

1	Motor M54	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Gesetzgebung/Abgasnormen	4
1.3	Grundmotor	6
1.4	Technische Daten	7
1.5	Grundmotor - Mechanik	11
1.6	Ölversorgung und Ölwanne	14
1.7	VANOS	15
1.8	Sauganlage	15
1.9	Abgassystem	16
1.10	Kraftstoffaufbereitung und -regelung	16
2	Siemens Motorsteuerung MS43	17
2.1	Einführung	17
2.2	Steuergerät Sensoren und Aktuatoren	18
2.3	Funktionsumfang	20
2.4	Diagnosehinweis	35

1. Motor M54

1.1 Einleitung

Der Motor M54 ist eine Weiterentwicklung des Motors M52TU und wird in den Varianten M54B22, M54B25 und M54B30 angeboten.

Die wesentlichen Entwicklungsziele beim M54 sind:

- Erfüllen verschärfter Emissionsanforderungen ULEV/EU4
- Dynamikführerschaft im 6-Zylinder Marktsegment
- Sicherstellen des hohen Qualitätsstandards bei gestiegenen Produktanforderungen
- Senken des Kraftstoffverbrauchs

Gewicht und Wartungsintervalle entsprechen dem M52TU.

Serieneinsatztermine sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Baureihe	Motor	SE
E53 (X5)	M54B30	04/00
E36/7 (Z3)	M54B30	06/00
E46/4	M54B30	06/00
E36/7 (Z3 Coupé)	M54B30	09/00
E39 (5er)	M54B22/M54B25/M54B30	09/00
E36/7 (Z3)	M54B22/M54B25	09/00
E46 (Rest E46)	M54B22/M54B25/M54B30	09/00

In der neuen 7er Baureihe ist derzeit kein Einsatz des M54 Motors geplant.

1.2 Gesetzgebung/ Abgasnormen

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf Erstzulassungen von Fahrzeugen.

EU3 ist die Bezeichnung für die Abgasvorschrift, die im Jahr 2000 bei allen neu homologierten Modellen und ein Jahr später bei allen bereits vor 2000 in Serie gebauten Fahrzeugen zum Einsatz kommt. Die Abgasvorschriften der EU Stufe II werden damit nochmals wesentlich verschärft.

Im Jahr 2005 wird voraussichtlich die Abgasnorm EU4 Pflicht. Mit dem M54 erfüllt BMW bereits die Grenzwerte der Abgasnorm EU4. Demzufolge wird der Motor für den deutschen Markt mit der derzeit geltenden Abgasnorm EU3/D4 (D=Deutschland) und für den europäischen Markt mit der Abgasnorm EU3 eingeführt.

Erreicht wird dieses durch ein neues Motorsteuergerät MS43, Veränderungen im Kraftstoffsystem und an den Motorkomponenten sowie durch den teilweisen Einsatz der Sekundärluftpumpe und neuen motornahen Katalysatoren.

Abgasgrenzwerte nach EU4/EU3

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die verschärften Abgasgrenzwerte.

Abgasgrenzwerte (GW)[g/km]		EU4	EU3
		100.000 km	80.000 km
Starttemperatur 20° - 30 °C	HC	1,000	2,300
	CO	0,100	0,150
	NO _x	0,080	0,130
Starttemperatur -7 °C	CO	15	15
	HC	1,5	1,5
Dauerhaltbarkeit		5 Jahre/100.000 km	5 Jahre/80.000 km
In use Test/Recall		5 Jahre/100.000 km	5 Jahre/80.000 km
E-OBD: Schwellwerte		ca. 2,5 x GW Abgas	ca. 2,5 x GW Abgas

Abgasgrenzwerte USA/Kanada

Ab 09/2000 setzten in den USA/Kanada die Abgasbestimmungen nach ULEV ein. Dies bedeutet, dass 1 Modell der gesamten Baureihen eines Fahrzeugherstellers diese Abgasbestimmungen erfüllen muss.

Der M54B30 erfüllt als ULEV (ultra low emission vehicle) die gesetzlich geforderte NMOG (non metan organic gases). Die Motoren M54B22 und M54B25 erfüllen die Bestimmungen der LEV.

Folgende Tabelle zeigt die deutlich niedrigeren Abgasgrenzwerte (HC/CO) bei ULEV im Vergleich zu LEV.

Abgasgrenzwerte (GW) [g/mi]		ULEV		LEV	
		50.000 mi	100.000 mi	50.000 mi	100.000 mi
Starttemperatur 20° - 30° C	HC	0,040	0,055	0,075	0,090
	CO	1,700	2,100	3,400	4,200
	NO _x	0,200	0,300	0,200	0,300
	Neuzustand				
Starttemperatur +10° C	HC	0,080	--	0,150	--
	CO	1,700	--	3,400	--
	NO _x	0,200	--	0,200	--
Starttemperatur -10° C	CO	10	--	10	--
Dauerhaltbarkeit	10 Jahre/100.000 mi				
In use Test/Recall	7 Jahre/75.000 mi				
OBD: Schwellwerte	HC, CO, NO _x 1,5 x GW/Katalysator 1,75 x GW HC				

Fahrzeuge mit M54 Motoren können nach wie vor mit folgender Sonderausstattung geordnet werden.

Abgasnorm EU2	SA 168
Abgasnorm EU3	SA 169
Ausstattung für bleihaltigen Kraftstoff	SA 199

1.3 Grundmotor

- 6-Zylinder 4-Ventil-Reihenmotor
- Kurbelgehäuse aus Aluminium ALSiCu3 mit eingezogenen Graugussbuchsen
- Zylinderkopf aus Aluminium
- Zylinderkopfdichtung als Mehrlagen-Blechdichtung
- Versteiftes Kurbelgehäuse durch Dreiecksbleche M54B30
- Geänderte Kurbelwelle für M54B22/M54B30
- Innenliegendes, auf der Kurbelwelle befestigtes Inkrementenrad aus Sintermaterial
- Ölpumpe und separater Ölhobel
- Zyklon-Ölabscheider mit neuer Einleitung in die Sauganlage
- Variable Nockenwellensteuerung für Ein- und Auslassnockenwelle = Doppel-VANOS
- Modifizierte Einlass-Nockenwellen für M54B30
- Geänderte Kolben
- Crackpleuel für die Motoren B22 und B25
- Kennfeldgesteuerter Thermostat
- Elektrische Drosselklappe (EDK)
- 3-geteiltes Saugmodul mit elektrisch gesteuerter Resonanzklappe und Turbulenzsystem
- Neue zweiflutige motornahe im Abgaskrümmen integrierte Katalysatoren
- Monitor-Lambdasonden nach dem Katalysator
- Sekundärluftsystem - Pumpe und Ventil (abhängig von der zu erfüllenden Abgasbestimmung)
- Kurbelgehäuse-Entlüftung

Im Folgenden werden nur die Änderungen zum M52TU Motor beschrieben. Komponenten, die nicht verändert wurden, sind in den M52TU Unterlagen nachzusehen.

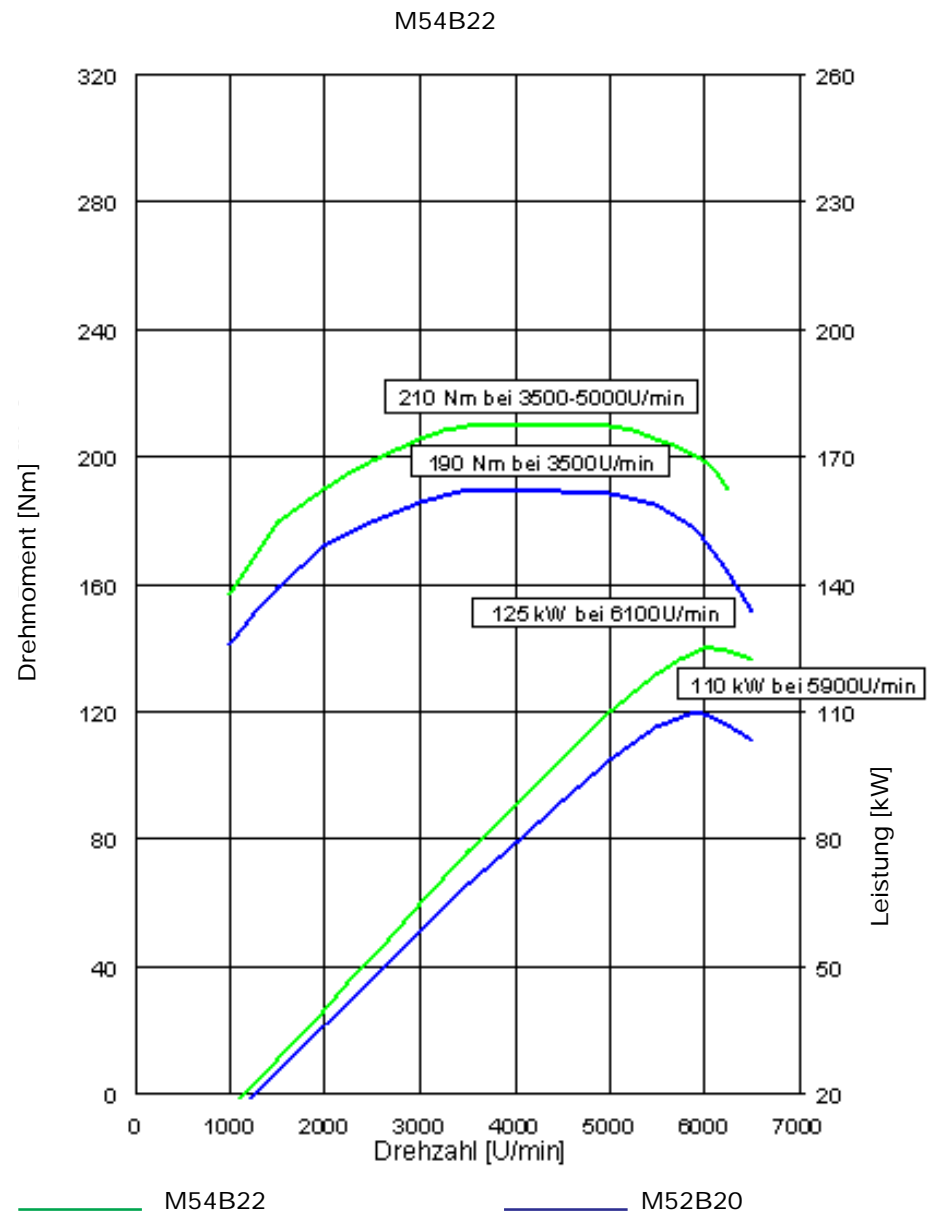
1.4 Technische Daten

Sechszylinder 4-Ventil-Reihenmotor mit variabler Nockenwellenverstellung, zylinderselektiver Klopfregelung, Abgasanlage mit neuen motornahen Katalysatoren und Monitor-Lambdasonde.

Die spezifischen Motordaten zeigt die Tabelle.

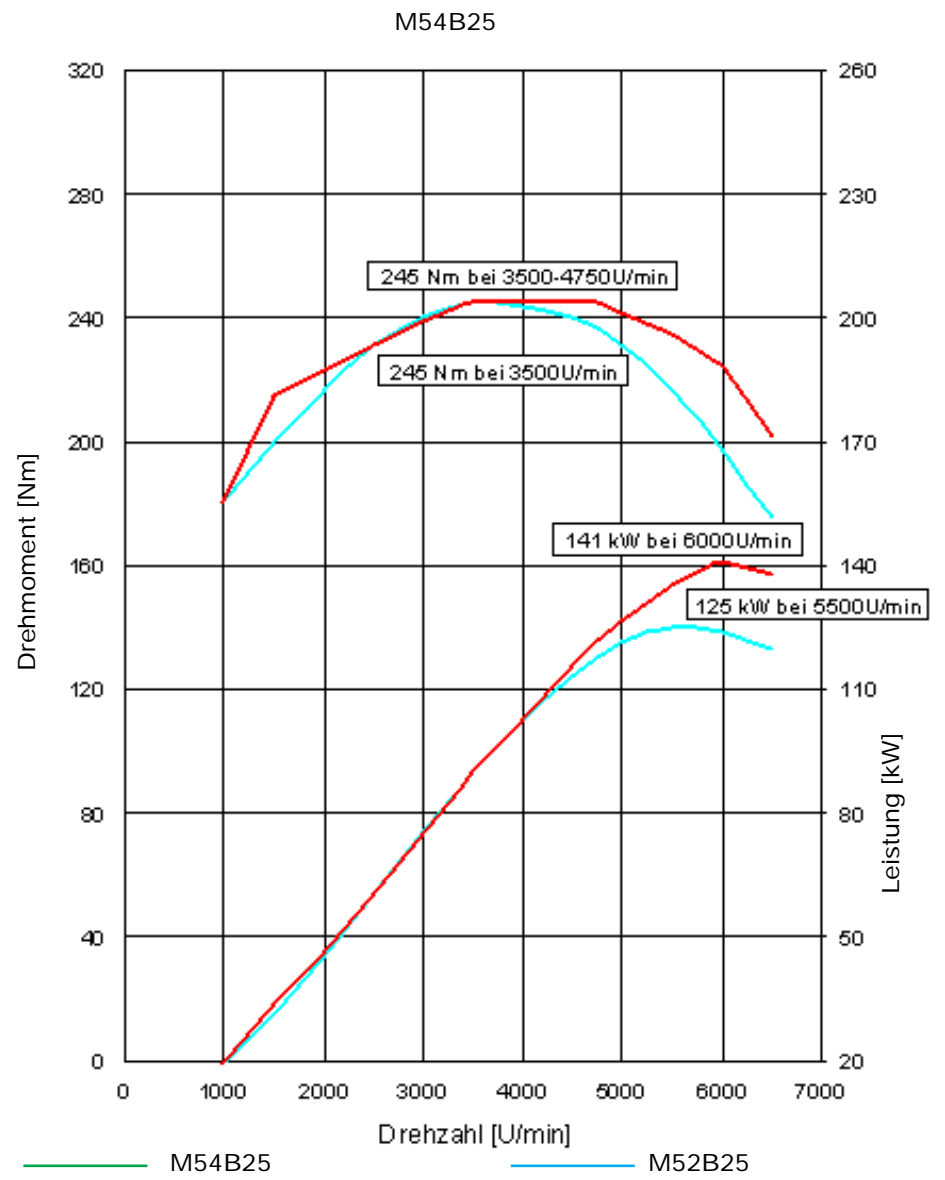
Motor	B22	B25	B30
Drehmoment	210 Nm 3500 U/min	245 Nm 350 U/min	300 Nm 3500 U/min
Nennleistung	125 KW 6100 U/min	141 KW 6000 U/min	170 KW 5900 U/min
Max. Drehzahl	6500 U/min	6500 U/min	6500 U/min
Leerlaufdrehzahl			
E46	650 U/min	650 U/min	650 U/min
E39	720 U/min	720 U/min	720 U/min
Verdichtung	10,8	10,5	10,2
Bohrung Hub	80 × 72	84 × 75	84 × 89,6

Die im Werk eingestellten Leerlaufwerte können bei Bedarf vom Kundendienst zwischen +80 U/min und -60 U/min variabel verändert werden.



KT-5603

Abb. 1: Vollast-Diagramm M54B22



KT-5604

Abb. 2: Vollast-Diagramm M54B25

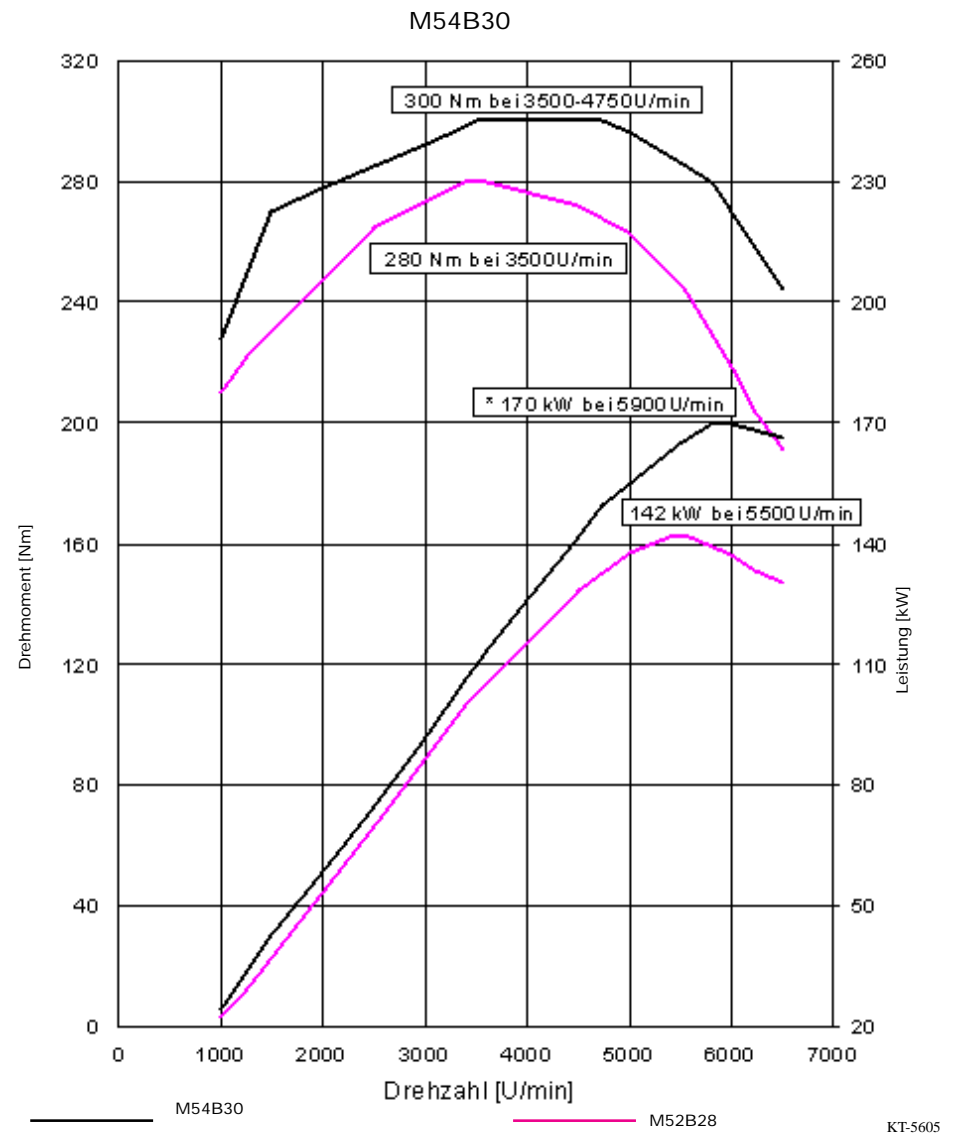


Abb. 3: Vollast-Diagramm M54B30

1.5 Grundmotor-Mechanik

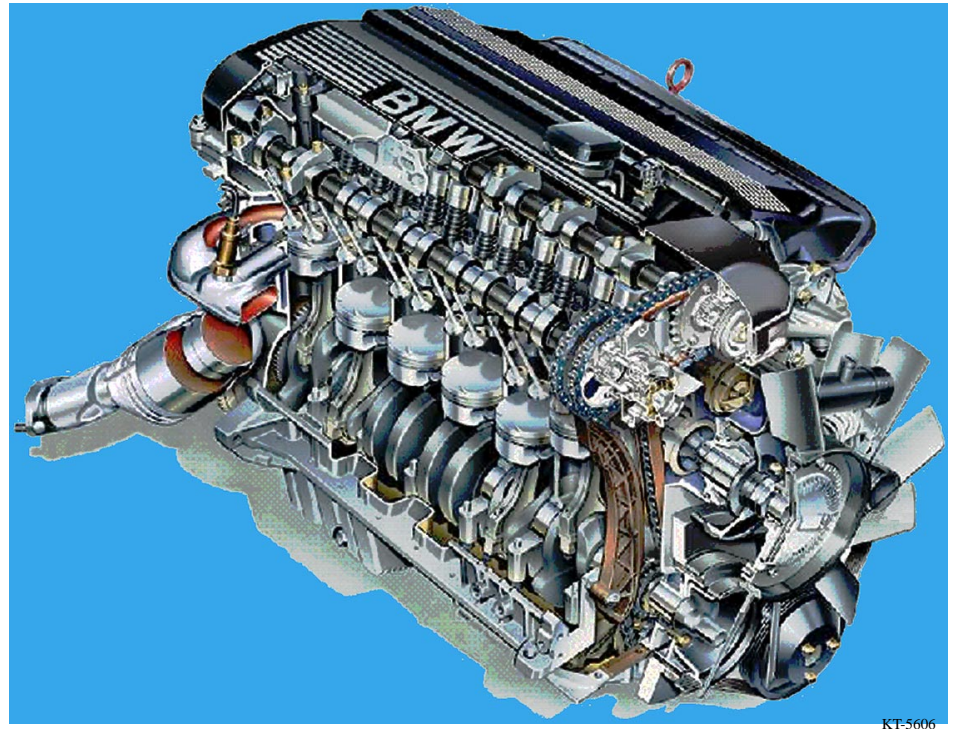


Abb. 4: M54 Designbild

Kurbelgehäuse

Das Kurbelgehäuse des M54 entspricht dem Kurbelgehäuse des M52TU und kann mit dem M52 des Z3 2,8 l verglichen werden. Das Kurbelgehäuse dieser Motoren ist aus einer Aluminiumlegierung mit eingezogenen Graugussbuchsen gefertigt.

Das Kurbelgehäuse für diese Motoren ist weltweit einheitlich und es besteht die Möglichkeit eines einmaligen Nacharbeitens der Zylinderlaufbahnen (+ 0,25 mm).

Kurbelwelle

Die Kurbelwelle für den M54B22 und M54B30 wurden angepasst. Somit beträgt der Hub für den M54B22 72 mm und für den M54B30 89,6 mm.

Beim 2,2 / 2,5 Liter-Motor ist die Kurbelwelle aus Sphäroguss. Wegen der höheren Leistungswerte wird beim 3,0 Liter-Motor eine im Gesenk geschmiedete Stahl-Kurbelwelle verwendet. Der Masseausgleich der Kurbelwellen wurde optimiert. Der Vorteil liegt in der höheren Festigkeit, die das Schwingungsverhalten verbessert, was zu einer Komforthöhung führt.

Die Kurbelwelle hat analog M52TU 7 Hauptlager und 12 Gegengewichte. Die Axialführung ist an der sechsten Lagerstelle.

Kolben/Pleuel

Der konstruktive Aufbau der neuen emissionsoptimierten Kolben aller Motoren (2,2/2,5/3,0 Liter) ist identisch. Der Kolbenschaft ist grafitiert. Dieses Verfahren verbessert das Geräuschverhalten und reduziert die Reibung.



KT-5636

Abb. 5: Kolben des M54 Motors

Die Kolben bzw. die Motoren sind für einen Betrieb mit Kraftstoff ROZ 95 (Super Bleifrei) ausgelegt. Für Notfälle kann auch Kraftstoff bis zu einem Minimum von ROZ 91 verwendet werden.

Die Empfehlung, den Motor mit Kraftstoff der Qualität ROZ 98 zu fahren, verbessert die Leistungsausbeute, ist umweltfreundlicher und kraftstoffeinsparend.

Die Pleuelstangen des 2,2/2,5 Liter Motors sind aus einem besonderen Schmiedestahl hergestellt, dieser Werkstoff wurde zur Crackfähigkeit weiterentwickelt.



KT-5637

Abb. 6: Kolben mit Pleuel

Die Pleuellänge des M54B22/M54B25 ist 145 mm, die des M54B30 135 mm.

Hinweis:

Über den Ersatzteile-Verkauf werden Pleuel nur satzweise angeboten.

Schwungrad

In Verbindung mit dem Automatikgetriebe ist das Schwungrad einteilig und in Stahl ausgeführt. Bei Fahrzeugen mit Handschaltgetrieben kommt ein hydraulisch gedämpftes Zwei-Massen-Schwungrad (ZMS) zum Einsatz.

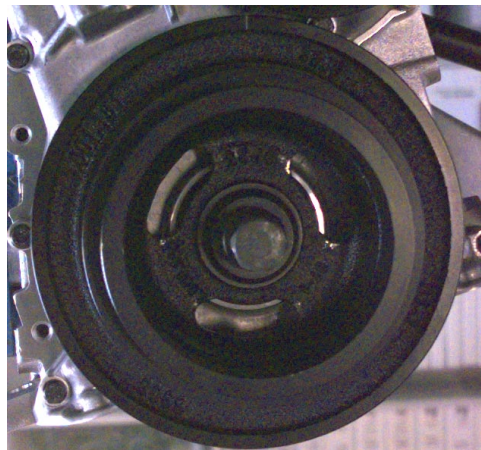
Die bei einem Handschaltgetriebe ab Serienbeginn verwendete selbstnachstellende Kupplung (SAC = self adjusting clutch) hat einen reduzierten Kupplungsdurchmesser, das daraus folgende niedrigere Massenträgheitsmoment der Kupplung ergibt auch eine deutlich verbesserte Schaltbarkeit des Getriebes.

Torsionsschwingungsdämpfer

Der Torsionsschwingungsdämpfer wurde für diesen Motor neu entwickelt. Zudem kommt der Torsionsschwingungsdämpfer von einem anderen Hersteller.

Der Torsionsschwingungsdämpfer ist einteilig und schwingungsentkoppelt. Der Masseausgleich liegt im äußeren Bereich des Schwingungsdämpfers.

Zur Demontage der Zentralschraube und des Torsionsschwingungsdämpfers wird ein neues Spezialwerkzeug einsetzen.



KT-5635

Abb. 7: Torsionsschwingungsdämpfer

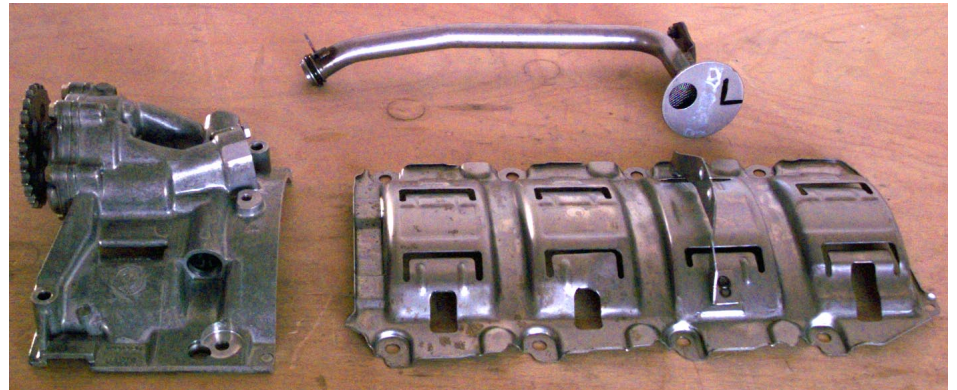
Der Antrieb der Nebenaggregate erfolgt über einen wartungsfreien Poli-V-Riemen. Dieser wird von einem federbelasteten bzw. bei entsprechender Sonderausstattung mit einem hydraulisch gedämpften Riemenspanner gespannt.

1.6 Ölversorgung und Ölwanne

Die Ölversorgung erfolgt über eine Duocentric-Pumpe mit Innenrotor und integriertem Öldruckregelsystem. Sie wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben.

Der Ölhobel ist separat verbaut.

Zur Steifigkeit des Kurbelwellengehäuses werden beim M54B30 Dreiecksbleche verbaut.



KT-5632

Abb. 8: Ölpumpe mit Ansaugung und Ölhobel zerlegt

Zylinderkopf

Der Alu-Zylinderkopf gleicht dem Zylinderkopf des M52TU.

Die Zylinderkopfschraube ist zur Gewichtsreduzierung aus Kunststoff hergestellt. Zur Vermeidung der Geräuschabstrahlung wird sie mit einer entkoppelten Verschraubung am Zylinderkopf befestigt.

Ventile, Ventiltrieb und Steuerung

Der gesamte Ventiltrieb ist nicht nur leicht, sondern auch sehr kompakt und damit steif ausgeführt. Dazu tragen unter anderem die extrem kleinen hydraulischen Spielausgleichselemente bei.

Aufgrund des größeren Ventilhubes beim M54B30 sind die Ventilsfedern angepasst worden.

1.7 VANOS

Wie beim M52TU wird mit der Doppel-VANOS eine Veränderung der Steuerzeiten an beiden Nockenwellen durchgeführt.

Die Einlassnockenwelle des M54B30 wurde überarbeitet. Dadurch ergeben sich andere Steuerzeiten, die nachfolgend entnommen werden können.

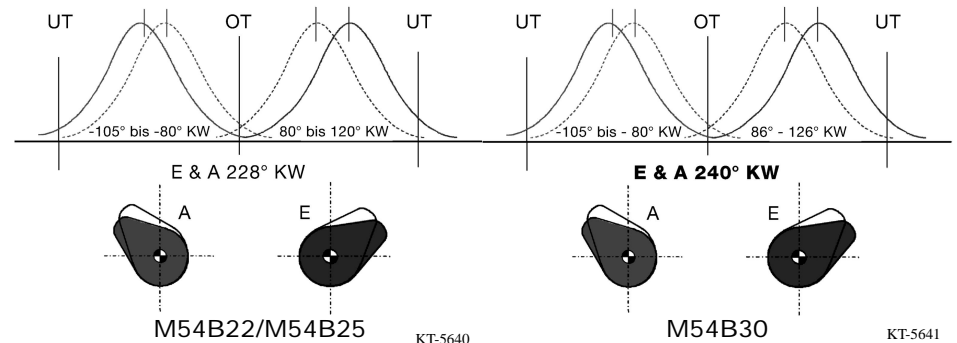


Abb. 9: Nockenwellen Verstellweg M54

UT unterer Totpunkt
OT oberer Totpunkt

A Auslass-Nockenwelle
E Einlass-Nockenwelle

1.8 Sauganlage

Saugmodul

Die Sauganlage wurde an die geänderten Leistungen und den Hubraum angepasst.

Bei den Motoren M54B22/M54B25 wurden die Rohre um 10mm verkürzt. Der Querschnitt wurde vergrößert.

Beim M54B30 wurden die Rohre um 20 mm verkürzt. Der Querschnitt wurde vergrößert.

Die Motoren erhielten eine neue Ansaugluftführung.

Die Kurbelgehäuse-Entlüftung erfolgt vom Druckventil über eine Schlauchanbindung zur Verteilerleiste. Die Anbindung an der Verteilerleiste wurde geändert. Sie erfolgt zwischen Zylinder 1 und 2 sowie 5 und 6.



KT-5631

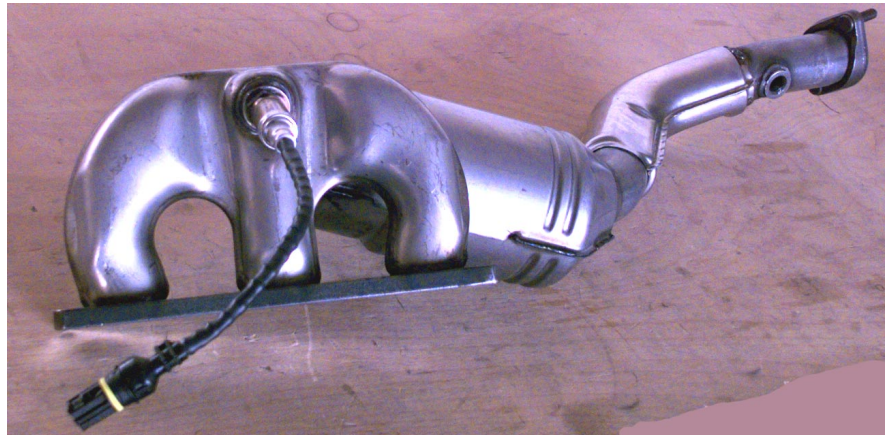
Abb. 10: Sauganlage M54

1.9 Abgassystem Katalysatoren

Es werden neue Katalysatoren eingesetzt, die auf die Abgasgrenzwerte der EU4 abgestimmt sind.

Bei LL-Modellen kommen zwei motornahe Katalysatoren zum Einsatz.

Bei RL-Modellen kommen Vor- und Hauptkatalysator zum Einsatz.



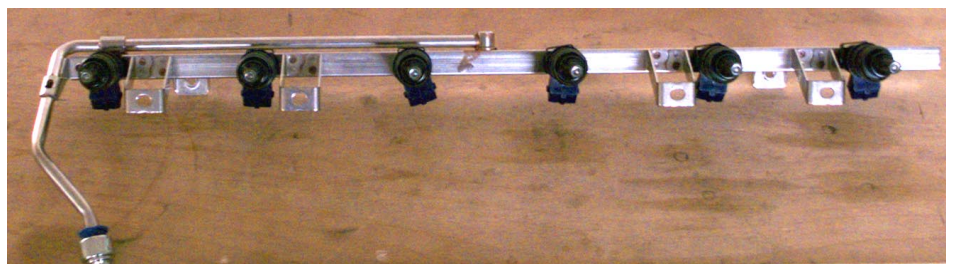
KT-5629

Abb. 11: Abgaskrümmer M54 LL mit Hauptkatalysator

1.10 Kraftstoff-aufbereitung und -regelung

Die Kraftstoffaufbereitung und -regelung entspricht dem M52TU. Die geänderten Umfänge sind nachfolgend angegeben.

- Elektrische Drosselklappe (EDK)/Leerlaufsteller
- Kompakter Heißfilmluftmassenmesser (HFM Type B)
- Einspritzventile schräg abspritzend (M54B30)
- Kraftstoffrücklauf:
 - nur bis zum Kraftstofffilter
 - Kraftstofffilter bis zur Einspritzleiste rücklauflos
- Funktion Tankleckdiagnose (USA)



KT-5630

Abb. 12: Einspritzventilleiste

2. Siemens Motorsteuerung MS43

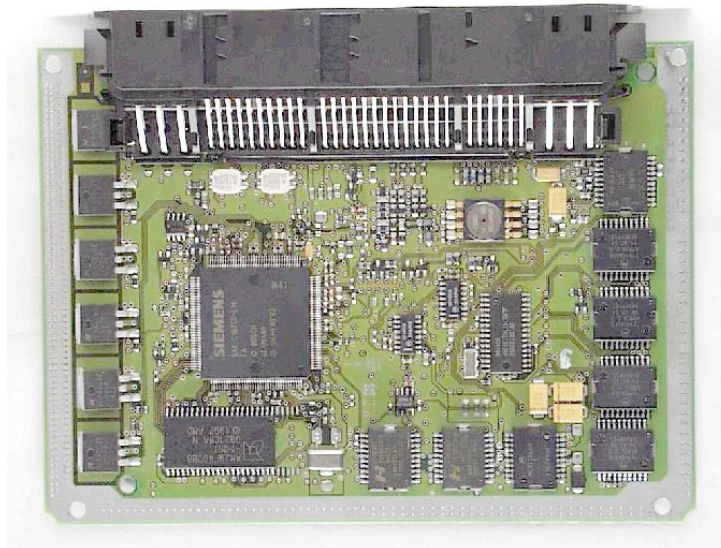
2.1 Einführung

Die MS43 ist ein Zwei-Prozessor-Steuergerät. Es ist eine Überarbeitung der MS42 mit zusätzlichen Komponenten und Funktionalitäten.

Das Zwei-Prozessor-Steuergerät (MS43) besteht aus Haupt- und Überwachungsrechner. Dadurch wird ein Sicherheitskonzept realisiert. Die EML (elektronische Motorleistungsregelung) ist ebenfalls im Steuergerät MS43 integriert.

Der Steuergerätestecker ist modular aufgebaut und hat 5 Steckermodule in einem SKE-Gehäuse mit 134 Pins.

Modul 1	Versorgung
Modul 2	Peripheriesignale (Lambdasonden/CAN usw.)
Modul 3	Motorsignale
Modul 4	Fahrzeugsignale
Modul 5	Zündungssignale



KT-5628

Abb. 13: MS43 Steuergerät Innenansicht

Das MS43 Steuergerät ist für alle M54 Motorvarianten gleich. Die Daten zur Steuerung des Motors werden variantenabhängig "flash-programmiert".

2.2 Steuergerät-Sensoren und Aktuatoren

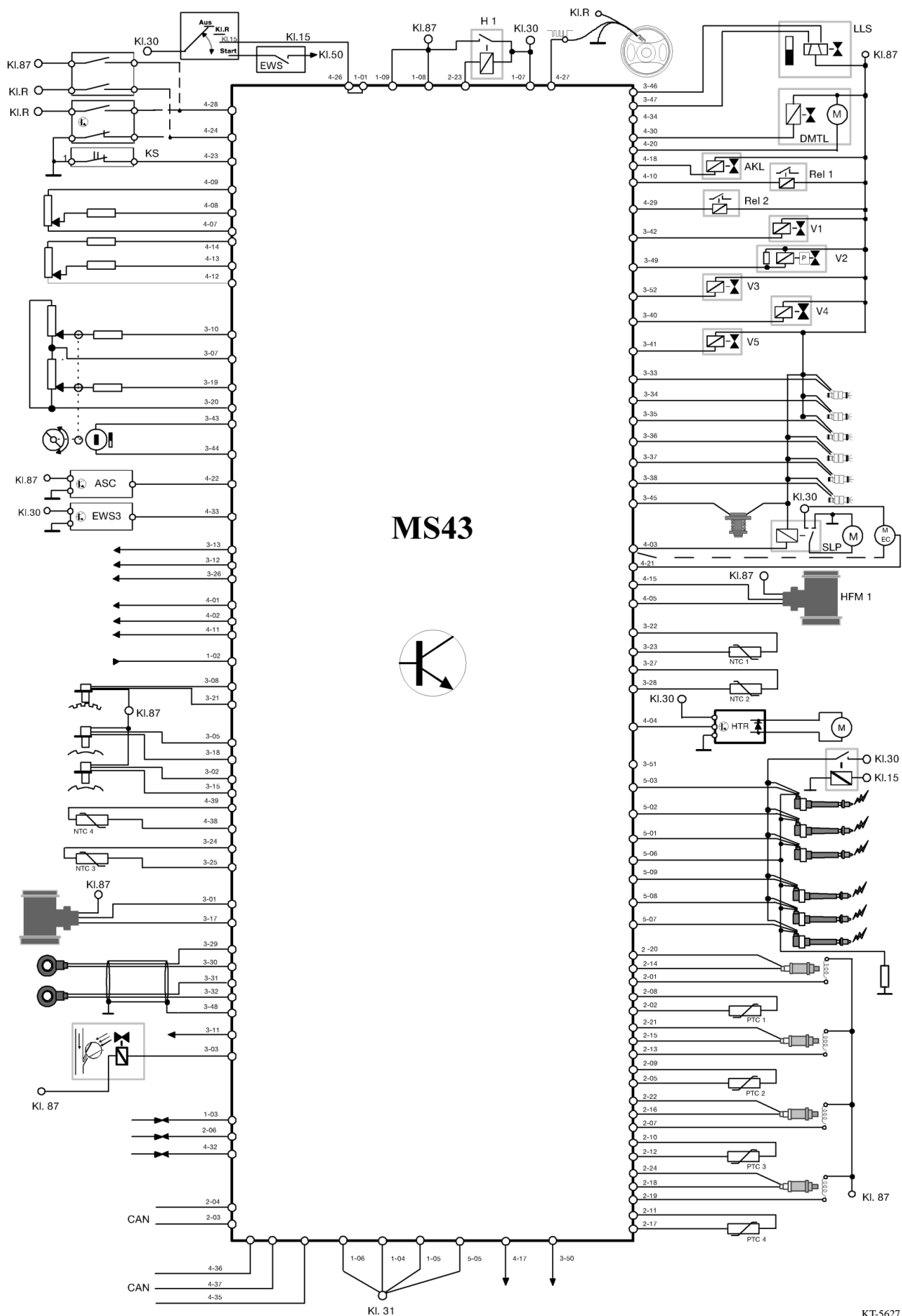


Abb. 14: Gesamtübersichtsplan MS43

Sensoren /Aktuatoren

- Bosch-Lambdasonden LSH
- Nockenwellen-Geber (statischer Hall-Geber)
- Kurbelwellen-Geber (dynamischer Hall-Geber)
- Öltemperatursensor
- Kühleraustrittstemperatur (E-Lüfter/Kennfeldkühlung)
- HFM 72 Typ B/1 Fa. Siemens für M54B22/M54B25
HFM 82 Typ B/1 Fa. Siemens für M54B30
- Tempomatfunktion im MS43-Steuergerät integriert
- VANOS-Magnetventile
- Auspuffresonanzklappe
- EWS 3.3 mit K-Bus-Anschluss
- elektrisch beheizbarer Thermostat
- E-Lüfter
- Sekundärluftpumpe (abhängig von der Abgasbestimmung)
- DMTL Diagnose-Modul Tank-Leckage (nur USA)
- EDK - Elektrische Drosselklappe
- Resonanzklappe
- Tank-Entlüftungsventil
- Turbulenzsteller (ZWD 5)
- Pedalwertgeber (PWG) oder Fahrpedalmodul (FPM)
- Hösensensor in der MS43 als IC integriert
- Diagnose Hauptrelais Kl. 87

Im Folgenden werden nur die Änderungen zum M52TU Motor beschrieben. Komponenten, die nicht verändert wurden, sind in den M52TU Unterlagen nachzusehen.

2.3 Funktions- umfang

Abgasklappe

Zur Optimierung des Fahrzeuggeräuschverhaltens kann drehzahl- und lastabhängig eine Abgasklappe gesteuert werden. Diese Abgasklappe wird in den E46 Fahrzeugen mit M54B30 eingesetzt.

Die Ansteuerung der Abgasklappe erfolgt wie bei der MS42.

Aussetzerratenüberschreitung

Die Aussetzerratenüberschreitung ist wie bei der MS42 realisiert und gilt für ECE -und US-Modelle gleichermaßen. Ausgewertet wird das Signal vom Kurbelwellengeber.

Werden über den Kurbelwellengeber Aussetzer erkannt, unterscheidet und bewertet man nach zwei unterschiedlichen Kriterien:

- Erstens wirken die Aussetzer nur emissionsverschlechternd in Bezug auf den Abgastest
- Zweitens wirken die Aussetzer sogar katalysatorschädigend in Bezug auf Katalysator-Überhitzung

Aussetzer emissionsschädigend

Emissionsverschlechternde Aussetzer werden über ein Zeitraster von 1000 Motorumdrehungen überwacht.

Wird die im Steuergerät festgelegte Aussetzergrenze überschritten, wird sofort im Steuergerät für die Diagnose ein Fehlereintrag gemacht. Werden dann beim zweiten Testzyklus auch noch diese Aussetzerraten überschritten, kommt die Ansteuerung der Fehlerlampe im Kombi hinzu (Check-Engine-Lampe) und der Zylinder wird abgeschaltet.

Auch bei ECE-Fahrzeugen wird diese Lampe angesteuert.

Aussetzer katalysatorschädigend

Aussetzer, die katalysatorschädigend sein können, werden in einem Zeitraster von 200 Motorumdrehungen überwacht.

Wird nun die im Steuergerät festgelegte Aussetzerrate nach Drehzahl und Last überschritten, wird sofort die Fehlerlampe (Check-Engine) angesteuert und das Einspritzsignal (ti) an diesem Zylinder ausgeblendet.

Die Tank-Leer-Erkennung über den Kraftstofffüllstandsgeber im Tank (4 I-Erkennung) wird im DIS-Tester als Diagnosehinweis ausgegeben.

Der noch vorhandene 240 Ω Shunt-Widerstand für die Zündkreisüberwachung (ZKÜ) ist nur eine Eingangsgröße für die Aussetzerratenüberwachung.

Als zweite Funktion werden über diese ZKÜ-Leitung noch reine Zündungsfehler für die Diagnose in den Fehlerspeicher eingetragen.

Geschwindigkeitssignal (v-Signal)

Das v-Signal wird vom ABS-Steuergerät (rechtes Hinterrad) an die Motorsteuerung geliefert.

Eine Geschwindigkeitsbegrenzung (v-max-Begrenzung) wird auch über das elektrische Schließen der elektrischen Drosselklappe (EDK) erreicht. Bei einem EDK-Fehler wird die v-max- Begrenzung über eine Zylinderausblendung (ti) sichergestellt.

Das 2. Geschwindigkeitssignal (beide Vorderrädersignale gemittelt) wird über den CAN-Bus geliefert und, z.B. auch vom FGR (Fahrgeschwindigkeitsregler) benutzt.

Kurbelwellengeber (KWG)

Der Kurbelwellengeber ist ein dynamischer Hall-Geber. Ein Signal kommt erst, wenn der Motor sich dreht.

Das Impulsrad für diesen Geber ist direkt an der Kurbelwelle im Bereich des 7. Kurbelwellenhauptlagers angebracht und der Geber befindet sich unterhalb vom Anlasser. Die zylinderindividuelle Verbrennungsaussetzererkennung wird auch von diesem Signal abgeleitet. Die Überprüfung auf Verbrennungsaussetzer basiert auf der Überwachung der Kurbelwellenbeschleunigung. Tritt ein Verbrennungsaussetzer auf, so sinkt die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle während eines bestimmten Winkelbereichs im Vergleich zu den übrigen Zylindern. Werden die daraus errechneten Laufunruhowerte überschritten, wird zylinderindividuell auf Verbrennungsaussetzer erkannt.

Prinzip emissionsoptimiertes Abstellen

Nach dem Abstellen des Motors (Klemme 15) wird beim M54 die Zündung weiter bestromt. Hierdurch wird bereits eingespritzter Kraftstoff verbrannt. Dies wirkt sich positiv auf die Emissionen nach dem Abstellen und dem Neustart des Motors aus.

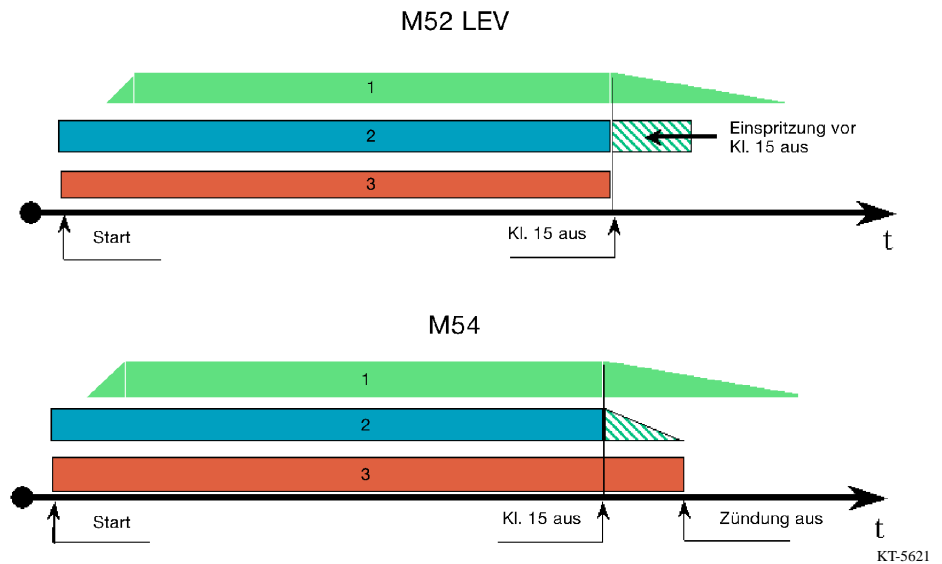


Abb. 15: Prinzip emissionsoptimiertes Abstellen

1	Motordrehzahl
2	Einspritzung
3	Zündung

Luftmassenmesser HFM

Der Luftmassenmesser vom Hersteller Siemens ist in seinen Funktionen gleich geblieben.

M54B22/M54B25	M54B30
Durchmesser HFM	Durchmesser HFM
72 mm	82 mm

Turbulenzsteller

Das MS43-Steuergerät bestimmt über den Turbulenzsteller ZWD 5 die Leerlaufsolldrehzahl.

Die LL-Regelung erfolgt über das Tastverhältnis bei 100 Hz Grundfrequenz.

Die Aufgaben des Turbulenzstellers sind:

- Bereitstellung der Startluftmenge; (bei Temperaturen $< -15\text{ °C}$ wird zusätzlich die elektrische Drosselklappe (EDK) elektrisch geöffnet)
- Leerlaufvorsteuerung für die jeweilige Solldrehzahl und Lastbeaufschlagung
- Leerlaufregelung für die jeweiligen Drehzahlen; (eine schnelle Regelung und die Feinregelung erfolgen über die Zündung)
- Turbulenzluftsteuerung für den Leerlauf
- Unterdruckbegrenzung (Blaurauch)
- Komfortverbesserung bei Übergang in den Schubetrieb

Eine Lastvorsteuerung über den Turbulenzsteller stellt sich ein bei:

- Klimakompressor ein
- der Anfahrunterstützung
- den verschiedenen E-Lüfterdrehzahlen
- dem Einlegen einer Fahrstufe
- Ladebilanzregelung

Motordrehzahlbegrenzung

Die Begrenzung der Motordrehzahl ist gangabhängig ausgelegt.

Zuerst wird elektrisch über die EDK weich und komfortabel abgeregelt und bei Überschreitung $> 100\text{ U/min}$ wird durch eine ti-Ausblendung härter begrenzt.

Das bedeutet, große Gänge komfortable Begrenzung. Kleine Gänge und im Leerlauf eine härtere Begrenzung.

Nockenwellengeber-Einlass-/Auslassnockenwelle

Der Nockenwellengeber Einlassseite ist als statischer Hall-Geber ausgeführt. Dieser liefert schon ein Signal bei Motorstillstand.

Der Einlassnockenwellensensor dient zur Zylinderbankerkennung für die Vorabeinspritzung, zur Synchronisation, als Drehzahlgeber bei KW-Geberausfall sowie zur Lageregelung der Einlass-Nockenwelle (VANOS). Der Auslassnockenwellensensor dient zur Lageregelung der Auslassnockenwelle (VANOS).

Achtung bei Montagearbeiten:

Auf der mechanischen Seite kann schon ein geringfügig verbogenes Geberrad zu falschen Signalen und damit zu Fehlereinträgen und Funktionsbeeinträchtigungen führen.

Sekundärlufteinblasung

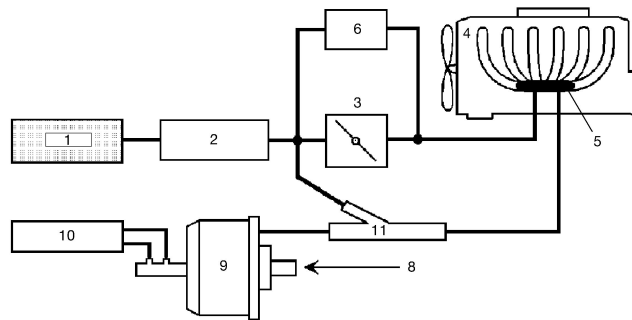
Die Sekundärlufteinblasung ist in der OBD-II sowie beim Motor M52 beschrieben.

Tankentlüftungsventil TEV

Das Tankentlüftungsventil wird mit 10 Hz angesteuert und ist stromlos geschlossen. Durch eine leichtere Bauweise sieht das Ventil zwar anders aus, ist aber von der Funktion mit dem jetzigen Serienteil vergleichbar.

Saugstrahlpumpe

Das Abschaltventil für die Saugstrahlpumpe ist entfallen.



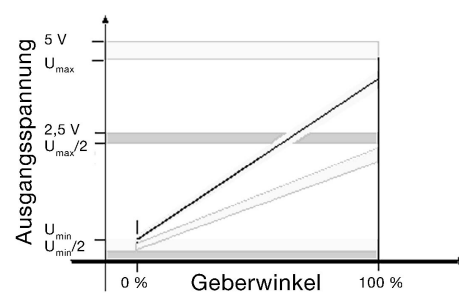
KT-5608

Abb. 16: Prinzipskizze für Saugstrahlpumpe M52/M43

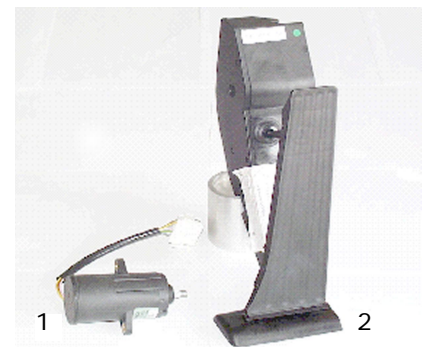
- | | | | |
|----|----------------------|----|------------------------|
| 1 | Luftfilter | 2 | Luftmassenmesser (HFM) |
| 3 | Motordrosselklappe | 4 | Motor |
| 5 | Saugrohr | 6 | Leerlaufsteller |
| 7 | MS42-Steuergerät | 8 | Bremspedalkraft |
| 9 | Bremskraftverstärker | 10 | Radbremsen |
| 11 | Saugstrahlpumpe | | |

Fahrerwunschgeber

Der Fahrerwunsch wird über einen Sensor im Fußraum ermittelt. Es kommen hierbei zwei verschiedene Komponenten zum Einsatz.



KT-5619



KT-5617

Abb. 17: Spannungssignale von PWG und FPM

- | | | | |
|---|---------------------|---|----------------|
| 1 | Doppelpotentiometer | 2 | Fahrpedalmodul |
|---|---------------------|---|----------------|

Im Z3 wird der Pedalwertgeber (PWG) und in allen anderen Fahrzeugen das Fahrpedalmodul (FPM) verbaut.

Beim PWG wird der Fahrerwunsch mittels Doppelpotentiometer und im FPM mittels Hall-Sensor erfasst.

Die Spannungssignale variieren etwa von 0,6 V - 4,8 V Kanal 1 und 0,3 V - 2,6 V Kanal 2. Beide Kanäle werden getrennt ausgeführt, damit wird eine größere Ausfallsicherheit erreicht.

Der Kick-Down-Punkt bei Automatikfahrzeugen wird über Auswerten von Spannungsschwellen (ca. 4,3 V) durch die Software erkannt.

Fahrerwunschgeber Notlauf

Tritt ein PWG- bzw. FPM-Fehler auf, so startet ein Motornotprogramm. Der Antrieb des Fahrzeugs wird elektronisch so begrenzt, dass eine Weiterfahrt bedingt möglich ist. Die EML-Warnlampe leuchtet auf.

Fällt zusätzlich der zweite Kanal aus, geht der Motor in Leerlauf. Es können zwei verschiedene Drehzahlen im Leerlauf auftreten. Dies hängt davon ab, ob die Bremse betätigt wird oder nicht. Es leuchtet jetzt zusätzlich auch die Check Engine Warnlampe.

Elektrische Drosselklappe (EDK)

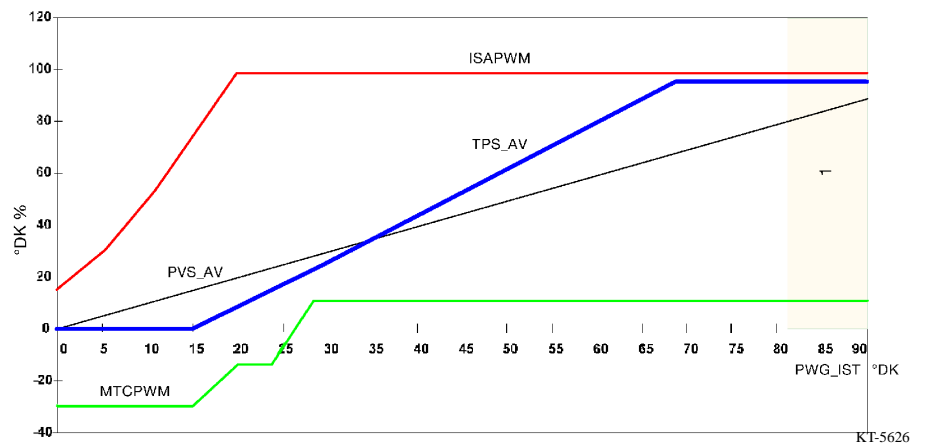


Abb. 18: Füllungsvorsteuerung über EDK und Turbulenzsteller ZWD

Index	Erklärung
ISAPWM (LLFS)	Leerlauffüllungssteuerung; über den Turbulenzsteller ZWD 5
PVS_AV (PWG_IST)	Gaspedalsignal; Lastwunsch des Fahrers in Form eines Potentiometer-Signals/Hallsensor
TPS_AV (EDK)	Kennlinie der elektrischen Drosselklappe im Verhältnis Drosselklappenwinkel in % und zum Fahrerlastwunsch in Grad
MTCPWM (TAEDK)	Tastverhältnisansteuerung der Motordrosselklappe in %
PWG_IST	Öffnungswinkel der Drosselklappe von 0 bis 90 Grad
° DK %	Tastverhältnisansteuerung in % von - 40% bis 120%

Die EDK wird mit einem Gleichstrommotor über ein Getriebe verstellt. Die Ansteuerung erfolgt über ein PWM-Signal. Der Drosselklappenwinkel wird aus den Signalen Fahrerwunsch (PWG_IST) vom Fahrpedalmodul (PWG_IST) oder Pedalwertgeber (PWG) und aus den Anforderungen anderer Systeme (ASC, DSC, MRS, EGS, Leerlaufdrehzahl usw.) errechnet.

Diese Werte bilden die Vorsteuerung für die EDK und für die Leerlauffüllungssteuerung (LLFS) über den Turbulenzsteller ZWD 5.

Um eine optimale Turbulenzwirkung im Brennraum zu erzielen, wird zuerst nur der Turbulenzsteller ZWD 5 zur Leerlauffüllungssteuerung (LLFS) geöffnet.

Mit einem Tastverhältnis von ca. -50% (MTCPWM) wird die EDK elektrisch am Leerlaufanschlag der Drosselklappe gehalten.

Das bedeutet, dass im unteren Lastbereich (ca. 70 km/h Konstantfahrt) nur über den Turbulenzsteller gefahren wird.

Zu den Aufgaben der EDK gehören:

- Umsetzen des Fahrerwunsches (FPM- oder PWG-Signal) auch Fahrgeschwindigkeitsregler
- Umsetzen Motornotlauf
- Umsetzen Lastzuschaltung
- v-max Begrenzung

Die Position der Drosselklappe wird über gegensinnige Potentiometer erfasst. Diese Potentiometer befinden sich auf der Drosselklappenwelle. Die Spannungssignale variieren von 0,3 V - 4,7 V Potentiometer 1 und 4,7 V - 0,3 V Potentiometer 2.

EML Sicherheitskonzept für die EDK

Das EML Sicherheitskonzept ist ähnlich dem des M62.

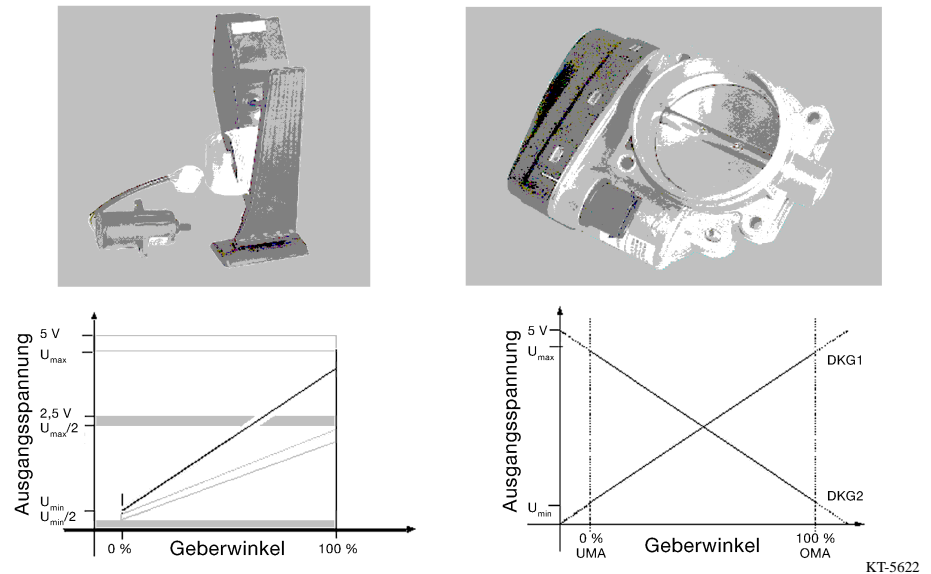


Abb. 19: Signale des PWG/FPM und Drosselklappe

Index	Erklärung
Ausgangsspannung	Ausgangsspannung Pedalwertgeber oder Fahrpedalmodul
Geberwinkel	Geberwinkel in %
Ausgangsspannung	Ausgangsspannung Drosselklappengeber 1 bzw. 2
Geberwinkel	Tastverhältnisansteuerung der Motordrosselklappe in %
DKG 1	Drosselklappengeber 1
DKG 2	Drosselklappengeber 2
UMA	Maximalwert Drosselklappengeber 2
OMA	Maximalwert Drosselklappengeber 1

Laststeuerung über Leerlaufsteller und Drosselklappe

Die Leerlaufregelung wird über den Leerlaufsteller ausgeführt. Bei höheren Lastanforderungen wirken ZWD und EDK zusammen.

Drosselklappen-Notlauf

Die Diagnosefunktionen des Steuergerätes können elektrische sowie mechanische Probleme der Drosselklappe erkennen. Je nach Problemlage werden die EML und die Check Engine Warnlampe angesteuert.

Elektrische Fehlerursache

Elektrische Fehler werden über die Poti-Spannungen erkannt. Fällt ein Poti-Signal aus wird der maximal erlaubte Öffnungswinkel der Drosselklappe auf 20 °DK begrenzt.

Bei Ausfall beider Poti-Signale kann die Klappenstellung nicht mehr erkannt werden. Die Drosselklappe wird in Kombination mit einer Sicherheits-Kraftstoff-Abschaltung (SKA) abgeschaltet. Die Drehzahl wird nun auf 1300 U/min begrenzt, damit z.B. ein Gefahrenbereich verlassen werden kann.

Mechanische Fehlerursache

Die Drosselklappe kann schwergängig sein bzw. klemmen.

Auch dies wird vom Steuergerät erkannt. Je nach Schwere und Gefährlichkeit des Fehlers werden zwei Notlaufprogramme unterschieden.

Ein schwerer Fehler verursacht eine Abschaltung der Drosselklappe in Kombination mit einer Sicherheits-Kraftstoff-Abschaltung (SKA).

Fehler, die weniger sicherheitskritisch sind, erlauben die Weiterfahrt. Die Drehzahl wird nun fahrerwunschabhängig begrenzt. Dieser Notlauf wird Notluftfahren genannt.

Notluftfahren erfolgt auch, wenn die Endstufe der Drosselklappe nicht mehr angesteuert werden kann.

Lernen der Drosselklappen-Anschläge

Nach dem Wechsel des Drosselklappenstellers müssen die Anschläge der Drosselklappe "gelernt" werden. Dies kann durch den Tester angestoßen werden. Ebenfalls erfolgt die Einstellung der Drosselklappe auch nach "Zündung ein" automatisch. Kann das System nicht erfolgreich adaptieren, erfolgt wieder das SKA-Notprogramm.

Notlauf Turbulenzsteller

Bei elektrischen oder mechanischen Fehlern des Leerlaufstellers erfolgt ähnlich dem Notluftverfahren eine fahrerwunschabhängige Drehzahlbegrenzung. Zusätzlich wird durch VANOS und Klopfregelung die Leistung spürbar reduziert. Die EML- und Check-Engine-Warnlampe leuchten.

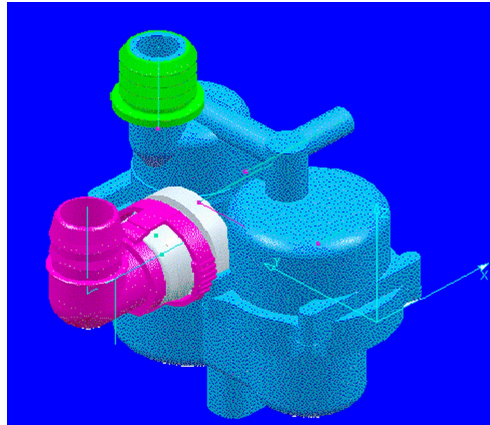
Höhensensor

Der Höhengsensor erfasst den momentanen Umgebungsdruck. Dieser Wert dient in erster Linie dazu, genauere Motormomente zu berechnen. Aus den Größen Umgebungsdruck, Ansaugluftmasse und Ansauglufttemperatur sowie Motortemperatur werden die Motormomente sehr exakt bestimmt.

Zusätzlich wird der Höhengsensor für die DMTL-Funktion gebraucht.

DMTL Diagnose-Modul Tank-Leckage (USA)

Das Modul dient zur Erkennung von Leckagen > 0,5 mm im Kraftstoffversorgungssystem.

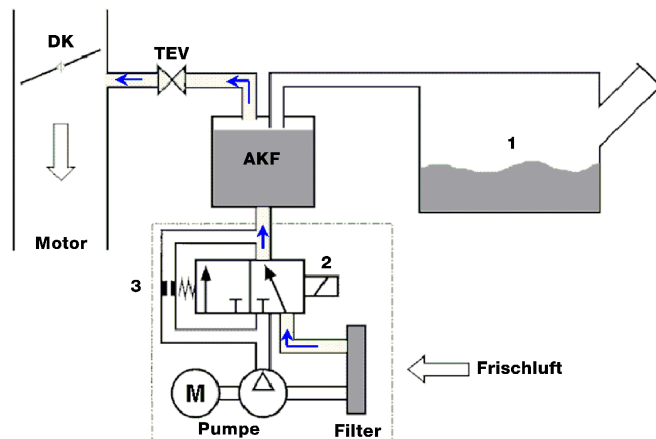


KT-5611

Abb. 20: Diagnose-Modul Tank-Leckage

DMTL Funktionsprinzip

Spülen: Mit einer Flügelzellenpumpe im Diagnosemodul wird Frischluft durch den Aktivkohlefilter geblasen. Das Umschalt- und Tankentlüftungsventil sind geöffnet. Der Aktivkohlefilter wird somit "gespült".



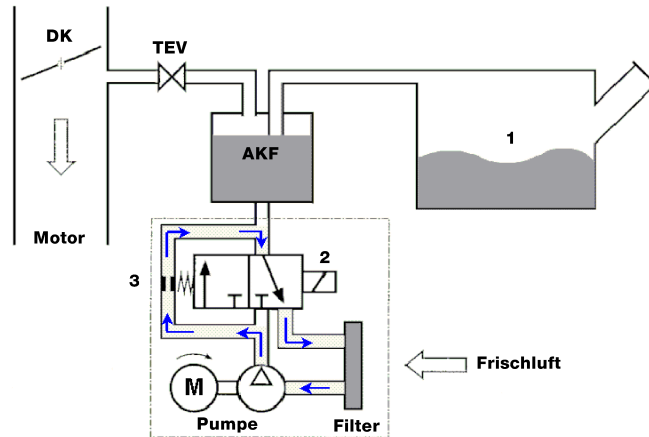
KT-5613

Abb. 21: Aktivkohlefilter Spülen

AKF	Aktivkohlefilter	TEV	Tankentlüftungsventil
DK	Drosselklappe	1	Tank
Filter	Filter	2	Umschaltventil
Frischlucht	Frischlucht	3	Referenzleck
Motor	Motor		

Referenz-
messung:

Mit der Flügelzellenpumpe wird durch ein Referenzleck Frischluft geblasen. Die Stromaufnahme der Pumpe wird gemessen. Der Pumpenstrom dient bei der später folgenden "Leckdiagnose" als Referenzstrom. Die Höhe des Pumpenstroms liegt bei 20 mA - 30 mA.

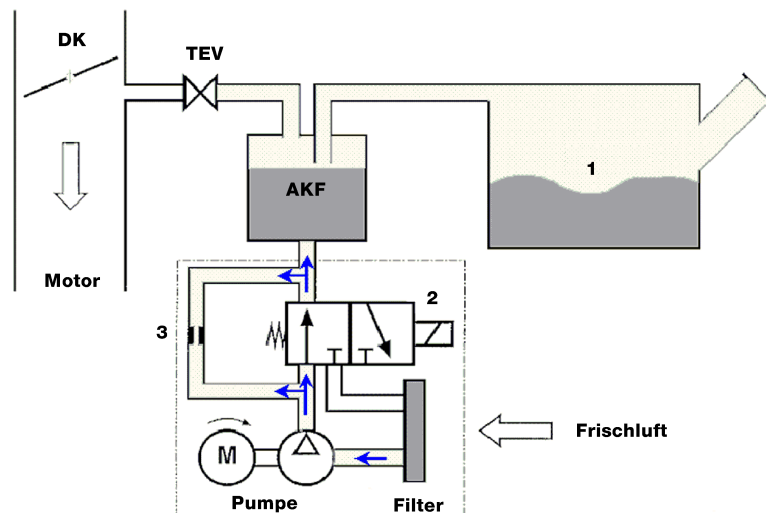


KT-5624

Abb. 22: Referenzmessung

Tank-
messung:

Nach der Referenzmessung wird mit der Flügelzellenpumpe der gesamte Druck im Kraftstoffsystem um 25 hPa erhöht. Der dabei gemessene Pumpenstrom wird mit dem Referenzstrom verglichen.



KT-5623

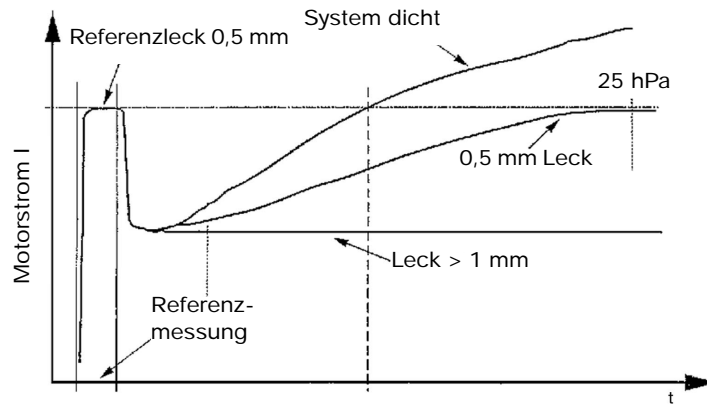
Abb. 23: Tank-Messung (Leck-Prüfung)

AKF	Aktivkohlefilter	TEV	Tankentlüftungsventil
DK	Drosselklappe	1	Tank
Filter	Filter	2	Umschaltventil
Frishluft	Frishluft	3	Referenzleck
Motor	Motor		

Wird der Wert des Referenzstroms +/- Toleranz nicht erreicht, so wird ein defektes Kraftstoffsystem angenommen.

Bei Erreichen des Wertes vom Referenzstrom +/- Toleranz muss ein Leck von 0,5 mm vorhanden sein.

Bei Überschreiten des Wertes vom Referenzstrom ist das Kraftstoffsystem dicht.



KT-5625

Abb. 24: Stromaufnahmekurven des Pumpenmotors

Hinweis:

Ein Betanken während einer Diagnose bricht die Diagnose ab. Ein eventueller Fehlereintrag (z.B. "Grobleck") durch das Betanken wird beim nächsten Fahrzyklus gelöscht.

Diagnose Startbedingung

Start-Kriterium	Startbedingung
Motor aus	
Letzte Motorstandzeit	> 5 h
Dauer der aktuellen Fahrt	> 20 min
Tankbefüllstand	> 15 % und < 85 %
Umgebungstemperatur	>4 °C und < 35 °C
Höhe über NN	< 2500 m
Batterie-Spannung	> 11,5 V und < 14,5 V

2.4 Diagnose- hinweis

Diagnose Hauptrelais Klemme 87

Die Lastkontakte des Hauptrelais werden vom MS43 hinsichtlich ihres Spannungsabfalls überprüft. Bei einem Fehler legt die MS43 einen Eintrag im Fehlerspeicher ab.

Ein neues Testmodul ermöglicht die Diagnose der +/- Versorgung des Relais und ein Erkennen des Schaltzustandes.

Das Testmodul wird voraussichtlich im DIS (CD21) integriert und abrufbar sein.