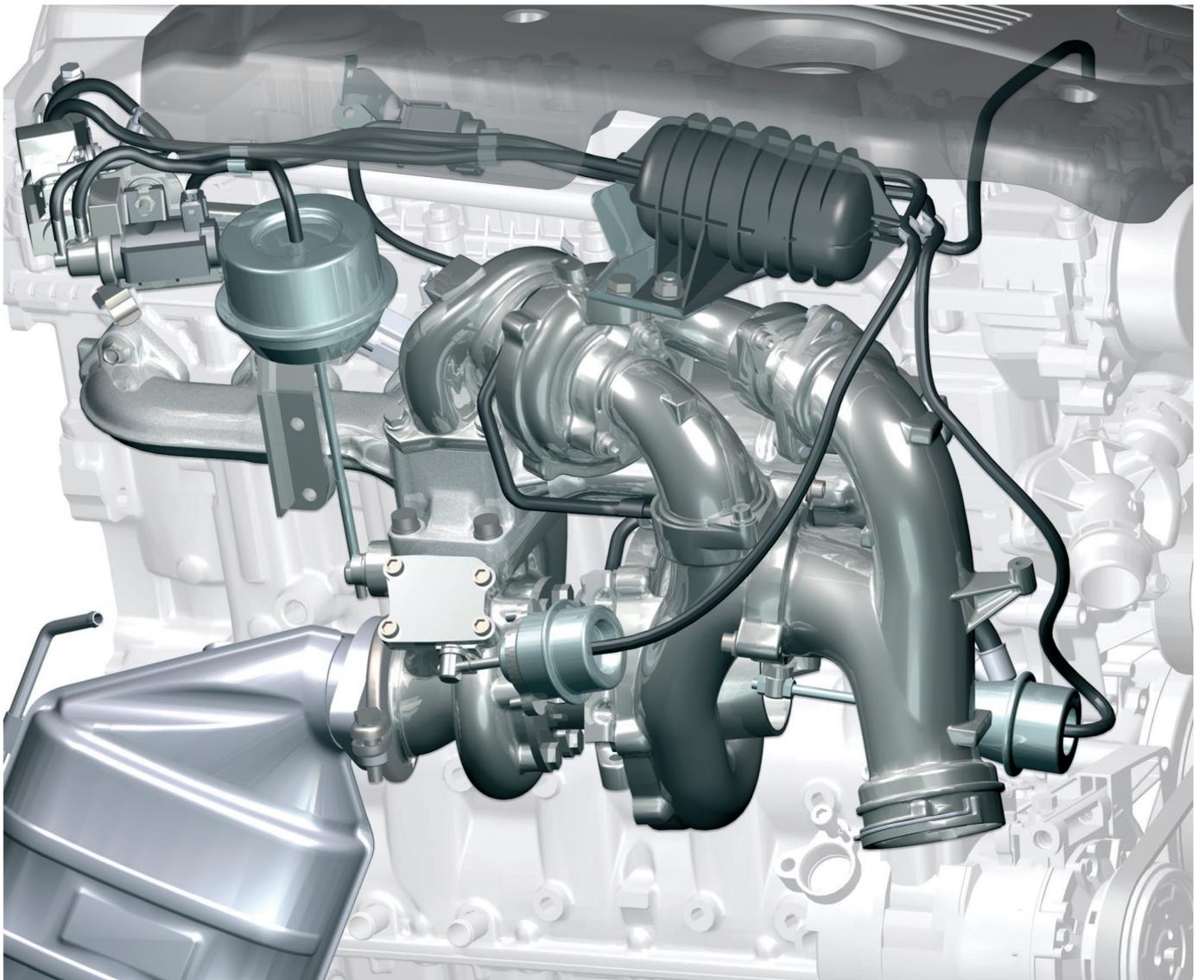
© 2004 BMW Group

Aftersales Training, München, Deutschland. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der BMW Group, München.

Teilnehmerunterlage M57TU1-TOP Motor

Dieselmotor mit zweistufiger Aufladung

Digitale Diesel Elektronik DDE 606



Inhalt

M57TU1-TOP Motor

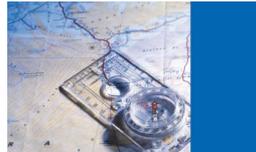


Ziele

Aufgabe dieser Teilnehmerunterlage

1

1



Einleitung

Dieselmotor mit zweistufiger Aufladung

3

3

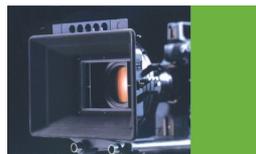


Systemkomponenten

Überarbeitete Bauteile

7

7



Funktionsweise

Zweistufige Aufladung

11

11



Ziele

M57TU1-TOP Motor

Aufgabe dieser Teilnehmerunterlage

Diese Teilnehmerunterlage ist ein seminarbegleitendes Dokument und dient gleichzeitig als Nachschlagewerk.

Es werden alle Neuheiten und Änderungen des M57TU1-TOP Motors gegenüber dem M57TU1-EURO 4 Motor vorgestellt.



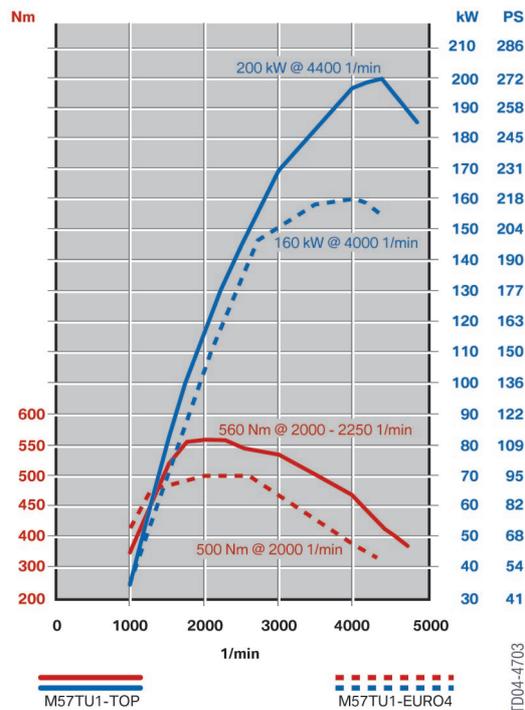
Einleitung

M57TU1-TOP Motor

Dieselmotor mit zweistufiger Aufladung

Im E60 kommt als leistungsstärkste Dieselmotorisierung der M57D30TU1-TOP zum Einsatz (Modellbezeichnung 535d).

Der Motor zeichnet sich durch seine außergewöhnliche Leistungscharakteristik aus. Die Leistung beträgt 200 kW/272 PS. Das maximale Drehmoment von 560 Nm wird bei 2000 1/min erreicht. Davon liegen 500 Nm bereits bei 1500 1/min an.



1 - Vergleich M57TU1-EURO 4 und M57TU1-TOP

Änderungen

Gegenüber dem M57TU1-EURO 4 Motor kommen an folgenden Bauteilen Änderungen und Neuentwicklungen zum Einsatz:

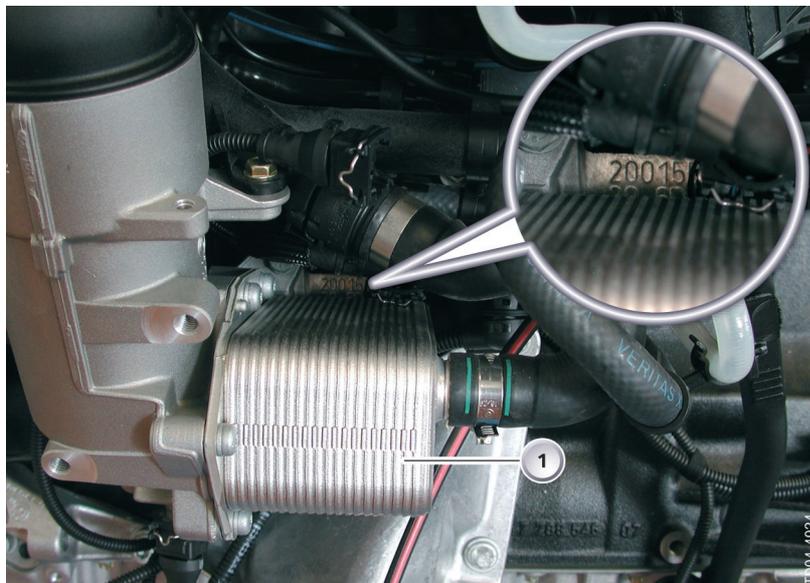
- Abgasturbolader
- Abgasanlage
- Ansaugluftführung
- Kolben und Pleuel
- Nockenwellen
- Riementrieb
- Reduziertes Verdichtungsverhältnis
- Vergrößerter Injektorquerschnitt
- Digitale Diesel Elektronik DDE 606

Technische Daten

Bezeichnung	M57D30 TU1 EURO 4	M57D30 TU1 TOP
Bauart	6 Zylinder Reihenmotor	6 Zylinder Reihenmotor
Hubraum (cm ³)	2993	2993
Hub/Bohrung (mm)	90/84	90/84
Leistung (kw/PS) bei Drehzahl (1/min)	160/218 4000	200/272 4400
Drehmoment (Nm) bei Drehzahl (1/min)	500 2000-2750	560 2000-2250
Abregeldrehzahl (1/min)	4600	5000
Verdichtungsverhältnis	17,0	16,5
Ventile/Zylinder	4	4
Digitale Diesel Elektronik	DDE 509	DDE 606
Erfüllt Abgasgesetz	EURO 4	EURO 4
Abgasnachbehandlung	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter

Motornummer

Die Motornummer befindet sich oberhalb des Motorölkühlers am Motorblock.



2 - Pos.1: Motorölkühler

Historie

Der M57D30TU Motor wird bisher in den folgenden Baureihen eingesetzt:

Motor	Baureihe	kW/PS bei ¹ min	Nm bei ¹ /min	Abgasstufe	Motor- steuerung
M57D30 TU	E46	150/204 4000	410 1500-3250	LL = EURO 3 RL = EURO 3	DDE 5.0
M57D30 TU1	E46	150/204 4000	410 1500-3250	LL = EURO 4 RL = EURO 4	DDE 506
M57D30 TU1	E83	150/204 4000	410 1500-3250	LL = EURO 3 RL = ---	DDE 506
M57D30 TU	E53	160/218 4000	500 2000-2750	LL = EURO 3 RL = EURO 3	DDE 506
M57D30 TU	E65	160/218 4000	500 2000-2750	LL = EURO 3 RL = EURO 3	DDE 506
M57D30 TU1	E60	160/218 4000	500 2000-2750	LL = EURO 3 RL = EURO 3	DDE 508
M57D30 TU1 EURO 4	E60	160/218 4000	500 2000-2750	LL = EURO 4 RL = EURO 4	DDE 509
M57D30 TU1 TOP	E 60 (ab 09/04)	200/272 4400	560 2000-2250	LL = EURO 4 RL = EURO 4	DDE 606

LL = Linkslenker
RL = Rechtslenker



Systemkomponenten

M57TU1-TOP Motor

Überarbeitete Bauteile

Abgasturbolader

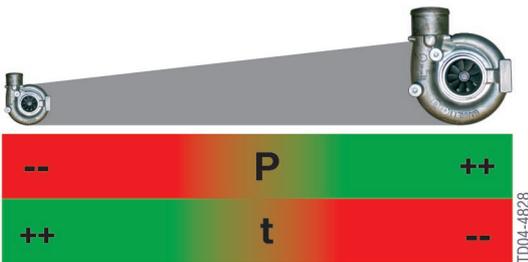
Die zweistufige Turboaufladung löst den Zielkonflikt beim Ansprechen aus niedrigen Drehzahlen und der Verfügbarkeit hoher Leistungsreserven auf der Autobahn.

Es kommen zwei, in Serie geschaltete Abgasturbolader zum Einsatz. Ein kleiner Abgasturbolader für die Hochdruckstufe, ein größerer Abgasturbolader für die Niederdruckstufe. Die beiden Abgasturbolader haben eine starre Turbinengeometrie ohne verstellbare Leitschaufeln.

Der Ladedruck des gesamten Systems beträgt max. 2,85 bar (M57TU = max. 2,5 bar). Die Turbinendrehzahlen betragen bei der Hochdruckstufe max. 230.000 1/min und bei der Niederdruckstufe max. 170.000 1/min.

Es ist eine flexible Kombination beider Turbolader möglich. Das variable Zusammenspiel beider Abgasturbolader erfolgt durch folgende abgas- bzw. luftseitige Bauteile:

- Turbinen-Regelklappe (abgasseitig)
- Verdichter-Bypassklappe (luftseitig)
- Wastegate-Ventil (abgasseitig)

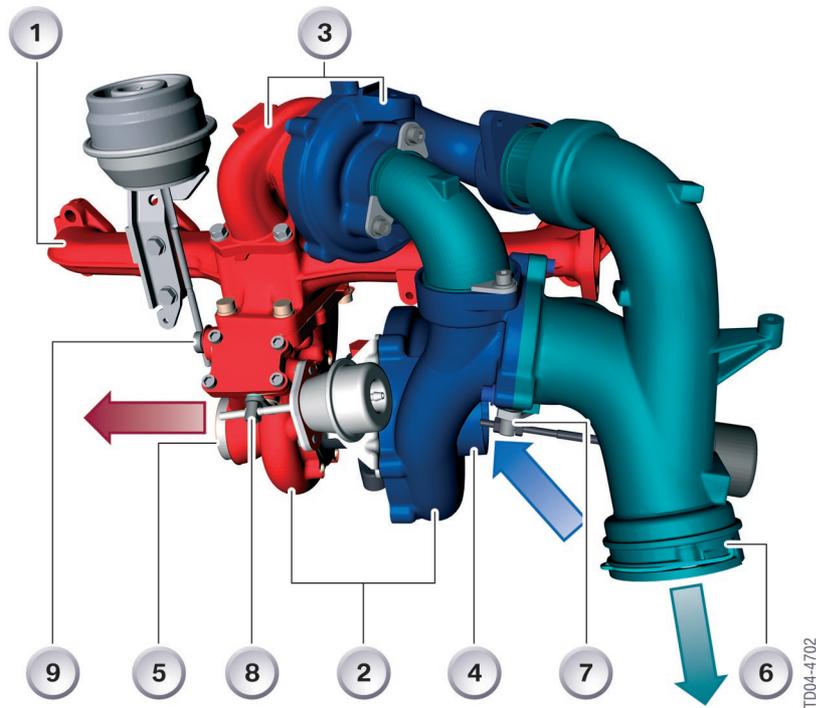


1 - Vorteile der zweistufigen Turboaufladung

Index	Bezeichnung
-------	-------------

P	Motorleistung
t	Ansprechverhalten

Der kleinere Abgasturbolader (Hochdruckstufe) sorgt für ein hohes Drehmoment und gutes Ansprechverhalten (t) bei niedrigen Drehzahlen. Der größere Abgasturbolader (Niederdruckstufe) bewirkt eine hohe Motorleistung (P).



2 - Abgasturbolader

Index	Bezeichnung	Index	Bezeichnung
1	Abgaskrümmter	6	Ausgang der verdichteten Ansaugluft zum Ladeluftkühler
2	Abgasturbolader (Niederdruckstufe)	7	Verdichter-Bypassklappe
3	Abgasturbolader (Hochdruckstufe)	8	Wastegate-Ventil
4	Eingang der Ansaugluft vom Luftfilter	9	Turbinen-Regelklappe
5	Anschluss der Abgasanlage	---	



Abgasanlage

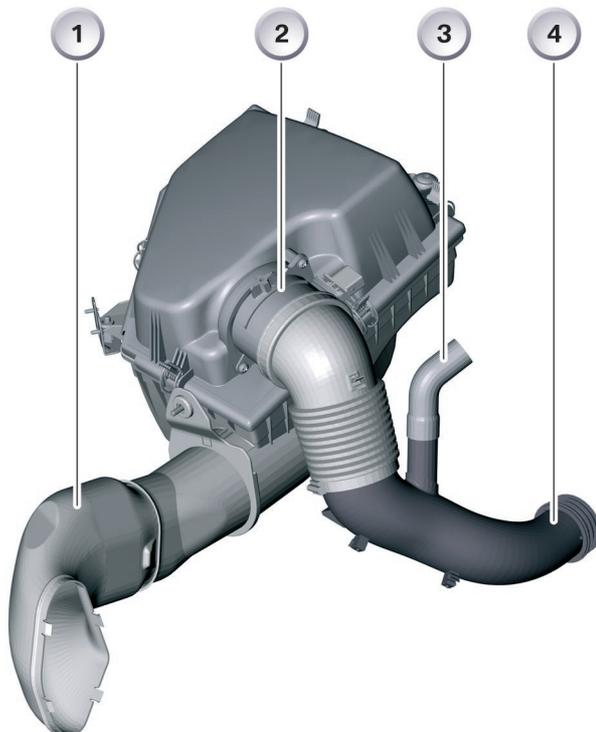
Die Abgasanlage ist an den höheren Volumendurchsatz beim M57TU1-TOP Motor gegenüber des M57TU1 Motors angepasst.

Hierzu wurde die Abgasanlage zwischen dem Dieselpartikelfilter und dem Endschalldämpfer zweiflutig ausgelegt.

Ansaugluftführung

Die bisherige motornaher Anordnung des AGD ist wegen des erhöhten Platzbedarfs für die Abgasturbolader und wegen des höheren Luftbedarfs beim M57TU1-TOP Motor nicht

möglich. Daher wurde der Ansauggeräuschkämpfer (AGD) mit Luftfilter vom Motor zum rechten Radhaus verlegt.



TD04-4717

3 - Ansaugluftführung

Index	Bezeichnung	Index	Bezeichnung
1	Ansaugschnorchel	3	Leitung zur Motorentlüftung
2	Heißfilm-Luftmassenmesser	4	Reinluft-Faltenbalg



Kolben und Pleuel

Die Pleuel sind im Bereich des oberen Pleuelauges trapezförmig ausgeführt. Durch die Trapezform kann die stangenseitige Lagerhälfte des oberen Pleuelauges breiter ausgelegt werden. Hierdurch ergibt sich eine günstigere Krafteinleitung. Die gecrackten

Pleuel bestehen aus Schmiedestahl. Die Kolben sind an die Trapezform der Pleuel angepasst. Aufgrund der geänderten Leistungs- und Abgasanforderungen wurde die Geometrie der Kolbenmulde leicht geändert.

Nockenwellen

Es kommen gebaute Nockenwellen zum Einsatz. Das Antriebszahnrad ist nicht trennbar mit der Nockenwelle verbunden. Durch die gebauten Nockenwellen ergibt sich

gegenüber den bisherigen Nockenwellen aus Schalenhartguss ein deutlicher Gewichtsvorteil.

Riementrieb

Für den Haupttrieb kommt ein 6-Keilrippenriemen mit mechanischer Spannrolle zum Einsatz. Der Klimakompressor wird von einem Elastrriemen angetrieben. Der Elastrriemen (4-Rippen) ist selbstspannend. Er wird im Service mit einem Spezialwerkzeug aufgezogen. Am Motor ist keine weitere Spannvorrichtung vorhanden.

Index	Bezeichnung	Index	Bezeichnung
1	Motor M57TU1-TOP	10	Heißfilm-Luftmassenmesser (HFM)
2	Abgasturbolader (Hochdruckstufe)	11	Digitale Diesel Elektronik (DDE)
3	Abgasturbolader (Niederdruckstufe)	12	Verdichter-Bypassklappe mit Elektro-Umschaltventil (EUV)
4	Turbinen-Regelklappe mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)	13	Ansauglufttemperatursensor
5	Wastegate-Ventil mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)	14	Ladeluftkühler
6	Oxidationskatalysator	15	Abgasrückführung (AGR-Ventil)
7	Dieselpartikelfilter	16	Drosselklappe
8	Nachschalldämpfer	17	AGR-Kühler
9	Ansauggeräuschkämpfer (AGD) mit Luftfilter	18	Ladedrucksensor

Turbinen-Regelklappe

Die Turbinen-Regelklappe (4) steuert das Abgas durch einen Bypasskanal an der Hochdruckstufe (2) vorbei zur Niederdruckstufe (3). Sie wird pneumatisch von einer Membrandose betätigt und kann variabel verstellt werden.

Die Membrandose wird von einem elektropneumatischen Druckwandler (highspeed-EPDW) mit Unterdruck beaufschlagt.

Verdichter-Bypassklappe

Die Verdichter-Bypassklappe (12) ermöglicht luftseitig die Umgehung der Hochdruckstufe (2). Sie wird pneumatisch von einer Membrandose betätigt. Die Verdichter-Bypassklappe wird entweder voll geöffnet oder ganz geschlossen.

Die Membrandose wird von einem Elektro-Umschaltventil (EUV) mit Unterdruck beaufschlagt.

Wastegate-Ventil

Bei Erreichen der Motornennleistung wird das Wastegate-Ventil (5) geöffnet, um zu hohe Lade- und Turbinendrucke zu verhindern.

Die Membrandose wird von einem elektropneumatischen Druckwandler (EPDW) mit Unterdruck beaufschlagt.

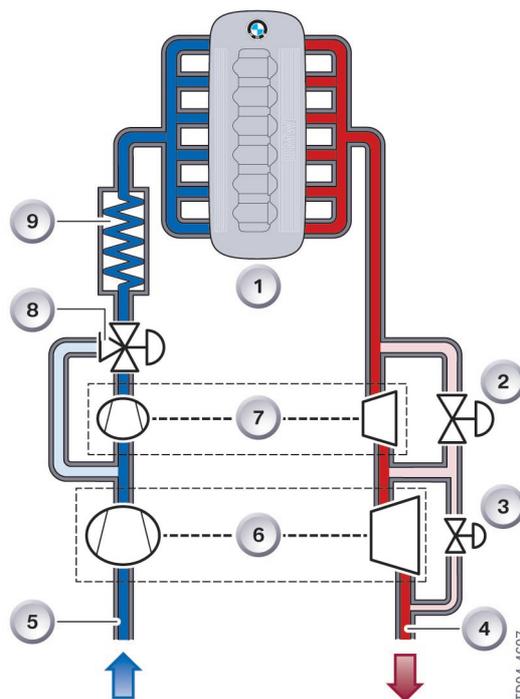
Über das Wastegate-Ventil wird ein Teil des Abgases an der Turbine der Niederdruckstufe (3) vorbeigeführt. Es wird pneumatisch von einer Membrandose betätigt. Das Wastegate-Ventil kann variabel verstellt werden.

Schaltpunkte

Die Aufladung wird von der DDE Last- und Drehzahlabhängig gesteuert. Die, in einem Kennfeld abgelegten Schaltpunkte erfolgen in fließendem Übergang (Hysterese). In den folgenden Abbildungen wird die Funktion der zweistufigen Turboaufladung bei Vollast dargestellt:

Unterer Drehzahlbereich (bis 1500 $1/min$)

Die Turbinenräder der Hochdruck- und Niederdruckstufe (6+7) werden vom Abgas angetrieben. Der Motor wird primär von der Hochdruckstufe (7) aufgeladen.

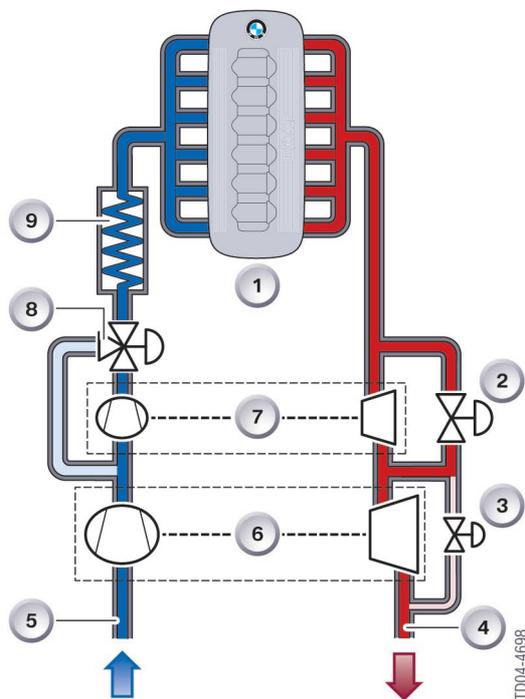


2 - Funktion der Aufladung bei Motordrehzahl bis 1500 $1/min$

Index	Bezeichnung
1	Motor M57TU1-TOP
2	Turbinen-Regelklappe mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
3	Wastegate-Ventil mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
4	Abgas, zur Abgasanlage
5	Frischlufte, vom Luftfilter
6	Abgasturbolader (Niederdruckstufe)
7	Abgasturbolader (Hochdruckstufe)
8	Verdichter-Bypassklappe mit Elektro-Umschaltventil (EUV)
9	Ladeluftkühler

Mittlerer Drehzahlbereich (1500 bis 3250¹/min)

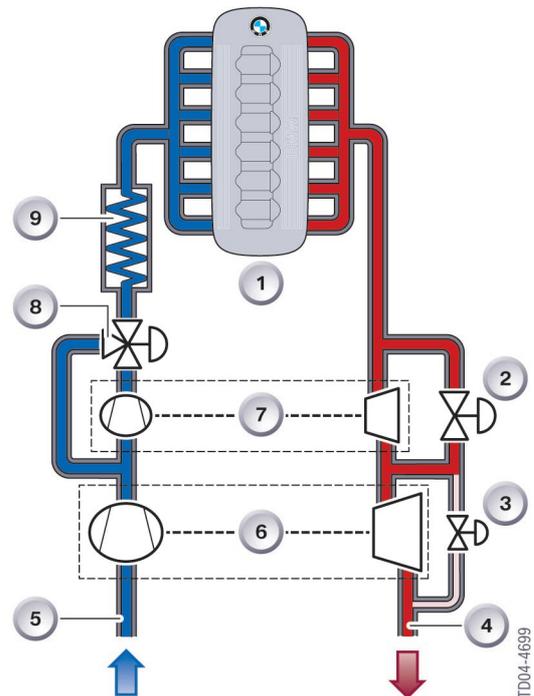
Die Turbinen-Regelklappe (2) öffnet kontinuierlich mit ansteigender Motordrehzahl. Hierdurch wird das Turbinenrad der Hochdruckstufe (7) zunehmend vom Abgasstrom umgangen. Der Motor wird mit ansteigender Motordrehzahl zunehmend von der Niederdruckstufe (6) aufgeladen.



3 - Funktion der Aufladung bei Motordrehzahl 1500 bis 3250¹/min

Oberer Drehzahlbereich (3250 bis 4200¹/min)

Die Turbinen-Regelklappe (2) ist voll geöffnet. Das Turbinenrad der Hochdruckstufe (7) wird vom Abgasstrom weitgehend umgangen. Die Verdichter-Bypassklappe (8) ist geöffnet. Der Motor wird nur noch von der Niederdruckstufe (6) aufgeladen.

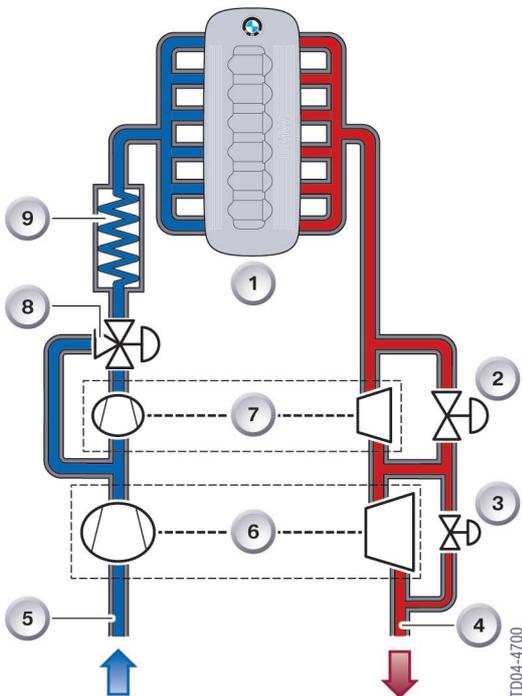


4 - Funktion der Aufladung bei Motordrehzahl 3250 bis 4200¹/min

Index	Bezeichnung
1	Motor M57TU1-TOP
2	Turbinen-Regelklappe mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
3	Wastegate-Ventil mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
4	Abgas, zur Abgasanlage
5	Frischlufte, vom Luftfilter
6	Abgasturbolader (Niederdruckstufe)
7	Abgasturbolader (Hochdruckstufe)
8	Verdichter-Bypassklappe mit Elektro-Umschaltventil (EUV)
9	Ladeluftkühler

Nennleistungsbereich (ab 4200 ¹/min)

Der Motor wird von der Niederdruckstufe (6) aufgeladen. Das Wastegate-Ventil (3) öffnet mit zunehmender Drehzahl. Ein Teil des Abgases wird somit am Turbinenrad der Niederdruckstufe vorbeigeführt. Hierdurch wird die Turbinendrehzahl begrenzt.

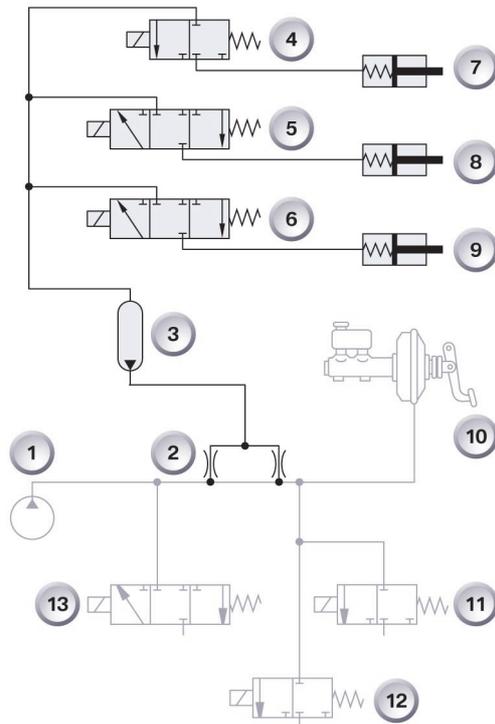


Index	Bezeichnung
1	Motor M57TU1-TOP
2	Turbinen-Regelklappe mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
3	Wastegate-Ventil mit elektropneumatischem Druckwandler (EPDW)
4	Abgas, zur Abgasanlage
5	Frischlufte, vom Luftfilter
6	Abgasturbolader (Niederdruckstufe)
7	Abgasturbolader (Hochdruckstufe)
8	Verdichter-Bypassklappe mit Elektro-Umschaltventil (EUV)
9	Ladeluftkühler

5 - Funktion der Aufladung bei Motordrehzahl ab 4200 ¹/min

TD04-4700

Unterdrucksystem



6 - Übersicht Unterdrucksystem M57TU-TOP

Der Unterdruck gelangt von der Vakuumpumpe (1) über ein Verteilerstück in den motornahen Unterdruckspeicher (3). Von dem Unterdruckspeicher werden die beiden elektropneumatischen Druckwandler (EPDW) (5+6) und das Elektro-Umschaltventil (EUV) (4) mit Unterdruck beaufschlagt.

Index	Bezeichnung
1	Vakuumpumpe
2	Drossel
3	Unterdruckspeicher
4	Elektroumschaltventil (EUV) für Verdichter-Bypassklappe
5	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für Turbinen-Regelklappe
6	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für Wastegate-Ventil
7	Membrandose für Verdichter-Bypassklappe
8	Membrandose für Turbinen-Regelklappe

Index	Bezeichnung
9	Membrandose für Wastegate-Ventil
10	Bremskraftverstärker
11	Elektro-Umschaltventil (EUV) für Schaltung der Motorlager
12	Elektro-Umschaltventil (EUV) für Drallklappen der Sauganlage
13	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für AGR-Ventil

Ein Verwechseln der Schläuche an den Unterdruckdosen ist durch eine farbige Kennzeichnung und die unterschiedlichen Schlauchlängen ausgeschlossen.

Für die Zuleitungen von der Vakuumpumpe zu den Magnetventilen (EUV und EPDW) und zum Unterdruckspeicher werden schwarze Gewebesschläuche verwendet. Für die gesteuerten Zuleitungen kommen farblich gekennzeichnete Gewebesschläuche zum Einsatz:

Bauteil	Kennzeichnung
Turbinen-Regelklappe	Kurzer, blauer Gewebeschlauch
Wastegate-Ventil	Langer, blauer Gewebeschlauch
Verdichter-Bypassklappe	Schwarzer Gewebeschlauch mit roten Streifen

Sollte es dennoch zu einer Verwechslung der Unterdruckschläuche kommen, macht sich dies durch einen akuten Leistungsmangel bemerkbar.

⚠ In der Unterdruckleitung an der Vakuumpumpe (1) befindet sich ein Verteilerstück mit vier Anschlüssen. Drei der Anschlüsse haben eine Drossel (2) mit $\varnothing 0,8$ mm. Nur der Anschluss zu den Elektro-Umschaltventilen der Motorlager und Drallklappen (11+12) hat eine Drossel mit $\varnothing 0,5$ mm. Um Verwechslungen zu vermeiden, ist dieser Anschluss kürzer ausgelegt als die anderen drei. ◀

Inhalt

DDE 606



Einleitung

DDE 606

1

1



Systemübersicht

Input/Output

3

3



Systemkomponenten

Sensoren/Aktuatoren

5

5



Servicehinweise

7

Einleitung

Digitale Diesel Elektronik

DDE 606

Für den M57TU1-TOP kommt die DDE 606 zum Einsatz.

Änderungen

Gegenüber der DDE 509 (M57 TU1 EURO 4) sind für die zweistufige Aufladung folgende Aktuatoren hinzugekommen:

- Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für die Turbinen-Regelklappe
- Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für das Wastegate-Ventil
- Elektro-Umschaltventil (EUV) für die Verdichter-Bypassklappe

Die Leistungsdaten sind:

- Taktfrequenz: 56 MHz (DDE 509: 40 MHz)
- EEPROM: 8 kB (DDE 509: 2 kB)
- RAM: 32 kB (DDE 509: 32 kB)

Beim E60 mit dem M57TU1-TOP Motor entfällt die Luftklappensteuerung (LKS).

Historie

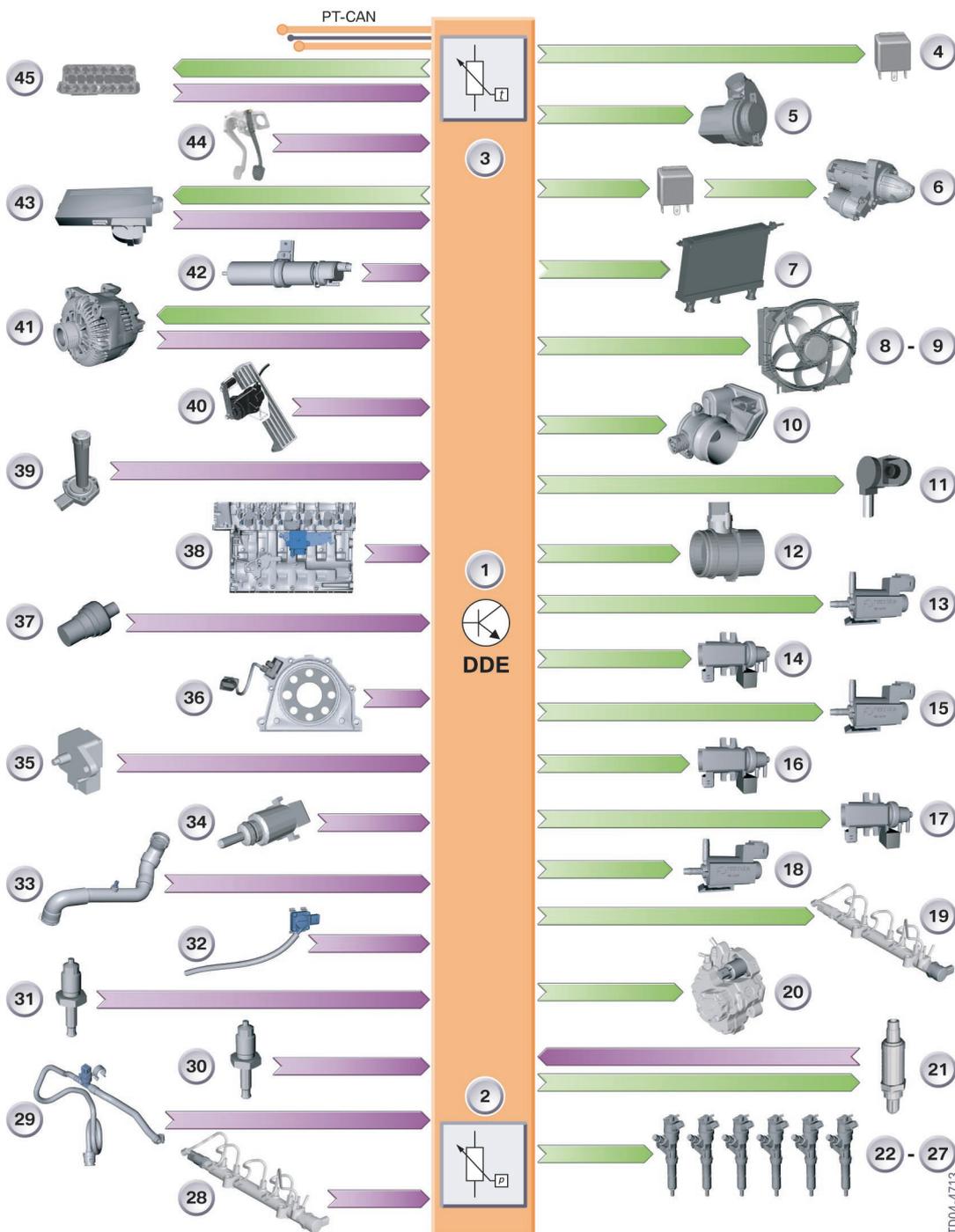
Für den Motor M57TU kommen die folgenden Motorsteuerungen zum Einsatz:

Baureihe	Motor	Motorsteuerung
E46	M57D30 TU	DDE 506
E83	M57D30 TU	DDE 506
E53	M57D30 TU	DDE 506
E65	M57D30 TU	DDE 506
E60	M57D30 TU1	DDE 508
E60	M57D30 TU1 EURO 4	DDE 509
E60 (ab 09/04)	M57D30 TU1 TOP	DDE 606



Systemübersicht Digitale Diesel Elektronik

Input/Output



1 - Systemübersicht DDE 606 für M57TU1-TOP Motor

Index	Bezeichnung	Index	Bezeichnung
1	Digitale Diesel Elektronik	22-27	Injektoren
2	Umgebungsdrucksensor im Steuergerät	28	Raildrucksensor
3	Temperatursensor im Steuergerät	29	Kraftstofftemperatursensor
4	DDE-Hauptrelais	30	Abgastemperatursensor 1
5	E-Box-Lüfter	31	Abgastemperatursensor 2
6	Startrelais mit Starter	32	Abgasdrucksensor
7	Zuheitzer	33	Ansauglufttemperatursensor
8-9	E-Lüfter und E-Lüftersteuerung	34	Kühlmitteltemperatursensor
10	Drosselklappenstellmotor	35	Ladedrucksensor
11	Nockenwellengeber	36	Kurbelwellengeber (KWG)
12	Heißfilm-Luftmassenmesser (HFM)	37	Öldruckschalter
13	Elektromechanisches Ventil (EUV) für Motorlagersteuerung	38	Glühsteuergerät
14	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für Abgasrückführung (AGR)	39	Thermischer Ölniveausensor
15	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für Turbinen-Regelklappe	40	Fahrpedalmodul (FPM)
16	Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für Wastegate-Klappe	41	Generator
17	Elektromechanisches Ventil (EUV) für Verdichter-Bypassklappe	42	Diagnoseleitung für Kraftstofffilterheizung
18	Elektromechanisches Ventil (EUV) für Drallklappen	43	Car Access System (CAS)
19	Raildruckregelventil	44	Bremslichtschalter
20	Mengenregelventil	45	On-Board-Diagnose-Steckdose
21	Breitband-Lambdasonde (LSU 4.9)	46	Masseanschluss

Systemkomponenten

Digitale Diesel Elektronik

Sensoren/Aktuatoren

Sensoren

- Fahrpedalmodul
- Heißfilm-Luftmassenmesser (HFM)
- Ladedrucksensor
- Kühlmitteltemperatursensor
- Kraftstofftemperatursensor
- Raildrucksensor
- Ladelufttemperatursensor
- Nockenwellengeber (NWG)
- Thermischer Ölniveausensor (TÖNS)
- Kurbelwellengeber (KWG)
- Abgasdrucksensor
- Abgastemperatursensor vor dem Oxidationskatalysator
- Abgastemperatursensor vor dem Dieselpartikelfilter (DPF)
- Lambdasonde (Bosch LSU 4.9 mit stetiger Kennlinie)

Aktuatoren

- Injektoren 1-6
- Mengenregelventil
- Druckregelventil
- Elektro-Umschaltventil (EUV) für Abgasrückführung

- Elektro-Umschaltventil (EUV) für Drallklappen
- Elektro-Umschaltventil (EUV) für Motorlager
- E-Box Lüfter
- Elektromotorischer Drosselklappensteller
- Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für die Turbinen-Regelklappe
- Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW) für das Wastegate-Ventil
- Elektro-Umschaltventil (EUV) für die Verdichter-Bypassklappe

Schalter

- Bremslichtschalter/Bremslicht-Testschalter
- Öldruckschalter
- Kupplungsschalter

Relais

- DDE-Hauptrelais
- Starterrelais

Schnittstellen

- Bitserielle Datenschnittstelle BSD (Generator, Glühsteuergerät)
- PT-CAN

Elektropneumatischer Druckwandler (EPDW)

Die Membrandosen von Turbinen-Regelklappe und Wastegate-Ventil werden von elektropneumatischen Druckwandlern (EPDW) mit Unterdruck beaufschlagt. Die

Ansteuerung der EPDW erfolgt von der DDE durch ein PWM-Signal (300 Hz). Die Nennspannung beträgt 12 V.

Elektro-Umschaltventil (EUV)

Die Membrandose der Verdichter-Bypassklappe wird von einem Elektro-Umschaltventil (EUV) mit Unterdruck

beaufschlagt. Die Ansteuerung des EUV erfolgt von der DDE. Die Nennspannung beträgt 12V.



Servicehinweise

Digitale Diesel Elektronik

Zusammenfassung

Unterdrucksystem

⚠ In der Unterdruckleitung an der Vakuumpumpe (1) befindet sich ein Verteilerstück mit vier Anschlüssen. Drei der Anschlüsse haben eine Drossel (2) mit $\varnothing 0,8$ mm. Nur der Anschluss zu den Elektro-

Umschaltventilen der Motorlager und Drallklappen (11+12) hat eine Drossel mit $\varnothing 0,5$ mm. Um Verwechslungen zu vermeiden, ist dieser Anschluss kürzer ausgelegt als die anderen drei. ◀





