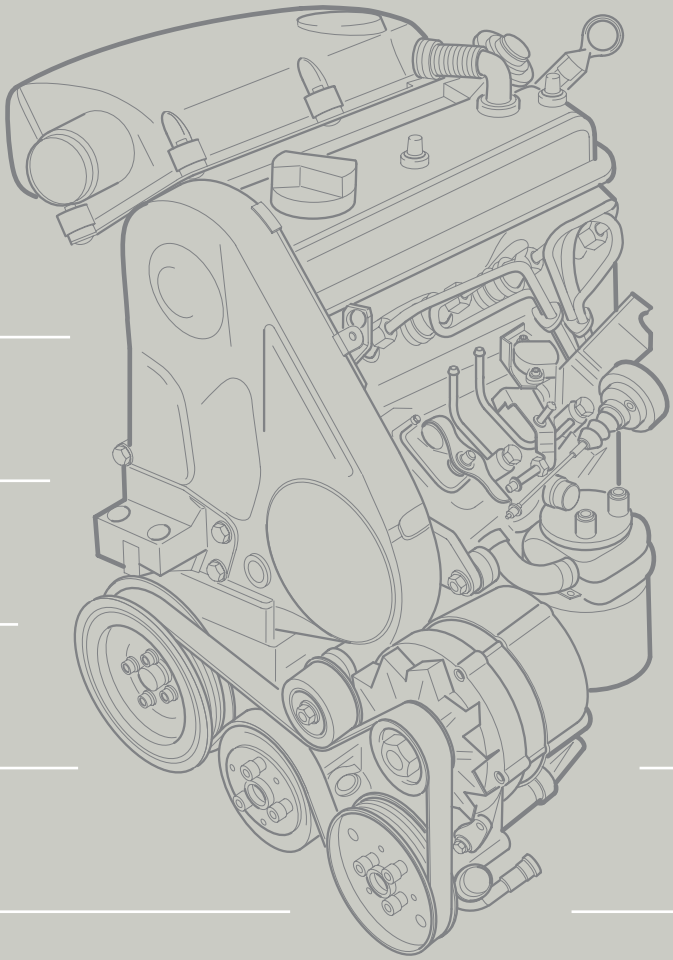
1,9 l-Saugdieselmotor

Konstruktion und Funktion



Selbststudienprogramm

SKODA FELICIA
mit 1,9 l–Saugdiesel

Für Dieselfreunde erweitert SKODA das Motorenangebot des FELICIA um den 1,9 l–Saugdieselmotor.

Dieser kompakte Dieselmotor mit Verteilereinspritzpumpe und selbstverständlich Abgasreinigung erfüllt die gültigen Abgasgrenzwerte.

In der Motormechanik finden Bausteine der bewährten Konzernmotorenbaureihe Verwendung.



SP13-1

Inhalt

	Seite
Motordaten	4
Bauteilpositionen	8
Einspritzpumpe	10
Kraftstoffabschaltung	12
Wegfahrsicherung	13
Systemübersicht	14
Sensoren	18
Aktoren	20
Einspritzdüsen	22
Dieselkraftstoffilter - Vorwärmung	24
Dieselkraftstoffilter	26
Stromversorgung/Steuergerät	27
Vorglühanlage	28
Abgasreinigung	30
Eigendiagnose	34
Funktionsplan	36
Funktion Einspritzpumpe	38
Diesel - Lexikon	44
Arbeitsmittel	47

Hinweise zu Inspektion und Wartung, Einstell- und Reparaturanweisungen finden Sie im Reparaturleitfaden.



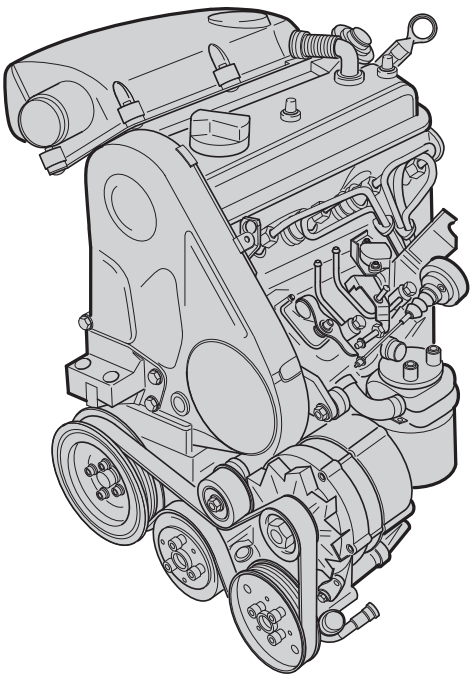
Motordaten

1,9 l-Saugdieselmotor

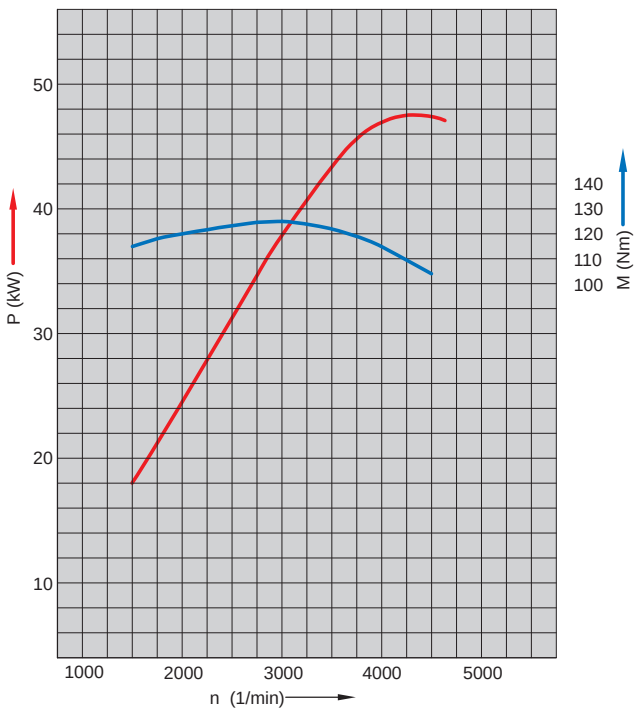
Motorkennbuchstaben	:	AEF
Bauart	:	4-Zylinder Reihenmotor, Saugdiesel
Hubraum	:	1896 cm^3
Leistung	:	47 kW bei 4300 1/min
Drehmoment	:	124 Nm bei 2500 bis 3200 1/min
Bohrung	:	79,5 mm
Hub	:	95,5 mm
Verdichtung	:	22,5 : 1
Kraftstoff	:	Diesel, CZ mind. 49
Gemischaufbereitung	:	Verteilereinspritzpumpe, Wirbelkammerverfahren
Abgasreinigung	:	Abgasrückführung und Oxidationskatalysator
Leerlaufdrehzahl	:	920 + 30 1/min
Abregelmaximaldrehzahl	:	5050 ± 100 1/min (unbelastet)

Ein leistungsstarker Dieselmotor, den sparsamer Verbrauch und die Erfüllung der gültigen Abgasnorm auszeichnet.

Hohes Drehmoment über einem weiten Bereich schon bei niedrigen Drehzahlen – ein charakteristisches Merkmal des praxisgerechten Fahrzeugdieselmotors.



SP13-2



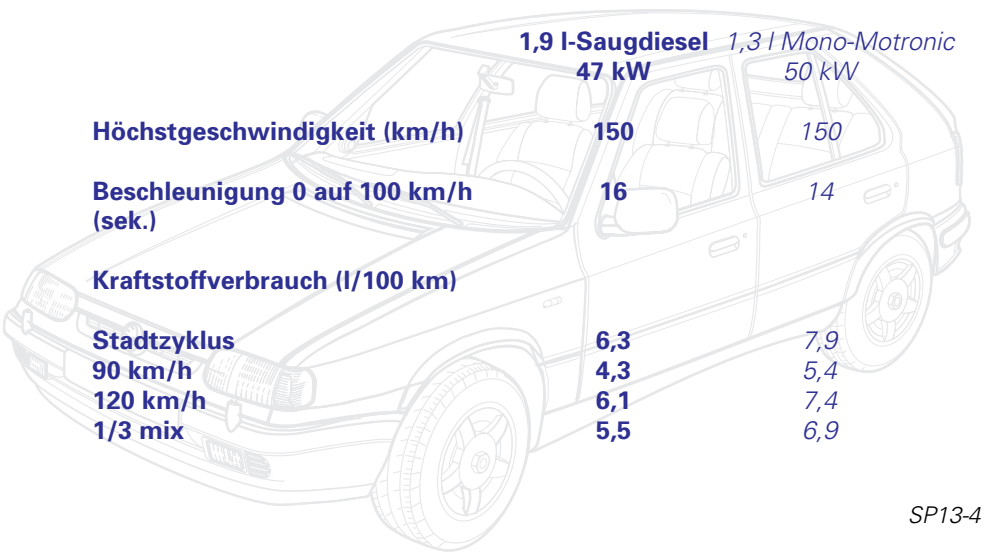
SP13-3

P = Leistung
M = Drehmoment
n = Drehzahl

Markante Motormerkmale

- **Dieseleinspritzung nach dem Wirbelkammerprinzip**
- **Antrieb der Nockenwelle, Verteilereinspritzpumpe und Kurbelwelle mit Zahnriemen, Spannung mit halbautomatischer Zahnriemenspannrolle**
- **Ölpumpe – Antrieb über Zwischenwelle**
- **Ölfilter mit Ölkühler**
- **Separate Unterdruckpumpe zur Gewinnung des Arbeitsunterdruckes für Bremskraftverstärker, für Abgasrückführung und die pneumatische Leerlaufanhebung**
- **Oben liegende Nockenwelle, Ventile direkt von der Nockenwelle gesteuert**
  Automatischer Ventilspielausgleich mittels hydraulischen Tassenstößeln.
- **Gemischaufbereitung**
  Verteilereinspritzpumpe Typ DPC Lucas
- **Startmengenregelung, Spritzbeginnverstellung in Abhängigkeit von Last und Drehzahl, Höhenkompensation zur Regulierung der Einspritzmenge (Schwarzrauch)**
- **Abgasreinigung mit Oxidationskatalysator und Abgasrückführung**

Leistungsdaten des FELICIA mit 1,9 l-Saugdieselmotor

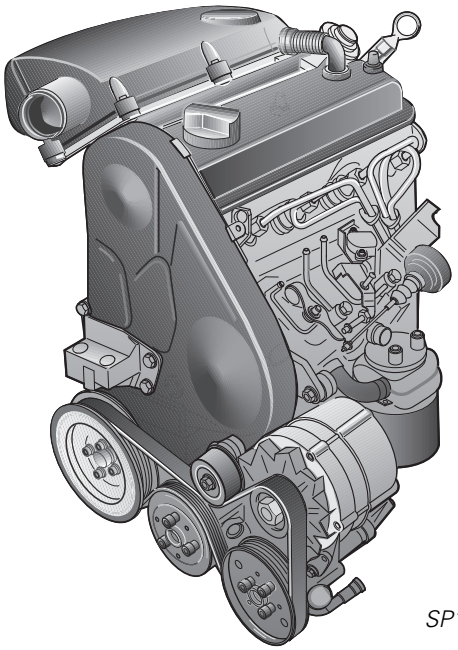


	1,9 l-Saugdiesel 47 kW	*1,3 l Mono-Motronic 50 kW*
Höchstgeschwindigkeit (km/h)	**150**	*150*
Beschleunigung 0 auf 100 km/h (sek.)	**16**	*14*
Kraftstoffverbrauch (l/100 km)		
Stadtzyklus	**6,3**	*7,9*
90 km/h	**4,3**	*5,4*
120 km/h	**6,1**	*7,4*
1/3 mix	**5,5**	*6,9*

SP13-4

Motordaten

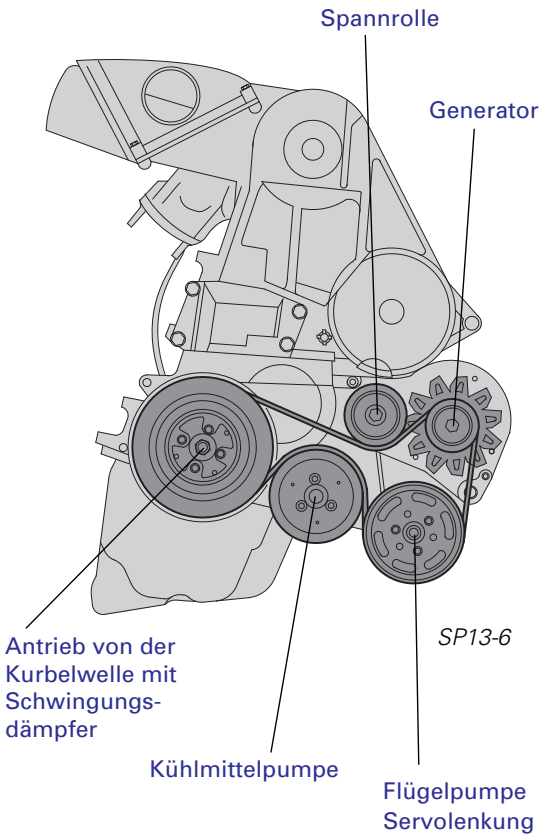
Kurzbeschreibung Mechanik



SP13-5

Der 1,9 l-Saugdiesel ist im Grundaufbau ähnlich dem 1,6 l-Benzinmotor:

- Motorblock aus Grauguß
- Aluminium-Zylinderkopf
- fünffach gelagerte Kurbelwelle
- zwei Ventile pro Zylinder
- obenliegende Nockenwelle
- Antrieb Nockenwelle/Einspritzpumpe mit Zahnriemen
- Antrieb der Anbauaggregate mit Keilrippenriemen



SP13-6

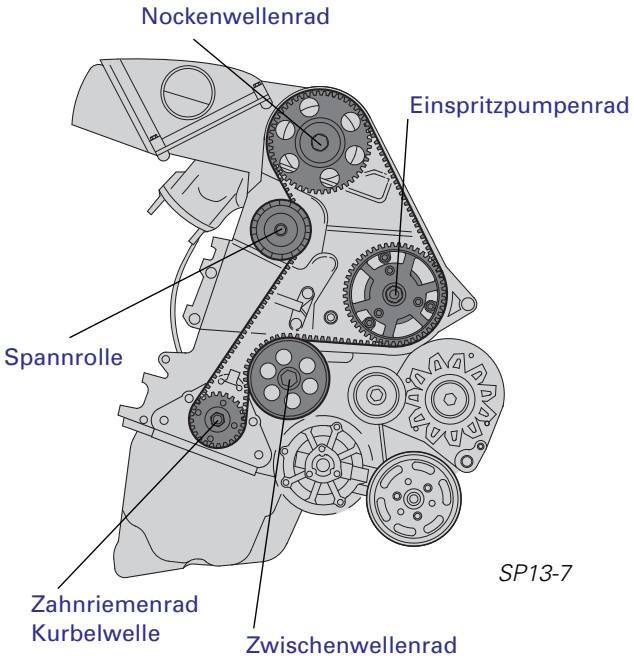
Verlauf des Keilrippenriemens

Kurbelwelle, Kühlmittelpumpe, Generator und Flügelpumpe Servolenkung werden über einen Keilrippenriemen angetrieben.



Hinweis:
Keilrippenriemen und Zahnriemen sind vor dem Ausbau in der Laufrichtung zu kennzeichnen und wieder so zu montieren.

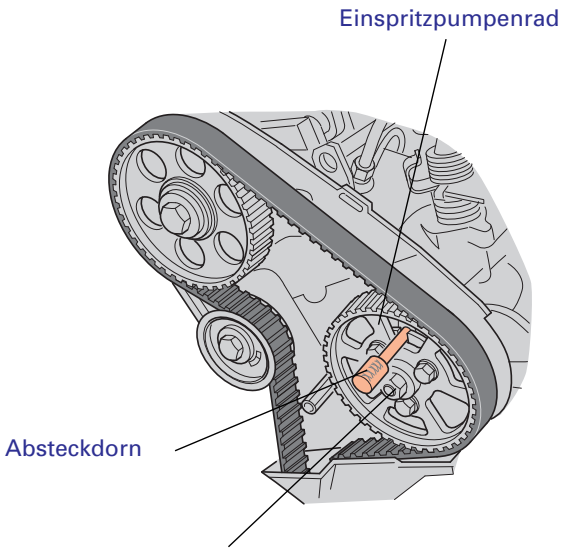
Verlauf des Zahnriemens



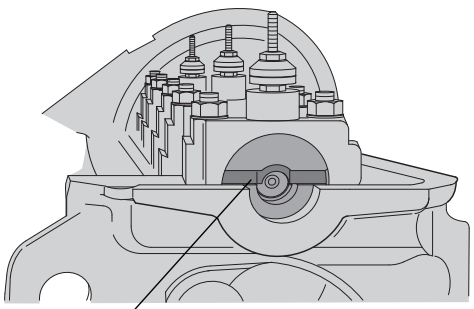
SP13-7

Nockenwelle und Einspritzpumpe werden von einem Zahnriemen angetrieben. Die erforderliche Umschlingung wird über ein Zwischenwellenrad und die Spannrolle erreicht.
Für die Einstellung der Steuerzeiten (Kurbelwellen-, Nockenwellen- und Einspritzpumpenstellung) hat der Dieselmotor entsprechende Hilfspunkte. Es sind Sonderwerkzeuge für Nockenwelle und Einspritzpumpe erforderlich.

- Kurbelwelle – oberer Totpunkt für 1. Zylinder = Schauloch für Markierung auf der Schwungscheibe (analog Benzinmotor) im Getriebe.
- Nockenwelle – die richtige Stellung wird mit einem Einstellineal arretiert. Dazu hat die Nockenwelle einen außermittigen Querschlitz.
- Einspritzpumpe – Stellung wird mit einem Absteckdorn arretiert.



SP13-9



SP13-8

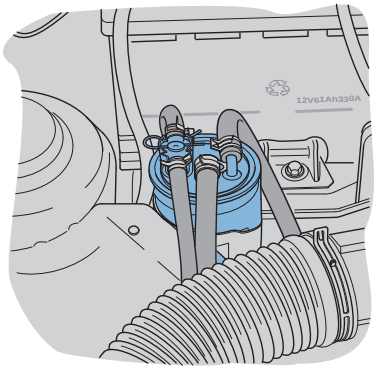
Querschlitz für das Einstellineal



Hinweis:
Auf keinen Fall darf die Mutter für die Nabe der Einspritzpumpe gelöst werden. Die Grundeinstellung der Einspritzpumpe ist sonst verstellt. Sie kann mit Werkstattmitteln nicht eingestellt werden.

Die genaue Vorgehensweise ist im Reparaturleitfaden zum 1,9 l-Saugdiesel beschrieben.

Bauteilpositionen

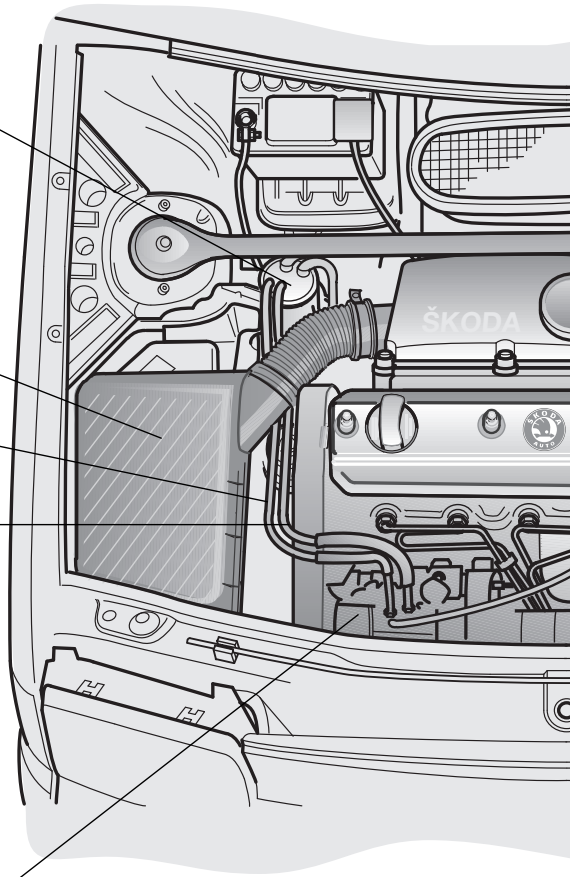


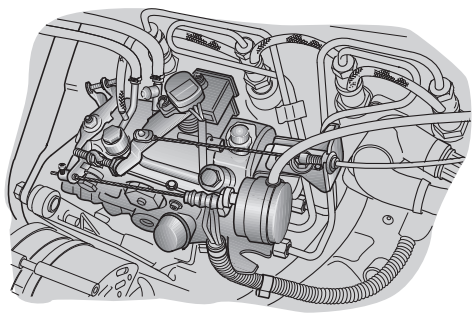
Dieselkraftstoffilter mit
Vorwärmung

Luftfilter

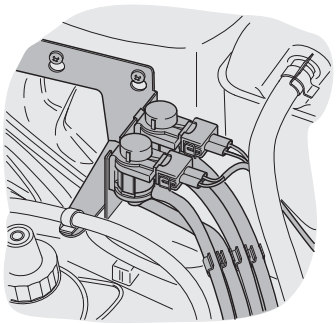
Rücklaufleitung

Vorlaufleitung

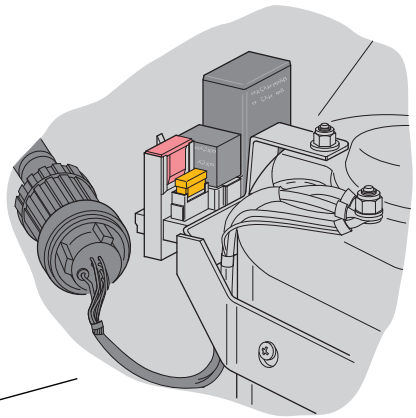




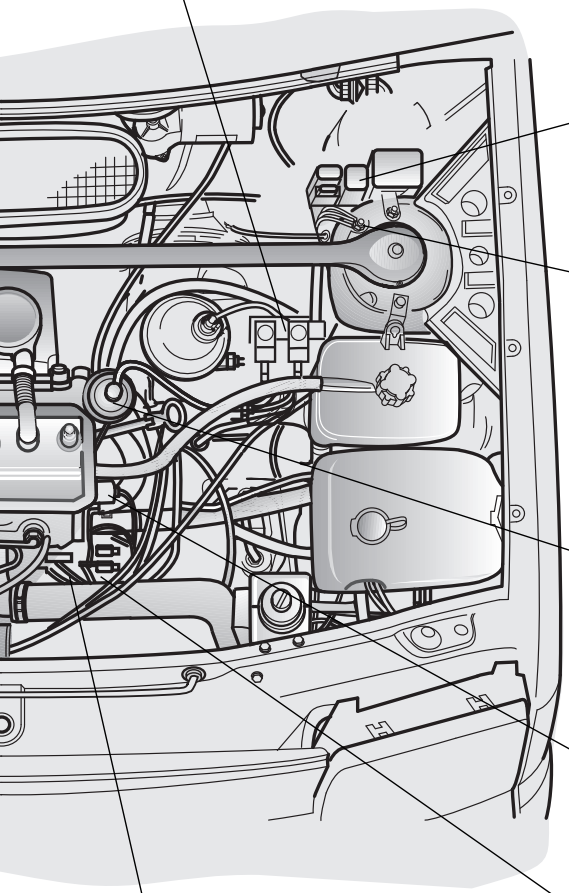
Verteilereinspritzpumpe
mit Ventil für Einspritzbeginn N108,
Kraftstoffabschaltventil N109,
Ventil für Vollastanschlag N194



Ventil für Abgasrückführung N18
Ventil für Leerlaufdrehzahlanhebung N177

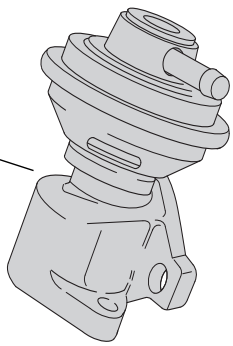


Steuergerät für Dieselmotor,
Relais für Glühkerzen,
Zusatzsicherungen,
Mehrfachsteckverbinder



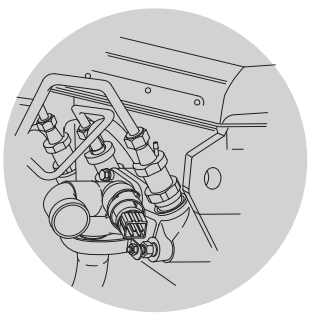
Karosserie-Massepunkt

Öldruckschalter

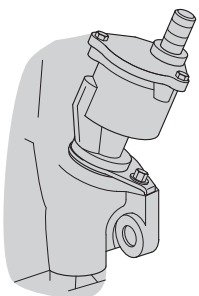


Abgas-Rückführungsventil

SP13-10



Geber für Kühlmitteltemperatur G27,
Glühkerzen,
Einspritzdüsen

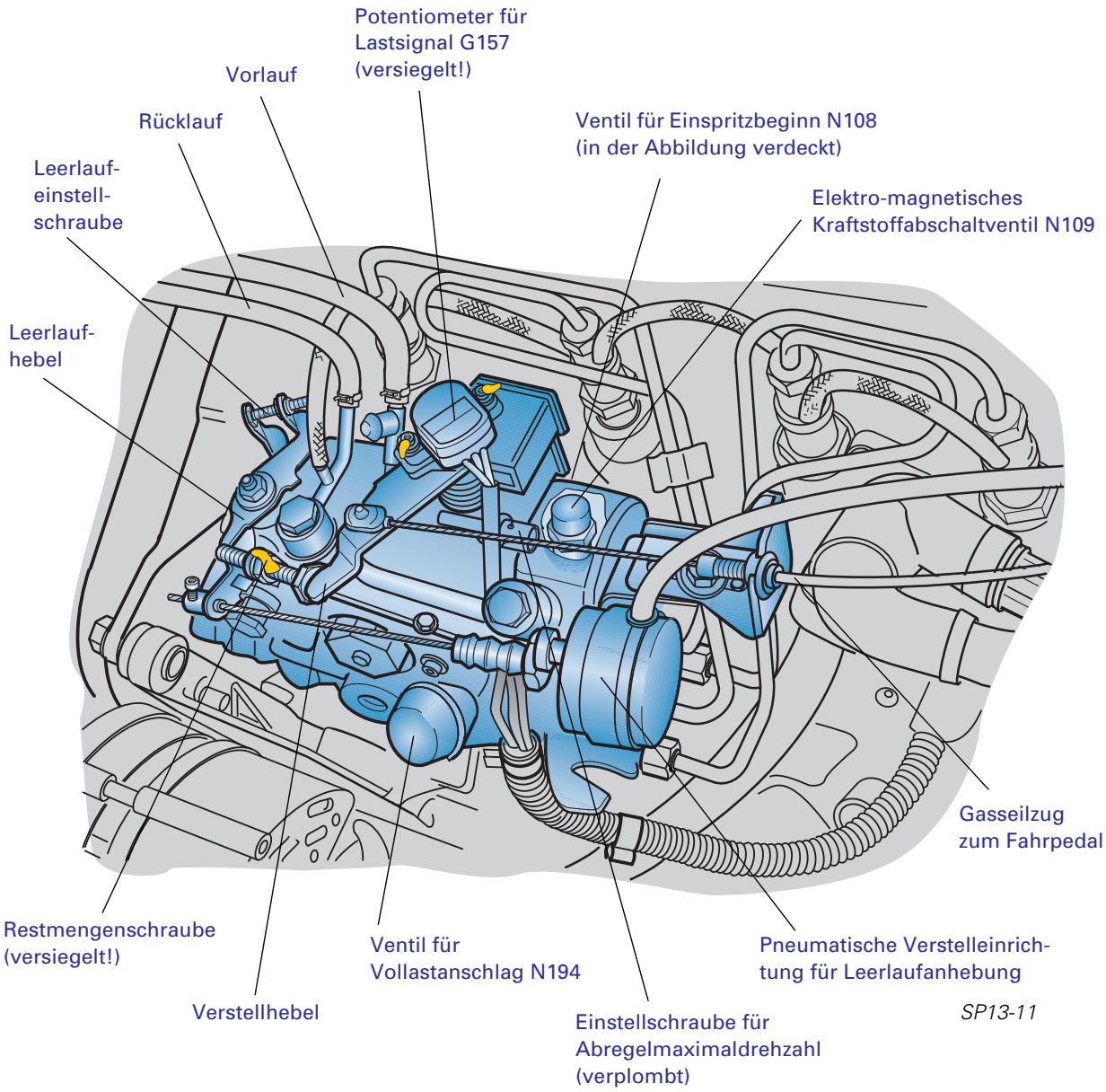


Vakuumpumpe
(Unterdruckpumpe)

Einspritzpumpe

Der Dieselmotor benötigt für sein Arbeitsprinzip eine hochpräzise Einspritzpumpe.
Sie übernimmt die exakte Versorgung des Dieselmotors mit Kraftstoff unter allen Betriebsbedingungen.

Der 1,9 l–Saugdieselmotor ist mit der Einspritzpumpe Lucas Typ DPC ausgerüstet.



Die Pumpendrehzahl ist die halbe Motordrehzahl. Das Arbeitsspiel der Einspritzpumpe wiederholt sich mehrere tausend Mal je Minute während der gesamten Betriebsdauer des Motors.
Die Einspritzpumpe arbeitet zu folgenden Funktionsbereichen der Kraftstoffversorgung:

- *Fördern des Kraftstoffes*
- *Einspritzen des Kraftstoffes*
- *Förderbeginnregelung*
- *Einspritzmengenregelung*
- *Abregelung der Motordrehzahl*
- *Abstellen des Motors (Kraftstoffabschaltung)*

Es wirken dazu neben dem mechanisch-hydraulischen Steuersystem – siehe dazu Funktion Einspritzpumpe – folgende Funktions- und Regelmechanismen der Pumpe:

- *Kraftstofförderpumpe*
- *Elektro-magnetisches Kraftstoffabschaltventil N109*
- *Ventil für Einspritzbeginn N108*
- *Ventil für Vollastanschlag N194 (Höhenangleichung)*
- *Pneumatische Verstelleinrichtung für Leerlaufanhebung*
- *Potentiometer für Lastsignal G157*



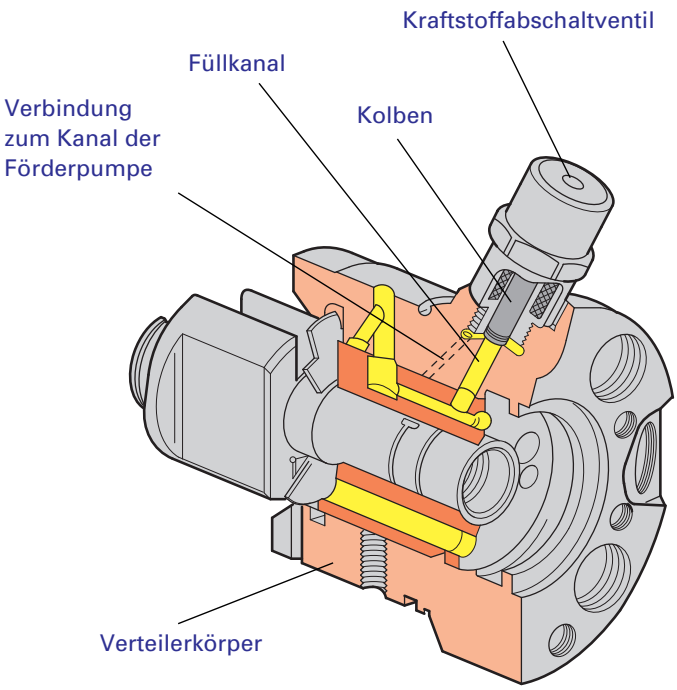
Hinweis:
Geringste Abweichungen des Förderbeginns, schlechter Kraftstoff, Unsauberkeiten, Abweichungen von der Norm-Einstellung der Pumpe – führen zu Störungen im Betriebssystem des Dieselmotors und seiner Abgaswerte.
Direkte Arbeiten an der Einspritzpumpe werden deshalb nur in Service-Stationen mit entsprechender Ausrüstung durchgeführt.
Mit einem fundierten Basiswissen sind jedoch gewisse Servicetätigkeiten in jeder Werkstatt möglich zu:

- **Leerlaufdrehzahl einstellen**
- **Leerlauf- und Drehzahlabfall einstellen**
- **De- und Montage der Einspritzpumpe am Motor**
- **Funktionsprobe am Fahrzeug**
- **Fehlersuche am Fahrzeug**

Beim Arbeiten am Dieselmotor ist Sauberkeit von entscheidender Bedeutung.
Unbedingt zu respektieren sind versiegelte Bauteile, die für das Gesamtsystem von Wichtigkeit sind.

Informationen zur Funktion der Einspritzpumpe finden Sie auf den Seiten 38-43.

Kraftstoffabschaltung



SP13-12

Aufgabe

Der Dieselmotor kann auf Grund seiner Arbeitsweise – Selbstzündung – nicht wie ein Benzinmotor durch Ausschalten der Zündung außer Betrieb genommen werden.
Deshalb ist im Kraftstoffzulauf der Verteilereinspritzpumpe eine elektrische Abstellvorrichtung, das Kraftstoffabschaltventil N109, integriert.

Es ist im Verteilerkörper der Pumpe eingeschraubt.

Dieses Kraftstoffabschaltventil ist ein Magnetventil, mit dem durch Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr der Dieselmotor abgestellt wird.

Arbeitsweise

Wird der Elektromagnet im Ventil unter Spannung gesetzt, erfolgt beim Starten des Motors, zieht der Elektromagnet den Kolben an. Der Füllkanal in der Verteilereinspritzpumpe wird geöffnet.

Beim Abstellen – mit dem „Zündschlüssel" – wird der Strom unterbrochen, die Magnetspule wird stromlos und eine Feder drückt den Kolben auf seinen Sitz zurück.
Dadurch wird der Zulauf zum Füllkanal unterbrochen, die Pumpkolben erhalten keinen Kraftstoff mehr, es wird nichts mehr zum Hochdruckausgang an die Einspritzventile geleitet.
Der Motor bleibt stehen.

Das Kraftstoffabschaltventil wird auch in das System der Wegfahrsicherung einbezogen.
Es ist deshalb gegen fremden Zugriff geschützt eingebaut.



Hinweis:
Ein defektes Kraftstoffabschaltventil hat zwangsläufig Motorstop zur Folge.

Wegfahrsicherung

Die Wegfahrsicherung am Dieselmotor arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie beim Benzinmotor. Indem das Kraftstoffabschaltventil nicht freigegeben wird, kann die Kraftstofförderung nicht einsetzen. Das System besteht aus dem vom Benzinmotor bekannten Fahrzeugschlüssel mit elektronischem Schaltkreis (Transponder), der Lesespule am mechanischen Zündschloß, dem Steuergerät Wegfahrsicherung und dem zusätzlichen Steuergerät für Kraftstoffabschaltventil J366.

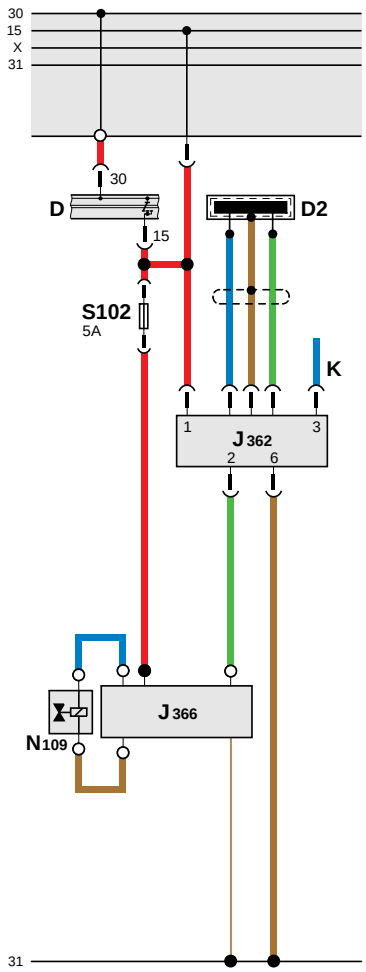
Dieses Steuergerät ist unter der Verteilereinspritzpumpe befestigt.

Das Steuergerät Wegfahrsicherung J362 vergleicht den Festcode des Transponders mit dem gespeicherten Code im Steuergerät Wegfahrsicherung (analog Benzinmotor). Anschließend vergleicht es einen Wechselcode mit dem Steuergerät für Kraftstoffabschaltventil J366.

Sind beide Code als korrekt erkannt, wird das Kraftstoffabschaltventil N109 aktiviert.

Die Kraftstofförderung ist möglich.

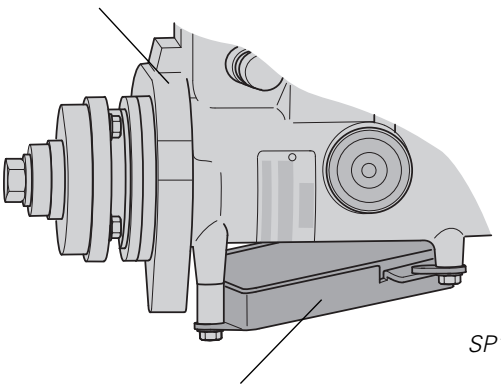
Das Kraftstoffabschaltventil und die elektrischen Leitungen zum Steuergerät für Kraftstoffabschaltventil sind gegen mechanischen Eingriff geschützt eingebaut.



Schaltschema Wegfahrsicherung

SP13-13

Verteilereinspritzpumpe



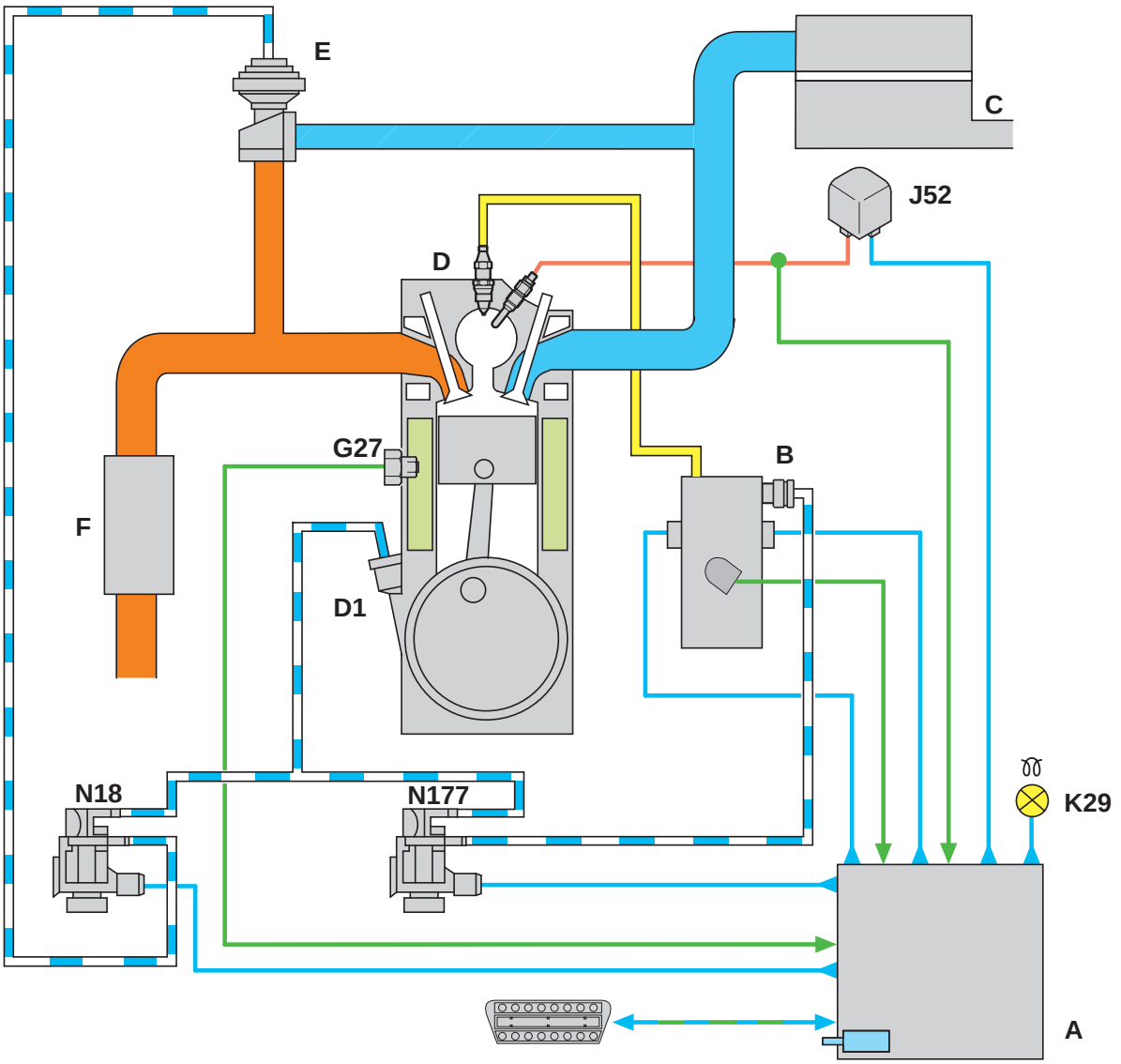
SP13-14

Steuergerät für Kraftstoffabschaltventil J366

D - Zündanlaßschalter
D2 - Lesespule
J362 - Steuergerät für Wegfahrsicherung
J366 - Steuergerät für Kraftstoffabschaltventil
N109 - Kraftstoffabschaltventil

Systemübersicht

Gesamtübersicht – mechanisch/elektronisch



SP13-15

Bauteile

A	-	Steuergerät für Dieselmotor
B	-	Verteilereinspritzpumpe
C	-	Luftfilter
D	-	Motor
D1	-	Vakuumpumpe am Motor
E	-	Abgas-Rückführungsventil
F	-	Oxidationskatalysator
G27	-	Geber Kühlmitteltemperatur
J52	-	Relais für Glühkerzen
K29	-	Kontrollampe für Vorglühzeit
N18	-	Ventil für Abgasrückführung
N177	-	Ventil für Leerlaufdrehzahlanhebung

Farbcodierung

- Unterdruck
- Ausgangsinformation
- Eingangsinformation
- Frischluft
- Abgas
- Kraftstoff

Der 1,9 l-Saugdiesel mit indirekter Einspritzung (IDI) arbeitet im Zusammenspiel von:

- *Einspritzhydraulik und*
- *elektronischer Steuerung*

Eingebunden in das Gesamtsystem ist die Abgasrückführung und Leerlaufdrehzahlanhebung, die pneumatisch mit Unterdruck erfolgen, aber elektronisch vom Steuergerät für Dieselmotor aktiviert werden.

Hauptaufgabe der in das Gesamtsystem eingebundenen elektronischen Dieselregelung
(Steuergerät für Dieselmotor) ist die Einflußnahme auf die Kraftstoffeinspritzung
unter bestimmten Betriebsbedingungen wie

- Kaltstart
- Vorglühen
- Motorlast
- Höhenkompensation

und die Eigendiagnose.

Vom Steuergerät für Dieselmotor elektronisch eingeleitet, erfolgt in der Verteilereinspritzpumpe die Umsetzung in der Einspritzhydraulik.

Neben der damit erreichten Optimierung des Fahr- und Leistungsverhaltens des Motors ist ein weiterer Schwerpunkt die gleichzeitige Erfüllung der gültigen Abgasvorschriften.

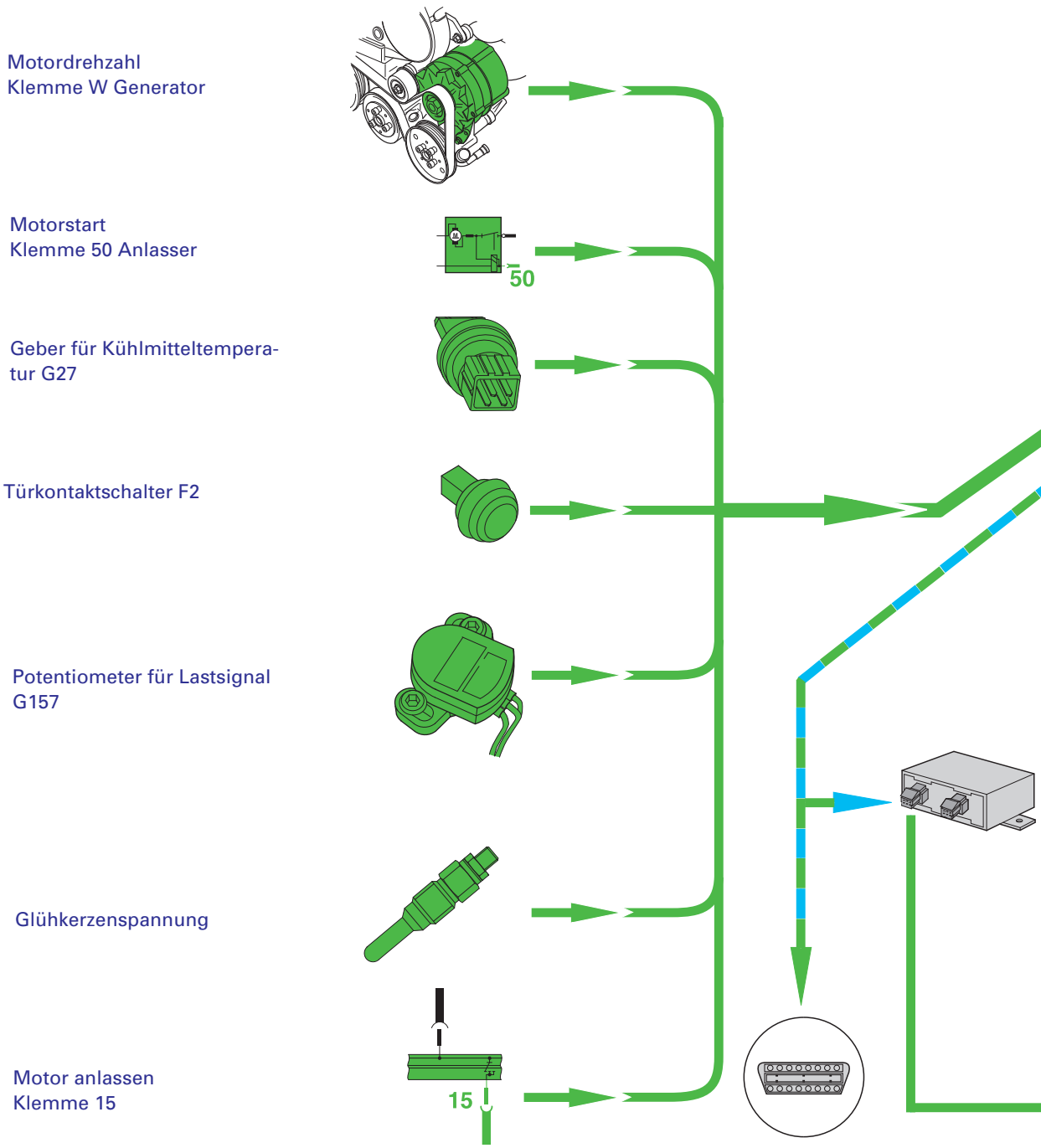
Die Abgasrückführung als effektive Maßnahme zur Senkung der NO_x Emission ist deshalb als weitere Komponente in das Gesamtsystem eingebunden.

Beim indirekt einspritzenden 1,9 l-Saugdiesel steht moderne Einspritztechnik und Abgasreinigungtechnik unter elektronischer Steuerung.
Leistung, Kraftstoffverbrauch und Emissionsverhalten werden so unter den unterschiedlichen Betriebsbedingungen optimiert.

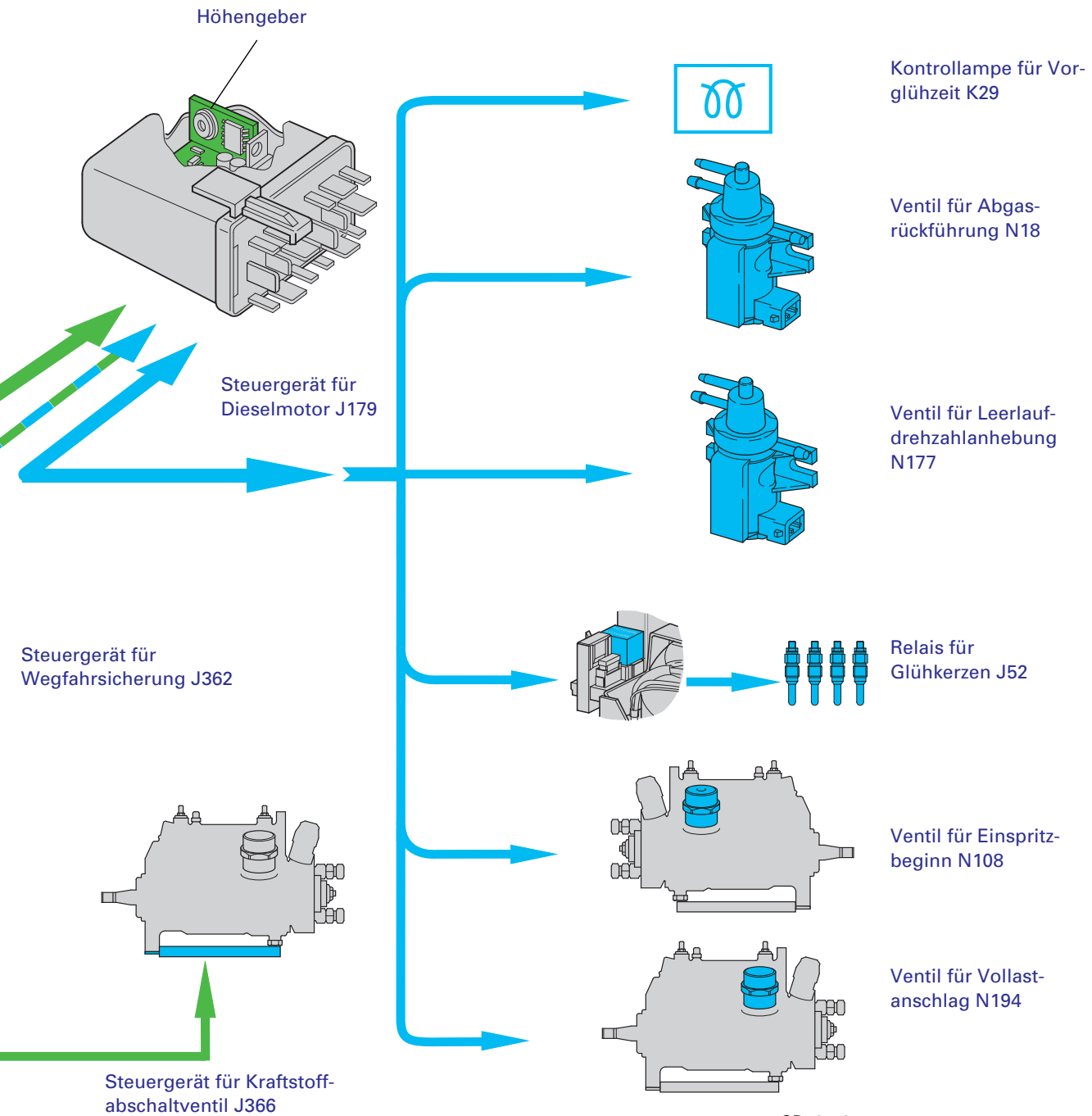
Systemübersicht

Elektronische Komponenten

Sensoren versorgen das Steuergerät mit Informationen über den aktuellen Betriebszustand.

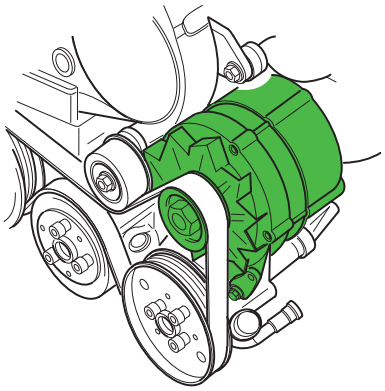


Nach der Auswertung der von den Sensoren gelieferten Informationen sendet das Steuergerät Signale zu den Stellgliedern (Aktoren). Auf diese Weise werden Einspritzmenge, Spritzbeginn und Abgasrückführung überwacht und gesteuert. Das Steuergerät übernimmt auch die Steuerung der Vorglühanlage.



SP13-16

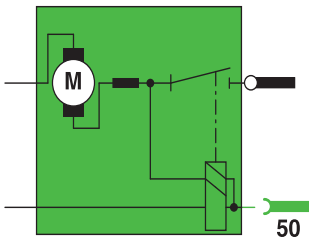
Sensoren



SP13-17

Klemme W Drehstromlichtmaschine

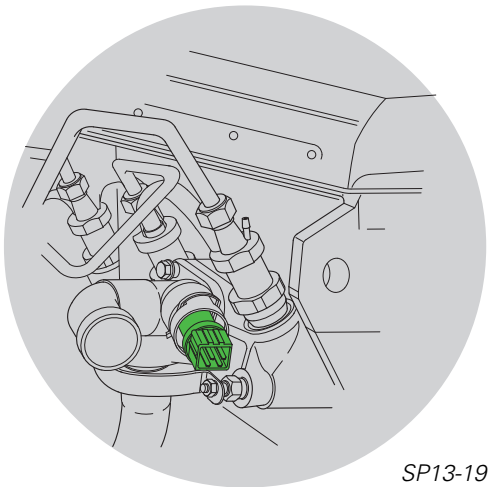
Die Klemme W der Drehstromlichtmaschine liefert eine pulsierende Gleichspannung, die für die indirekte Motordrehzahlmessung genutzt wird.
Die Motordrehzahl ist eine wichtige Größe für die Abgasrückführung und die Förderbeginnsteuerung.



SP13-18

Klemme 50 des Anlassers

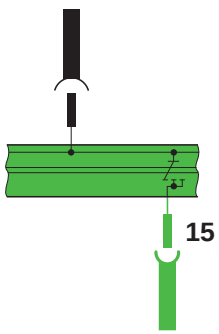
Über die Klemme 50 wird erfolgter Motorstart vom Steuergerät Dieselmotor erkannt. Der Motorstart ist ein Signal für die Stromversorgung des Nachglühvorganges.



SP13-19

Geber für Kühlmitteltemperatur G27

Der Geber sitzt im Kühlmittelanschlußstutzen nahe dem Zylinderkopf.
Seine Signale informieren das Steuergerät zur aktuellen Kühlmitteltemperatur. Diese ist Voraussetzung zur Errechnung der notwendigen Dauer der Vorglühzeit beim Starten und der Nachglühzeit nach erfolgtem Motorstart.



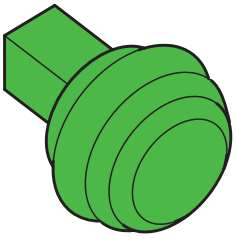
SP13-20

Klemme 15

Das Signal erfolgt im Moment des Einschaltens mit dem „Zündschlüssel“.
Mit dem Signal wird der Glühvorgang eingeleitet.

Türkontaktschalter F2

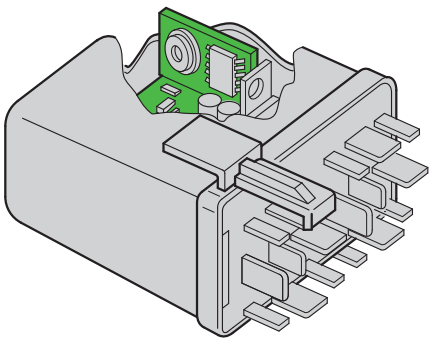
Der Türkontaktschalter F2 arbeitet in der elektrischen Funktion „Öffner“. Er sitzt in der A-Säule zur Fahrertür. Durch seine Kontaktgabe wird das Vorglühen aktiviert.
Fahrertür geöffnet = Kontakt geschlossen,
Fahrertür geschlossen = Kontakt geöffnet.



SP13-21

Höhengeber (Atmosphärendruckgeber)

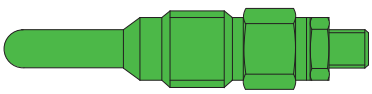
Der Höhengeber ist ein Drucksensor, im Steuergerät integriert. Der Umgebungsluftdruck ist von der geographischen Höhe abhängig.
Mit zunehmender Höhe sinkt der Umgebungsluftdruck.
Auf Grund der Meldung des Höhengebers wird ab 920 mbar (0,09 MPa) die Einspritzmenge reduziert (Ventil für Vollastanschlag). Dadurch wird Schwarzrauch (erhöhte Emissionen) in der Höhe vermieden.



SP13-22

Glühkerzenspannung

Die Glühkerzenspannung wird als zusätzliches Signal im Steuergerät verarbeitet.

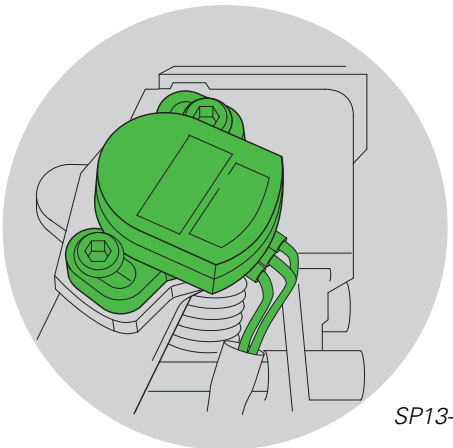


SP13-23

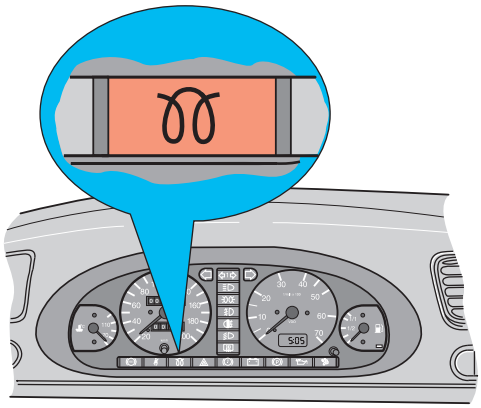
Potentiometer für Lastsignal G157

Das Potentiometer sitzt am Mengenstellventil der Verteilereinspritzpumpe.
Es informiert das Steuergerät für Dieselmotor über die aktuelle Gaspedalstellung (Lastsignal des Motors) zwischen Leerlauf und Vollast als Spannungssignale von 0,5 bis 4,7 V (linear). Diese werden im Steuergerät umgesetzt in Informationen für die Magnetventile (Leerlaufdrehzahlanhebung, Einspritzbeginn, Abgasrückführung).

Seine Grundeinstellung darf nicht verstellt werden (versiegelte Schrauben).



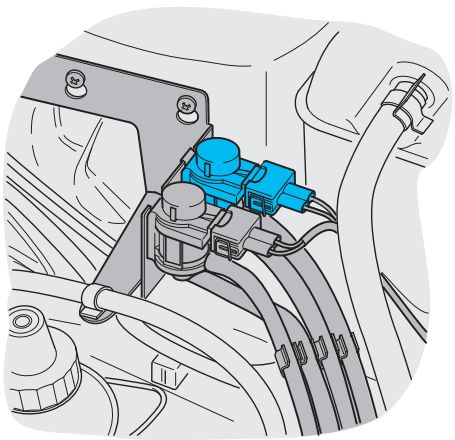
SP13-24



SP13-25

Kontrollampe für Vorglühzeit K29

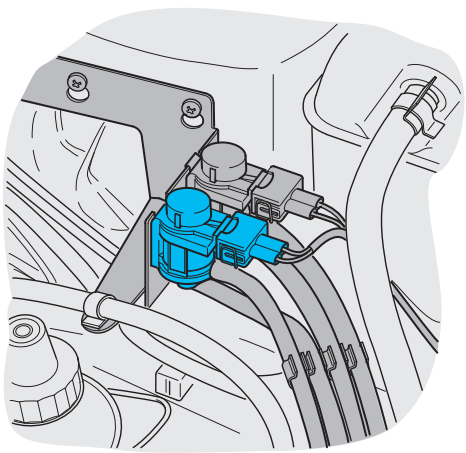
Die Kontrollampe für Vorglühzeit leuchtet während der Dauer der Vorglühzeit.
Sie ist im Schalttafeleinsatz integriert.



SP13-26

Ventil für Abgasrückführung N18

Das Ventil befindet sich im Motorraum links, neben dem Federbeindom.
Es wird von der Vakuumpumpe des Motors versorgt und durch Signale vom Steuergerät geöffnet.
Die Steuerung des Ventils N18 bestimmt die Öffnung des Abgas-Rückführungsventils.
Bei fehlendem Drehzahlsignal oder Fehlererkennung des Potentiometers für Lastsignal ist das Ventil als Notlauffunktion stromlos.



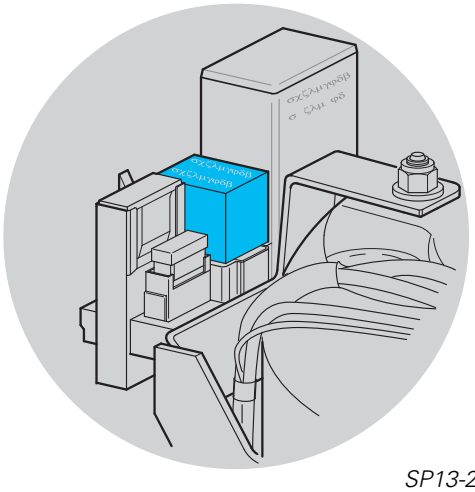
SP13-27

Ventil für Leerlaufdrehzahlanhebung N177

Das Ventil befindet sich im Motorraum links neben dem Federbeindom und sitzt in der Leitung zwischen der Vakuumpumpe und der pneumatischen Leerlauf-Anhebung.
Es wandelt die Signale des Steuergerätes um in einen Steuerunterdruck für die pneumatische Leerlaufanhebung.
Die pneumatische Leerlaufanhebung wird zur Drehzahlanhebung bei kaltem Motor und zur Drehzahlanpassung bei Lastaufschaltung auf den Motor benötigt.
Bei fehlendem Drehzahlsignal oder Fehlererkennung des Potentiometers für Lastsignal ist das Ventil als Notlauffunktion stromlos.

Relais für Glühkerzen J52

Das Relais für Glühkerzen sitzt neben dem Steuergerät im Motorraum.
Es besitzt einen Arbeitskontakt für Dauerstrom von 70 A und wird vom Steuergerät entsprechend den Sensorsignalen zum Vorglühen, Bereitschaftsglühen und Nachglühen angesteuert.

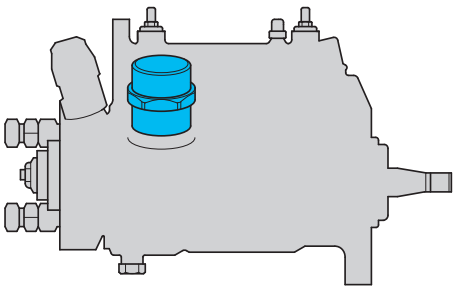


SP13-28

Ventil für Einspritzbeginn N108

Das Ventil befindet sich an der Verteilereinspritzpumpe.
Es tritt nur während des Kaltstarts in Funktion, bewirkt eine Frühverstellung des Einspritzzeitpunktes und ist last- und drehzahlabhängig bis 60 °C gesteuert.
Ventil stromdurchflossen =**Ventil offen**= Früheinstellung des Förderbeginns.
Ventil stromlos =**Ventil geschlossen**= Normaleinstellung des Förderbeginns.

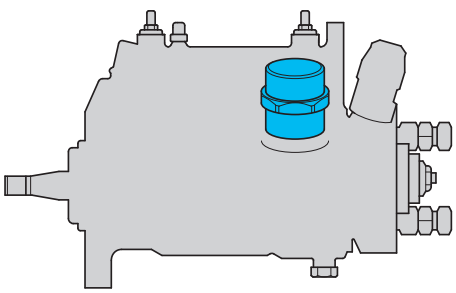
Bei fehlendem Drehzahlsignal oder Fehlererkennung des Lastpotentiometers ist das Ventil als Notlauffunktion stromlos.



SP13-29

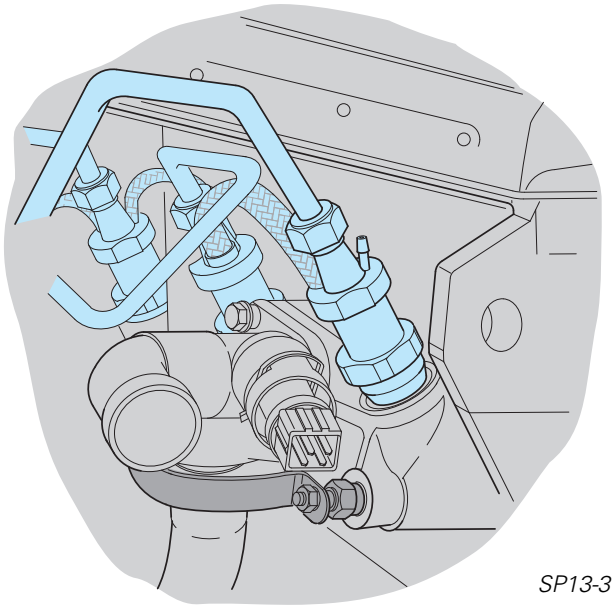
Ventil für Vollastanschlag N194

Das Ventil befindet sich an der Verteilereinspritzpumpe. Es ist beim Motorstart grundsätzlich ausgeschaltet (stromlos).
Nach erfolgtem Motorstart wird es ab einem Umgebungsluftdruck von unter 920 mbar (0,09 MPa) durch den Höhengeber gesteuert. Durch das Ventil wird in der Verteilereinspritzpumpe die Einspritzmenge reduziert, Schwarzrauch (erhöhte Emissionen) in der Höhe vermieden.
Bei fehlender Ansteuerung ist das Ventil als Notlauffunktion stromlos.



SP13-30

Einspritzdüsen



SP13-31

Aufgabe

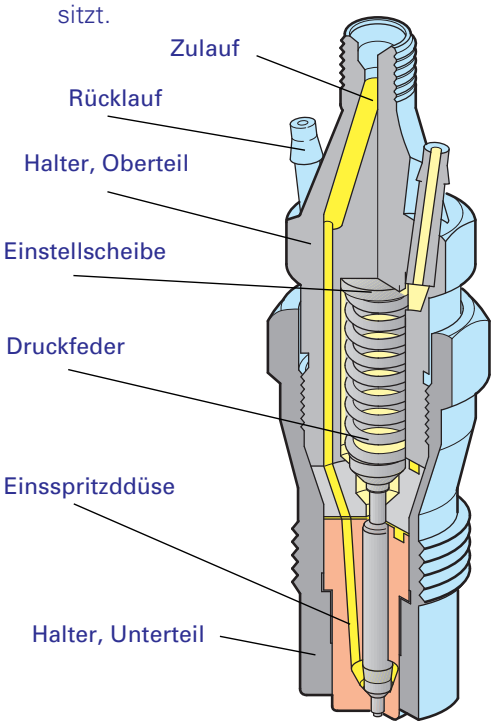
Zur wirksamen Verbrennung des Dieselkraftstoffes ist es erforderlich, ihn sehr fein zu zerstäuben, da er nicht wie Benzin verdampft und sich mit dem Luftsauerstoff vermischt.

Erst in der feinen Zerstäubung in Verbindung mit Wärme, die beim Vermischen der Luft in den Zylindern entsteht, wird eine schnelle und effektive Verbindung mit dem Luftsauerstoff erreicht.

Die feine Zerstäubung des Dieselkraftstoffes wird mit der Einspritzdüse vorgenommen. Jeder Zylinder hat eine Einspritzdüse, die im Düsenhalter sitzt.

Aufbau des Düsenhalters

Die Düsenhalterkombination besteht aus der Einspritzdüse, durch die der Kraftstoff in den Brennraum gespritzt wird, und dem zweiteiligen Halter, der die Düse federbelastet.



SP13-32

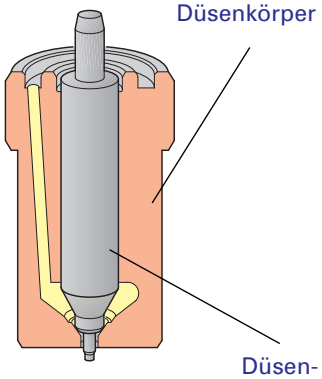
Düsenhalter - im Prinzip



Hinweis:
Einspritzdüsen sind auf den jeweiligen Motortyp abgestimmt. Bei Reparaturen ist das zu beachten.

Arbeitsweise der Einspritzdüse

Die Einspritzdüse ist eine Zapfendüse, wie sie bei Wirbelkammermotoren zum Einsatz kommt.
Im Düsenhalter befindet sich eine Druckfeder.
Diese ist mit Einstellscheiben so abgestimmt, daß bei Beaufschlagung mit dem Düsenöffnungsdruck von ca. 130 bar (13 MPa) die Düse öffnet und einspritzt. Der Einspritzdruck beträgt ca. 300 bar (30 MPa). Bei Druckabfall schließt die Düse, Kraftstoffffluß wird vollständig unterbunden.



SP13-33

Wartung der Einspritzdüsen

Wartung und Prüfung der Einspritzdüsen ist in jeder Werkstatt möglich. Sie sollten aber nur ausgebaut werden, wenn sie gewartet oder ausgewechselt werden müssen. Kraftstoffqualität und Betriebsweise des Motors bestimmen den Grad der Funktionsbeeinflussung, insbesondere das „Verkoken".
Das Spiel zwischen Düsennadel und Düsenring beträgt 2 bis 3 µm. Höchste Sauberkeit ist bei Wartungsarbeiten zwingend notwendig, um Funktionsfehler auszuschließen.

Prüfung der Einspritzdüsen

Für die Prüfung der Einspritzdüsen ist ein Prüfgerät, z.B. V.A.G 1322, erforderlich. Der Düsenöffnungsdruck kann mit Einstellscheiben eingestellt werden.
Defekte Einspritzdüsen verursachen folgende Störungen:

- Fehlzündungen
- Motor überhitzt
- Leistungsabfall des Motors
- übermäßiges schwarzes Abgas
- hoher Kraftstoffverbrauch
- Verstärkter Blaurauch beim Kaltstart.



SP13-34

Nicht akzeptabler Zapfenstrahl. Übermäßige „Schlierenbildung" weist auf schlechte Zerstäubung hin. Außerdem tritt an der Düsenspitze ein Kraftstofftropfen aus.



SP13-35

Akzeptabler Zapfenstrahl. Gut ausgebildeter Strahl mit guter Zerstäubung



Achtung!

- **Ein Düsen-Einspritzstrahl ist gefährlich.
  Bei der Prüfung von Einspritzdüsen ist darauf zu achten, daß der Kraftstoffstrahl nicht auf die Hände trifft, da der Kraftstoff durch den hohen Druck eindringt und schwere Verletzungen verursachen kann.**

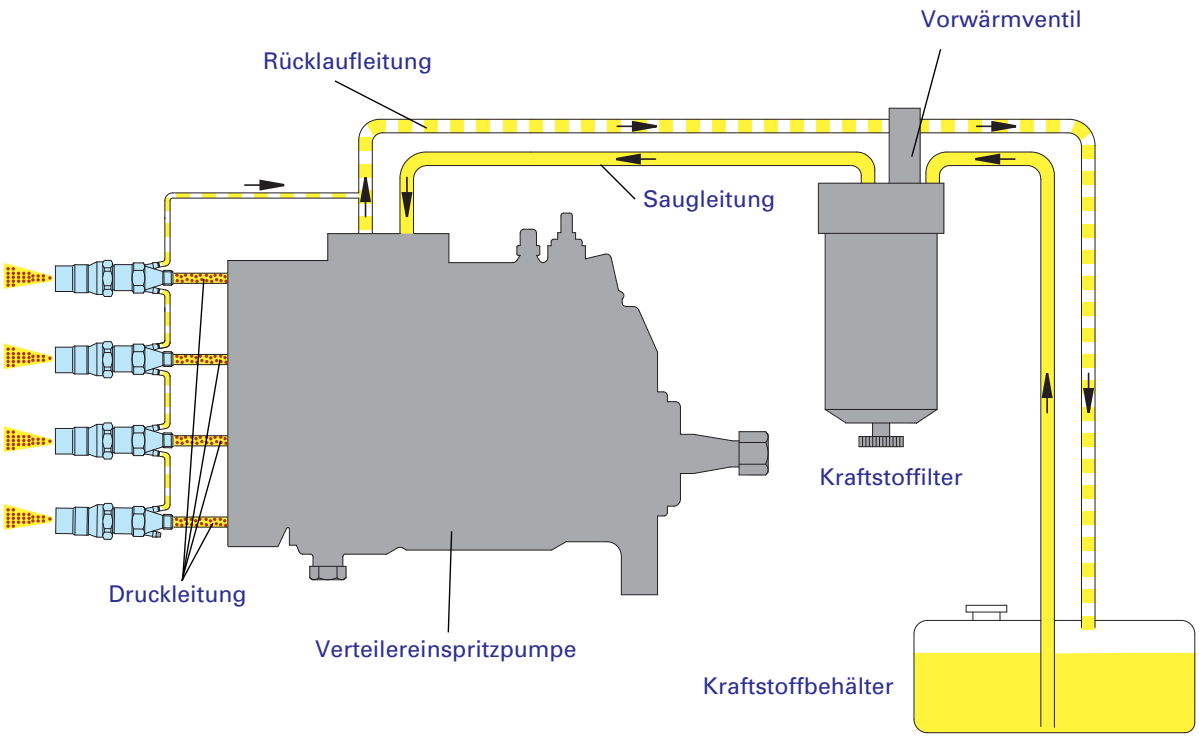
- **Der fein zerstäubte Strahl entzündet sich leicht.**

Dieselkraftstoffilter – Vorwärmung

Aufgabe

Dem Einsatz von Dieselkraftstoffen sind im Winterbetrieb natürliche Grenzen gesetzt.
Bei niedrigen Temperaturen kommt es nämlich zu Parafinausscheidungen im Dieselkraftstoff.
Diese durchfließen zwar meist ungehindert die Kraftstoffleitungen, verstopfen aber mit zunehmender Zeit den Kraftstoffilter, er „versulzt“, so daß der Motorbetrieb wegen Kraftstoffmangel nicht mehr möglich ist.

Bei den heute angebotenen Winter-Dieselkraftstoffen, die mit Additiven präpariert sind, liegt dieser Temperaturpunkt bei ca. -25 °C.
Bei noch niedrigeren Außentemperaturen bilden sich dann trotzdem Parafinkristalle.
Zusetzen von Normalbenzin verschiebt zwar diesen Temperaturpunkt, kann aber schon bei kleinsten Mengen zu Düsen- und Pumpenschäden führen.
Um optimale Bedingungen in den kalten Monaten im Kraftstoffsystem zu erreichen, wird deshalb der Kraftstoffilter erwärmt.



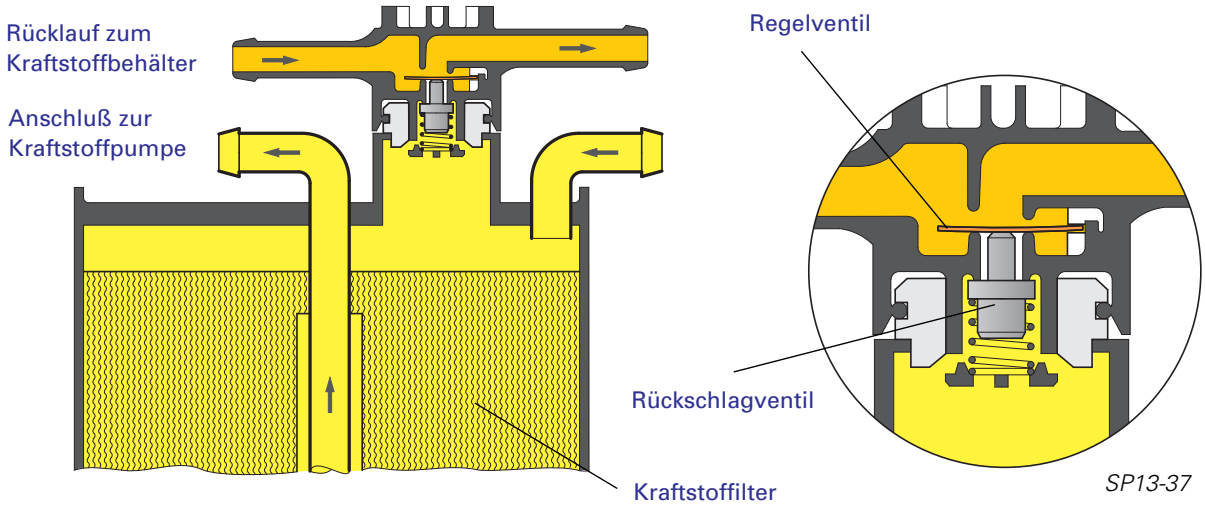
SP13-36

Schema der Vorwärmung

Arbeitsweise

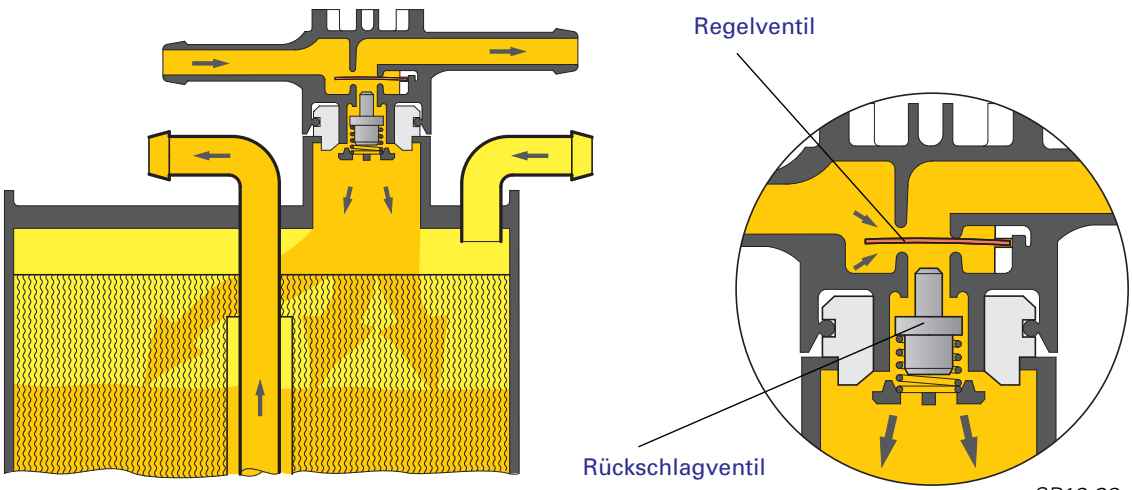
Von der Verteilereinspritzpumpe und den Einspritzventilen zurücklaufender Kraftstoff fließt nicht direkt, sondern über das Vorwärmventil im Kraftstoffilter zurück.
In Abhängigkeit von der Außentemperatur leitet das Vorwärmventil den in der Rücklaufleitung durch“Abwärme“ erwärmten Kraftstoff entweder direkt zum Kraftstoffbehälter oder führt ihn der Saugseite des Kraftstoffilters zu. Das „Versulzen“ des Kraftstoffilters wird so verhindert, entstandene Paraffinkristalle können mit zugeführter Wärme wieder abgebaut werden.

Vorwärmventil



SP13-37

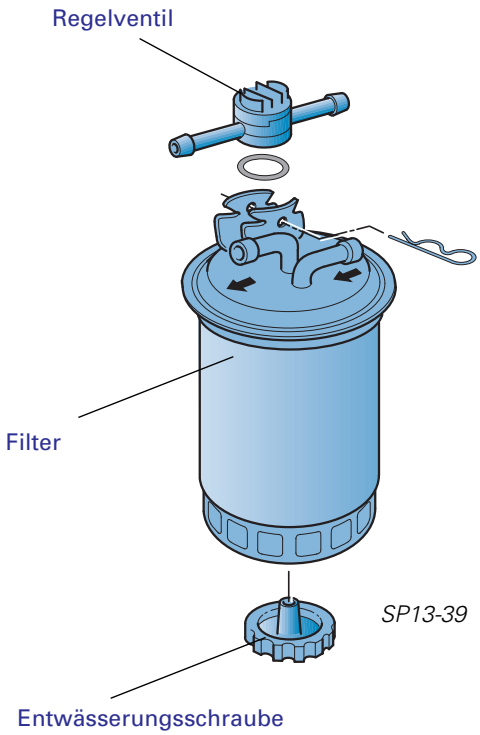
Der zurücklaufende Dieselkraftstoff nimmt von den Einspritzdüsen, der Kraftstoffpumpe und durch die Strahlungswärme des Motors Temperatur auf. Bei Temperaturen über 31°C befindet sich das Regelventil in Ruhelage, der Durchgang zum Filter ist geschlossen. Der Kraftstoff gelangt ohne Vorwärmung des Filters zum Kraftstoffbehälter zurück.



SP13-38

Bei Temperaturen unter 15 °C verringert das Regelventil den Rücklauf zum Kraftstoff-behälter, der Durchgang zum Filter ist geöffnet.
Der erwärmte Kraftstoff überdrückt das Rückschlagventil und wird erneut der Saugleitung des Kraftstoffilters zugeführt.
Bei Außentemperaturen unter 0 °C wäre ohne Rückschlagventill keine Selbstentlüftung gegeben, da die Luft nicht zum Kraftstoffbehälter verdrängt, sondern ständig erneut angesaugt werden würde.

Dieselkraftstoffilter



SP13-39

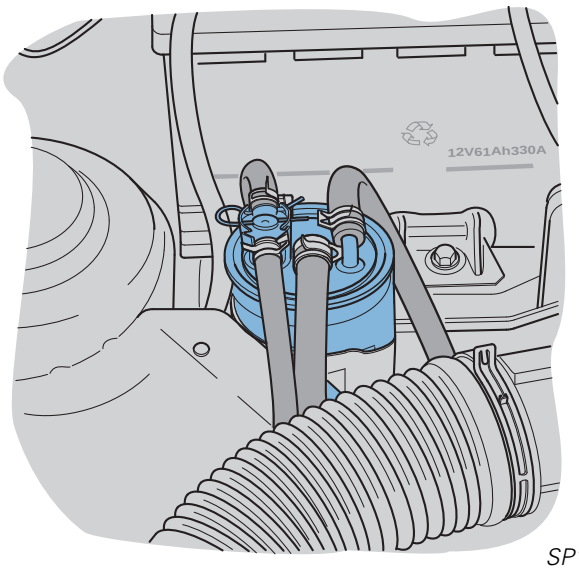
Die Teile der Verteilereinspritzpumpe und die Einspritzdüsen besitzen sehr feine Passungen.
Schon winzige, nahezu unsichtbare Schmutzpartikel können zur Verstopfung der Einspritzdüsen führen oder Beschädigungen von Teilen der Pumpe hervorrufen.
Auch Wasser – als Verunreinigung im Kraftstoff oder durch Kondenswasserbildung – ist ein Schädiger der Pumpe.

Deshalb muß der Kraftstoff unbedingt sauber sein.

Der Filter dient dazu, Verunreinigungen oder Wasser, die über den Dieselkraftstoff in die Pumpe gelangen können, fernzuhalten.
Er besitzt einen Wassersammelraum, das Wasser kann abgelassen werden.

Der Filter muß in vorgeschriebenen Zeitabständen ausgewechselt werden.

Der Filter ist im Motorraum rechts neben dem Federbeindom eingebaut.



SP13-40

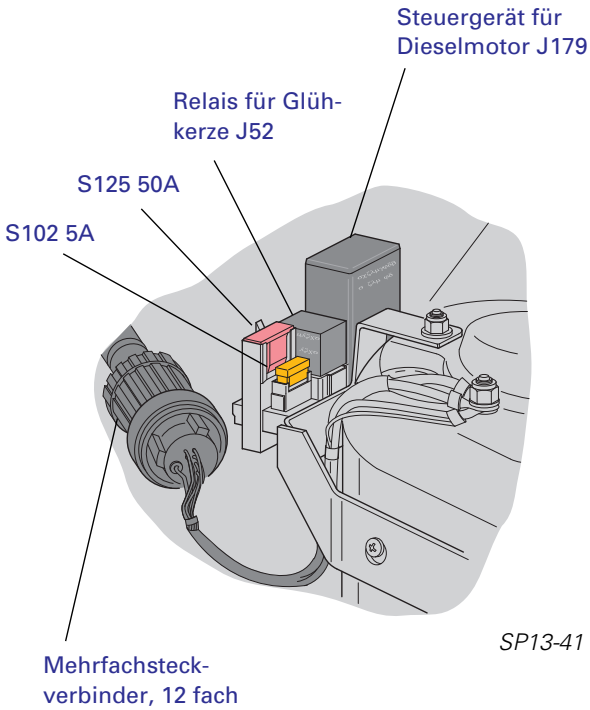


Hinweis:
Ein nicht rechtzeitig durchgeführter Filterwechsel kann zur Beschädigung der Verteilereinspritzpumpe führen. Sich im Laufe des Sommers ansammelndes Kondenswasser im Herbst ablassen.

Wichtig!
Ein neuer Filter sollte vor dem Einsetzen mit Kraftstoff gefüllt werden, um Ansaugen von Luft durch die Einspritzpumpe und damit Startprobleme zu vermeiden.

Stromversorgung/Steuergerät

Stromversorgung



SP13-41

Die für den Betrieb des Dieselmotors notwendigen elektrischen Bauteile sind in einer kompakten Baueinheit im Motorraum links, am Federbeindom angebracht.

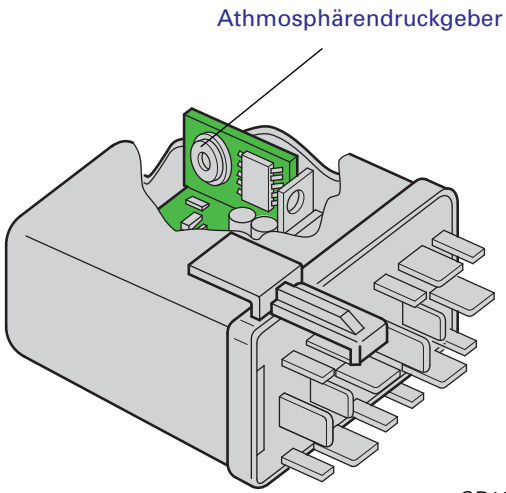
Der Anschluß dieser Baueinheit an das elektrische Bordnetz erfolgt über einen Mehrfachsteckverbinder 12–fach.

Stromversorgung und alle Steuer- und Informationsleitungen sind darin integriert.

Die Glühkerzen sind über die Zusatzsicherung S125, 50A abgesichert.
Die Magnetventile N18, N109 und N177 sind über die Zusatzsicherung S102, 5A abgesichert.

Eine Abdeckkappe schützt die gesamte Baueinheit vor Verschmutzung.

Steuergerät für Dieselmotor J179



SP13-42

Das Steuergerät ist über einen 18–fach Anschluß
mit der Stromversorgung,
mit Masse,
den Sensoren (Informationsgebern)
und Aktoren (Stellglieder) verbunden.

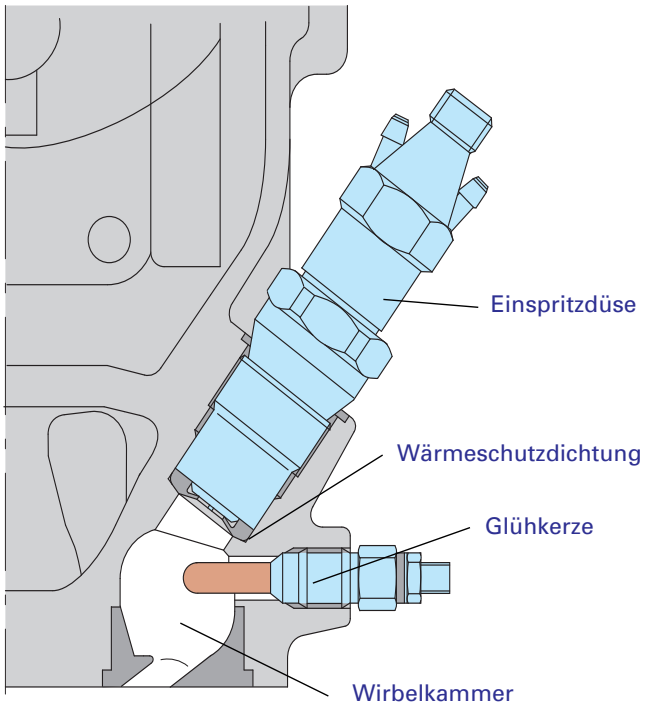
Im Steuergerät ist der Atmosphärendruckregler (für Höhenangleichung) integriert.

Aufgabe:
Das elektrische Steuergerät wertet alle Informationen der Sensoren aus und gibt die entsprechenden Signale zu den Aktoren.

Einspritzmenge, Einspritzbeginn und Abgasrückführung werden überwacht und geregelt.
Die Vorglühanlage wird gesteuert.

Vorglühanlage

Ein kalter Dieselmotor startet schwer.
Bei kaltem Motor wird die für die Selbstzündung des Kraftstoffes erforderliche Temperatur der verdichteten Luft nicht erreicht.
Deshalb hat der Dieselmotor ein Starthilfsmittel – die Glühkerze, die das Startverhalten verbessert.



Glühkerze – Funktionsprinzip

SP13-43

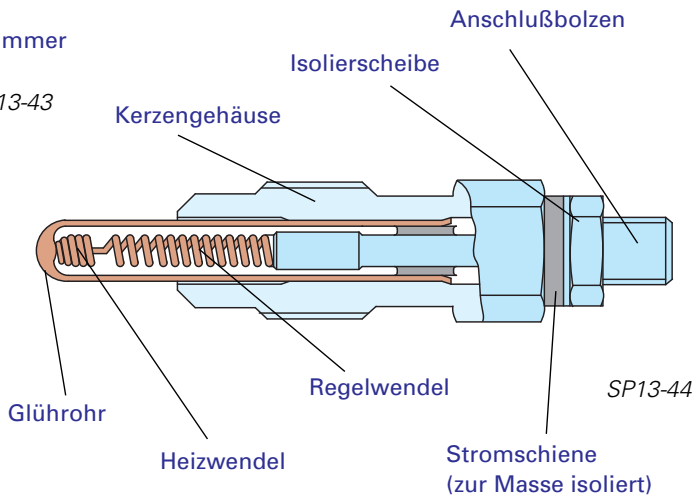
Die Glühkerze ragt in unmittelbarer Nähe der Einspritzdüse in die Wirbelkammer.
Ist die Glühkerze beheizt, ist sie ein heißer Punkt in der Wirbelkammer. Ein Teil des Kraftstoffes verdampft dort, das Gemisch entzündet sich.

Die Glühzeit der Glühkerze wird vom Steuergerät für Dieselmotor in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur gesteuert zum

- Vorglühen
- Bereitschaftsglühen
- Nachglühen.

Die Heizwendel ist masseseitig mit dem Glührohr an der Kuppe verschweißt, die Regelwendel ist mit dem Anschlußbolzen verbunden, über den die Verbindung zum Bordnetz plusseitig über die Stromschiene erfolgt.

Mit steigender Temperatur des Drahtes der Regelwendel steigt auch deren Widerstand.
Beim Einschalten der kalten Glühkerze fließt ein hoher Strom, mit zunehmender Temperatur nimmt der Strom ab.
Die Glühkerzenspannung ist ein Eingangssignal für das Steuergerät der Dieselpumpenelektronik.

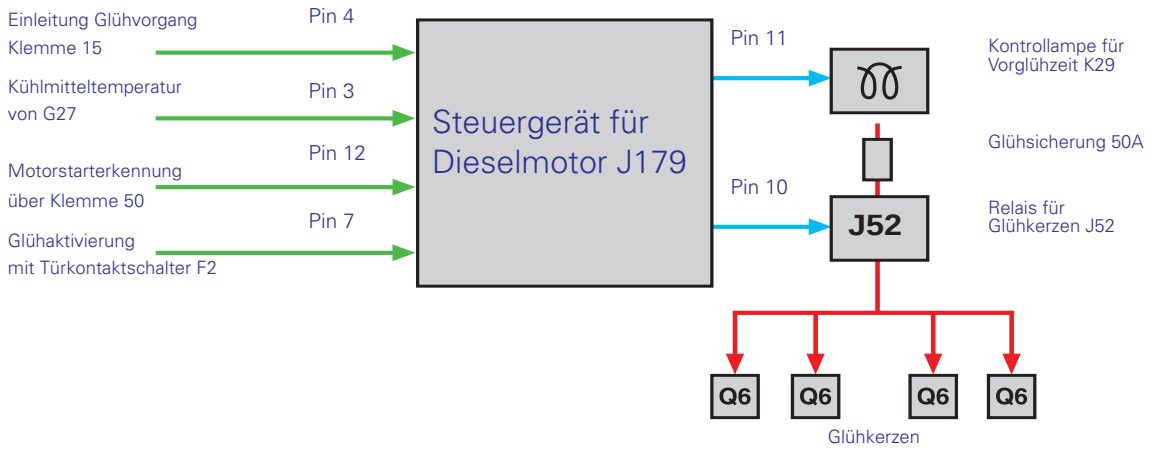


SP13-44



Hinweis:
Ähnlich wie beim Benzinmotor die Zündkerze, kann das Aussehen der Glühkerze zur Fehlersuche am Motor herangezogen werden, z.B. Ansammlung von Ruß kann auf Probleme an der Einspritzanlage deuten.
Die Wärmeschutzdichtung ist bei Düsenkontrollen zu erneuern, darf nicht vergessen werden. Sonst überhitzt die Düse.

Glühfunktionen



SP13-45

Vorglühen

Das Vorglühen erfolgt nur bei Kühlmitteltemperaturen kleiner 65 °C.
Das Steuergerät für Dieselmotor wird über den Türkontakt der Fahrerseite aktiviert:

Kühlmitteltemperatur kleiner	0 °C	=	Glühaktivierung mit Türkontakt (2 mal möglich)
Kühlmitteltemperatur größer	0 °C	=	Glühaktivierung mit Türkontakt (1 mal möglich)
Kühlmitteltemperatur größer	65 °C	=	keine Glühaktivierung

Nach erfolgter Glühaktivierung mit Türkontakt verhindert eine Wiederholsperre weitere Aktivierungen über den Türkontakt.
Der Glühvorgang selbst wird mit dem Zündanlaßschloß (Klemme 15) eingeleitet. Nach einem erfolgten Fahrzyklus wird die Wiederholsperre aufgehoben, die Aktivierung über den Türkontakt ist wieder möglich. Die Dauer der Vorglühzeit ist abhängig von der Kühlmitteltemperatur (+65 °C bis -20 °C).
Sie beträgt zwischen 0 und 8 Sekunden.
Der Fahrer wird vom Vorglühen durch eine Kontrollampe in der Instrumententafel informiert.
Während dieser Zeit sollte noch nicht gestartet werden, erst wenn die Glühanzeige erlischt.

Bereitschaftsglühen

An das Vorglühen schließt sich das Bereitschaftsglühen an. Das ist der Zeitraum zwischen dem Erlöschen der Glühanzeige und dem Motorstart.

10 Sek. Bereitschaftsglühen bei Aktivierung mit Klemme 15
20 Sek. Bereitschaftsglühen bei Aktivierung mit Türkontaktschalter

Damit hat der Fahrer einen Spielraum zum Starten des Motors. Wenn während des Bereitschaftsglühens ein Start erfolgt, wird das Relais für Glühkerze zum Nachglühen bestromt. Erfolgt kein Start, bleibt es stromlos.

Nachglühen

Dem Bereitschaftsglühen folgt nach dem Motorstart die Nachglühphase.
Der Motorstart wird über die Klemme 50 des Anlassers vom Steuergerät erkannt.
Die Nachglühphase beträgt maximal 180 Sek. oder bis die Kühlmitteltemperatur +65 °C überschreitet.
Dadurch werden die Verbrennungsgeräusche gemindert, die Leerlaufqualität verbessert und die Kohlenwasserstoffemission durch effizientere Verbrennung bereits kurz nach dem Start verringert.

Abgasreinigung

Der ökologische Zwang nach geringster Umweltbelastung erfordert ein hohes Maß an konstruktivem Aufwand und umfangreiche Abstimmungsarbeiten.
Dabei sind oft gegensätzliche Forderungen, wie geringer Stickoxidausstoß und hohe Motorleistung, zu vereinen.
Der 1,9 l-Saugdiesel erfüllt die von der Europäischen Union für 1996 vorgesehenen Abgasgrenzwerte.

Schadstoffe im Abgas vom Dieselmotor

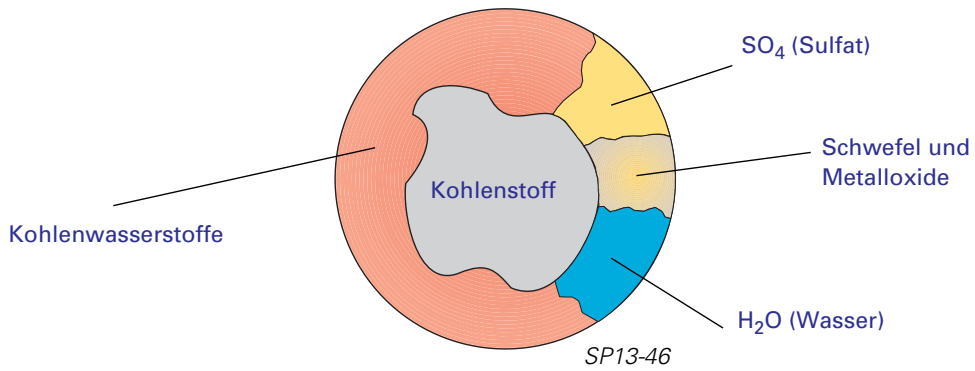
Im Abgas von Dieselmotoren hauptsächlich vorkommende Schadstoffe sind

- Kohlenmonoxid (CO)
- gasförmige Kohlenwasserstoffe (HC)
- Partikel (teilchenförmige Emissionen)
- Stickoxide (NO_x)

In geringem Maße fallen auch noch andere schädliche Komponenten an, wie z.B. Schwefelverbindungen.

Kohlenmonoxid, Partikel und Kohlenwasserstoffe im Abgas entstehen vorwiegend durch unvollständige Verbrennung des Kraftstoffes.
Stickoxide bilden sich bei hohen Verbrennungstemperaturen und ausreichendem Luftüberschuß.

CO, HC, und NO_x sind die auch beim Benzinmotor bekannten Schadstoffe.
Die teilchenförmigen Emissionen, die sogenannten Partikel, werden allgemein mit Ruß bezeichnet.
Sie bestehen im Kern aus reinem Kohlenstoff, an dem sich im Abgasstrom verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen, Metalloxide und Schwefel ablagern.



Schematische Zusammensetzung von Dieselpartikeln

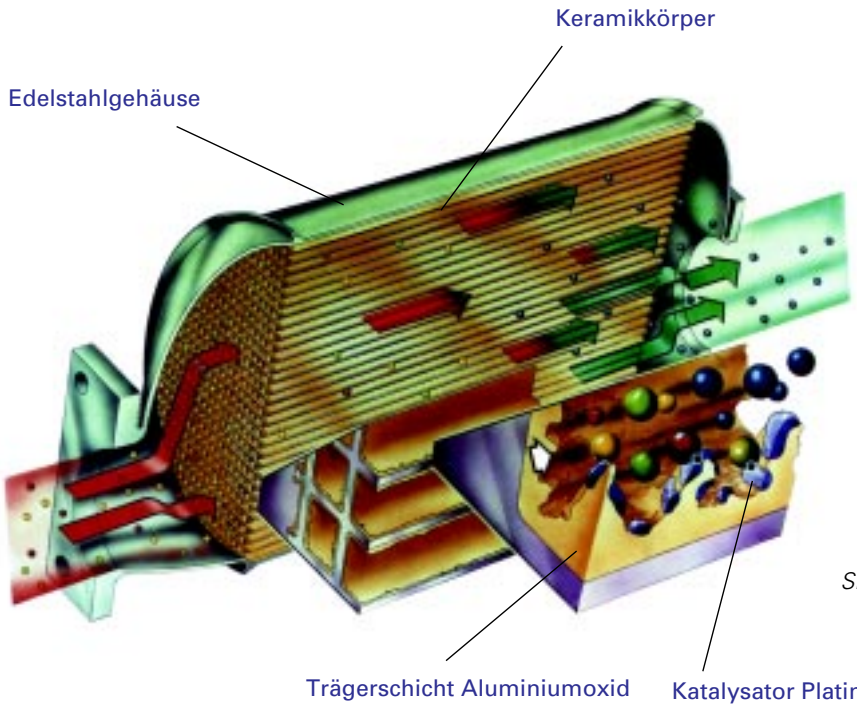
Minimierung der Dieselpartikel

Zur Minimierung der Dieselpartikel (Rußwerte) wird bei einem Atmosphärendruck von unter 920 mbar (0,092 MPa) die Einspritzmenge reduziert (Ventil für Vollastanschlag N194).
Beim Motorstart wird das Ventil grundsätzlich ausgeschaltet (Ventil stromlos).
Nach erfolgtem Motorstart wird das Ventil luftdruckabhängig gesteuert (on/off).

Oxidationskatalysator

Weil Dieselmotoren prinzipbedingt mit Luftüberschuß betrieben werden, eignen sie sich nicht für die Anwendung des geregelten Abgasreinigungssystems, wie es beim Benzinmotor verwendet wird.

In Verbindung mit dem Saugdieselmotor kommt daher der speziell für Dieselmotoren entwickelte Oxidationskatalysator zum Einsatz.
Der grundsätzliche Aufbau ist identisch mit dem von Benzinmotor bekannten 3–Wege–Katalysator, er unterscheidet sich aber in der Zusammensetzung der Edelmetallbeschichtung.



Auf der Aluminiumoxidträgerschicht ist der eigentliche Katalysator – Platin – aufgedampft.
(Katalysator – ein Stoff, der eine chemische Reaktion fördert oder hemmt ohne sich selbst zu verändern).

Im Oxidationskatalysator werden etwa 80 % der nicht oder nur teilweise verbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) in Wasserdampf und Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt.

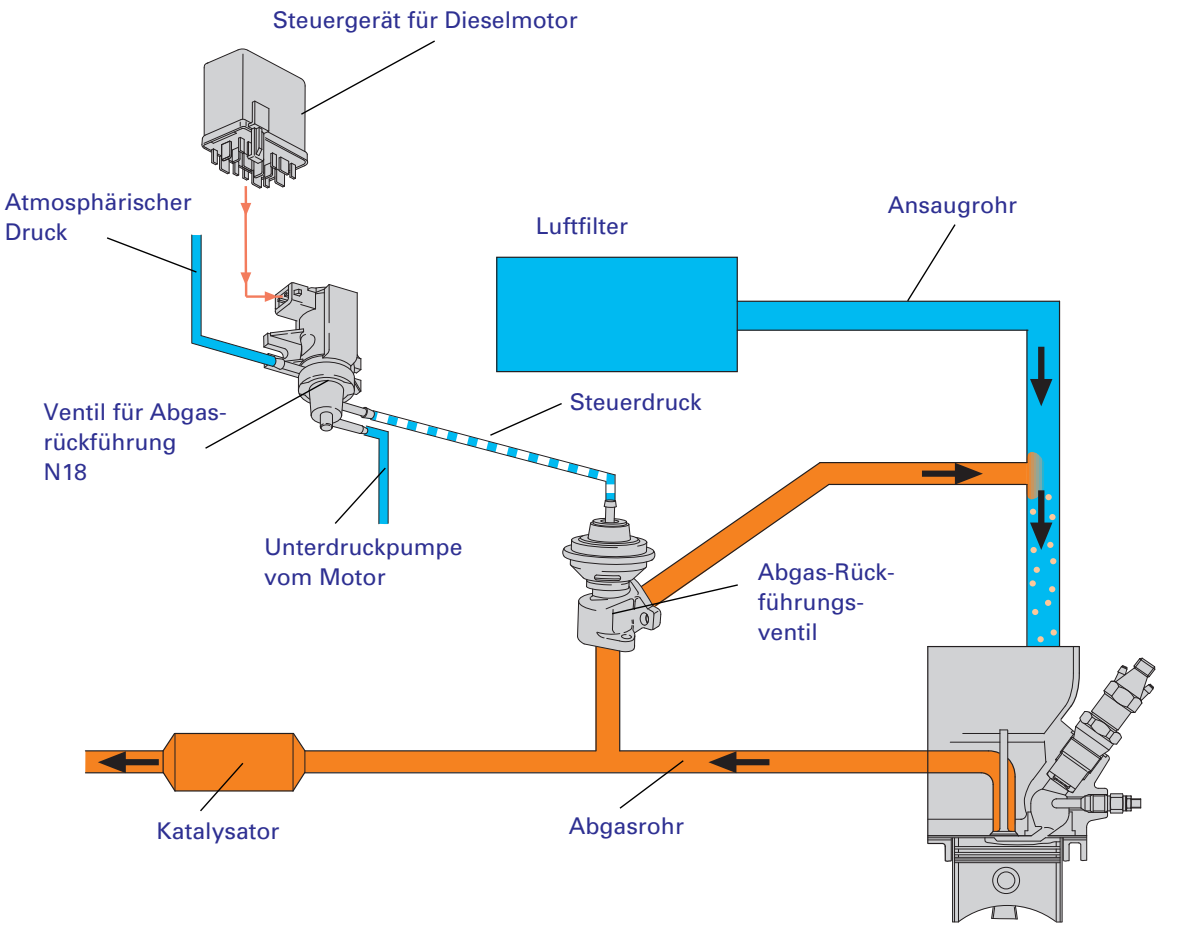
Aus giftigem Kohlenmonoxid (CO) wird Kohlendioxid (CO_2).

Stickoxide (NO_x) können wegen des beim Dieselverfahren notwendigen Luftüberschusses und des damit hohen Sauerstoffanteiles im Abgas nicht mit einem Katalysator reduziert werden.
Zur Verringerung der Stickoxide wird eine Abgasrückführung verwendet.

Abgasrückführung

Die Abgasrückführung ist eine zusätzliche konstruktive Maßnahme zur Verminderung von Stickoxiden im Abgas des Dieselmotors, die im Oxidationskatalysator nicht gebunden werden.

Schema der Abgasrückführung

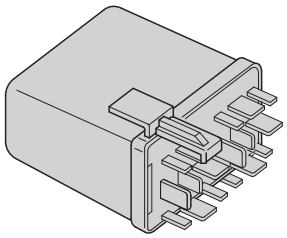


SP13-48

Stickoxid (NO_x) ist eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff und bildet sich bei hohen Verbrennungstemperaturen und hohem Sauerstoffüberschuß.
Zur Senkung des Sauerstoffgehaltes im Brennraum wird ein Teil der Abgase der angesaugten Frischluft beigemischt.
Damit sinkt die Emission von Stickoxiden.
Bei bestimmten Betriebszuständen steigt allerdings der Partikelausstoß.
Die Beimischung der rückgeführten Abgasmenge ist deshalb exakt abgestimmt.

Nach erfolgtem Motorstart wird der aktive Abgasrückführungsbereich drehzahlabhängig und nach Atmosphärendruck begrenzt. Innerhalb des aktiven Abgasrückführungsbereiches wird das Ventil für Abgasrückführung N18 lastabhängig gesteuert.

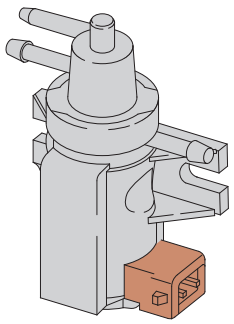
Abgasrückführung			
ein	bei Motordrehzahl	>	825 1/min
aus	bei Motordrehzahl	>	3200 1/min
aus	bei Atmosphärendruck (Höhenanpassung)	<	0,092 MPa (920 mbar)



SP13-49

Steuergerät für Dieselmotor

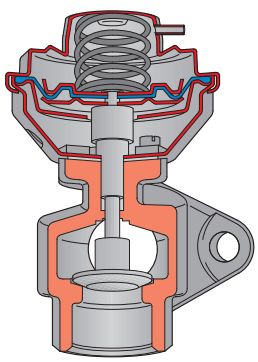
Innerhalb des aktiven Abgasrückführungsbereichs wird die Abgasrückführungsrate lastabhängig nach Kennfeld gesteuert.
Wird während der Abgasrückführung eine definierte Laständerung pro Zeit erkannt, so wird die Abgasrückführung unterbrochen.



SP13-50

Ventil für Abgasrückführung N18

Das Ventil N18 ist ein elektro-pneumatisches Umschaltventil. Es steuert mit den Signalen des Steuergerätes für Dieselmotor den Steuerunterdruck für das Abgas-Rückführungsventil.
Es wird von der Unterdruckpumpe des Motors versorgt und durch Signale vom Steuergerät für Dieselmotor geöffnet.
Das Tastverhältnis dieser lastabhängigen Signale bestimmt den Unterdruck, der zum Abgas-Rückführungsventil gelangt.



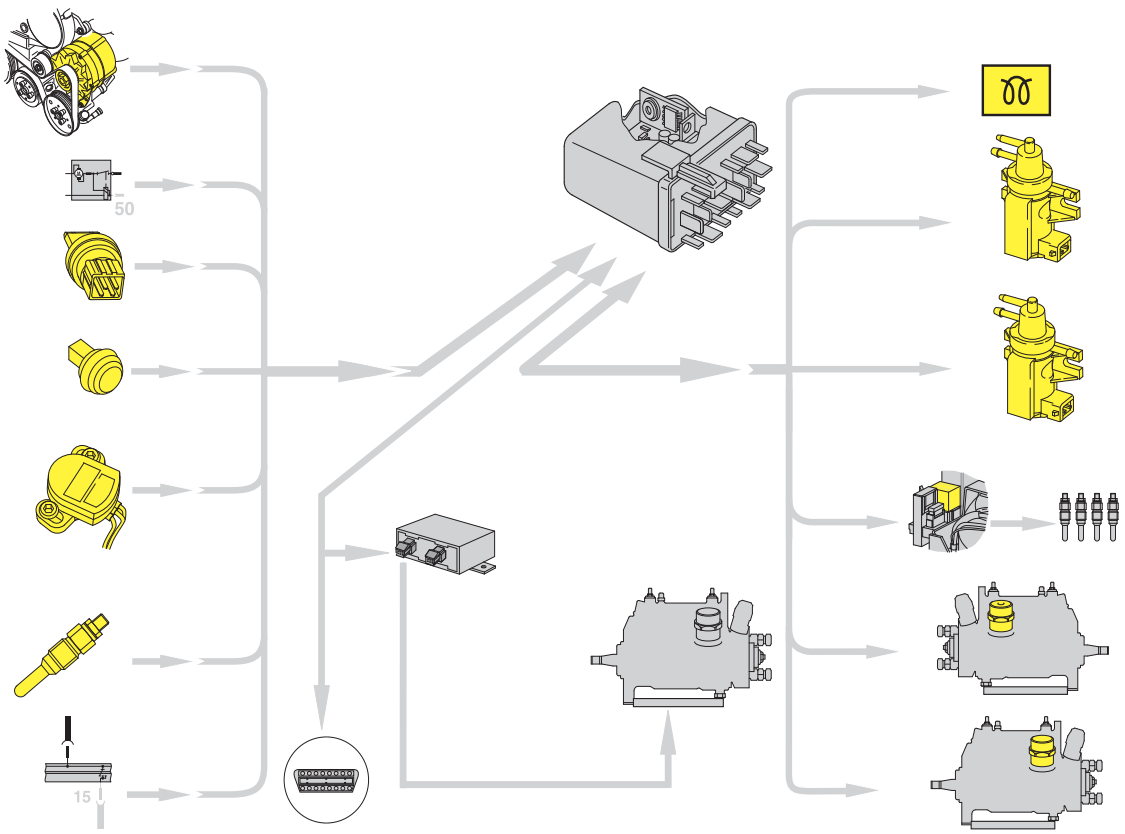
SP13-51

Abgas-Rückführungsventil

Das Abgas-Rückführungsventil arbeitet pneumatisch-mechanisch. Es sitzt in einem Verbindungskanal zwischen dem Abgas- und dem Ansaugrohr.
Wenn es mit dem während des Motorlaufs erzeugten Unterdruck beaufschlagt wird, öffnet es und läßt Abgas in das Ansaugrohr gelangen.

Fehlererkennung

Das Steuergerät für die Diesel-Einspritzanlage ist mit einem Fehlerspeicher ausgestattet.
Alle farbigen Sensoren/Aktoren werden überwacht.
Treten Störungen auf, werden diese als Fehlercodes mit Angaben der Fehlerart gespeichert.



SP13-52

Umfang der Stellglieddiagnose:

- **Ventil für Abgasrückführung N18**
- **Kontrollampe für Vorglühzeit K29**
- **Relais für Glühkerzen J52**
- **Ventil für Vollastanschlag N194**
- **Ventil für Leerlaufdrehzahlanhebung N177**
- **Ventil für Einspritzbeginn N108**

Umfang des Meßwertblockes:

- **Motordrehzahl**
- **Spannung in Volt vom Potentiometer für Lastsignal**
- **Kühlmitteltemperatur**

Ersatzwerte

Wenn erkannt wird, daß das Sensorsignal Motordrehzahl fehlt oder Fehlererkennung des Potentiometers für Lastsignal vorliegt, werden folgende Stellglieder auf Notlauffunktion geschaltet:

- **Ventil für Abgasrückführung N18 = stromlos**
- **Ventil für Leerlaufdrehzahlanhebung N177 = stromlos, aber aktiv**
- **Ventil für Einspritzbeginn N108 = stromlos**
- **Ventil für Vollastanschlag N194 = stromlos**

Die Funktionsfähigkeit des Fahrzeuges wird damit sichergestellt.

Schnelle Datenübertragung mit dem Fahrzeugsystemtester V.A.G 1552

Nach Anschluß des V.A.G 1552 an den 16-fach Diagnoseanschluß ist das zu prüfende System (Adreßwort) anzuwählen.
Anwahl mit **„41“= Dieselpumpenelektronik**

Bei Fahrzeugen mit Transponder-Wegfahrsicherung führt die Datenleitung vom Steuergerät Dieselmotor über das Steuergerät Wegfahrsicherung zum Diagnoseanschluß.



Hinweis:
Bei Fehlerbehebungen/ Arbeiten am Fahrzeug als erste Arbeit Fehlerspeicher abfragen!



SP13-53

Folgende Diagnosefunktionen sind möglich:

Funktion 02	-	Fehlerspeicher abfragen
Funktion 03	-	Stellglieddiagnose
Funktion 05	-	Fehlerspeicher löschen
Funktion 06	-	Ausgabe beenden
Funktion 08	-	Meßwertblock lesen

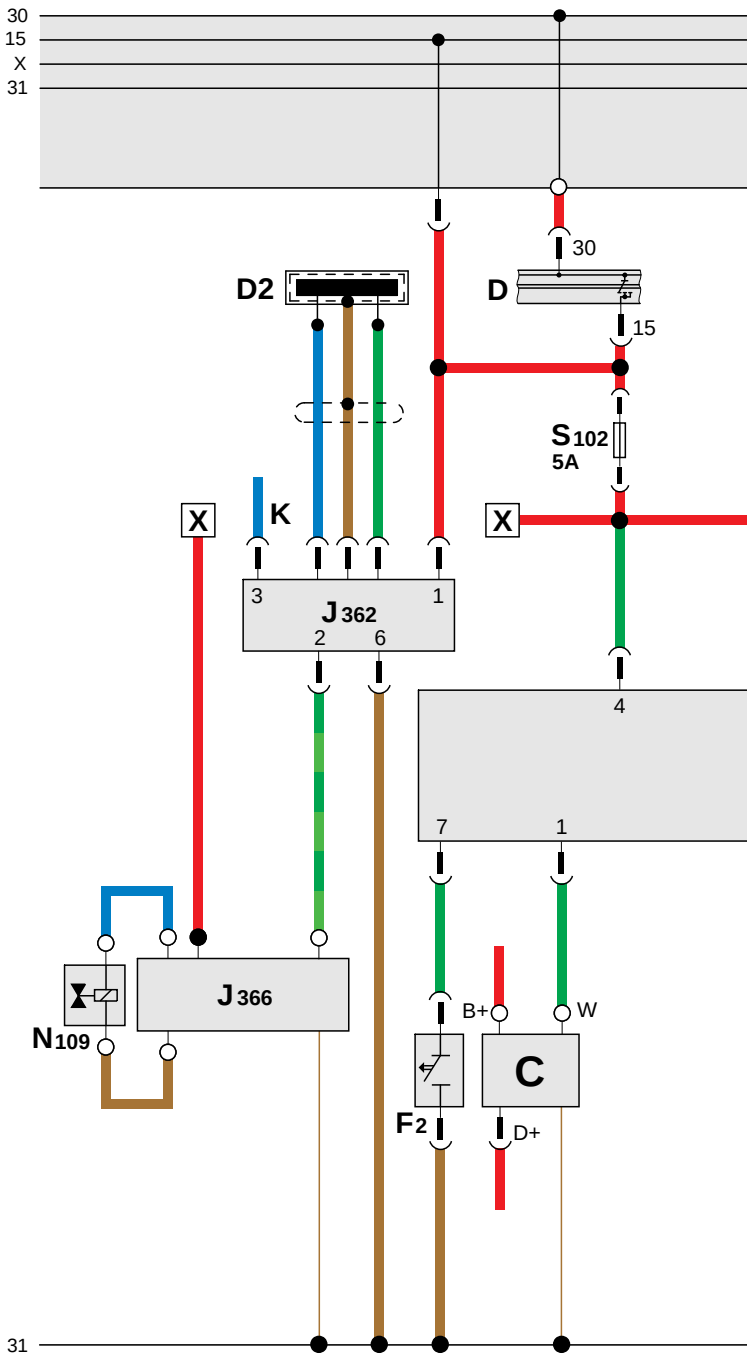
Die genaue Vorgehensweise zur Eigendiagnose ist dem Reparaturleitfaden Diesel-Einspritz- und Vorglühanlage zu entnehmen.
Das Fehlerauslesegerät V.A.G 1551 ist zur Eigendiagnose gleichfalls geeignet.

Funktionsplan

Der Funktionsplan stellt einen vereinfachten Stromlaufplan dar und zeigt die Verknüpfung aller Systembauteile der Motorsteuerung.

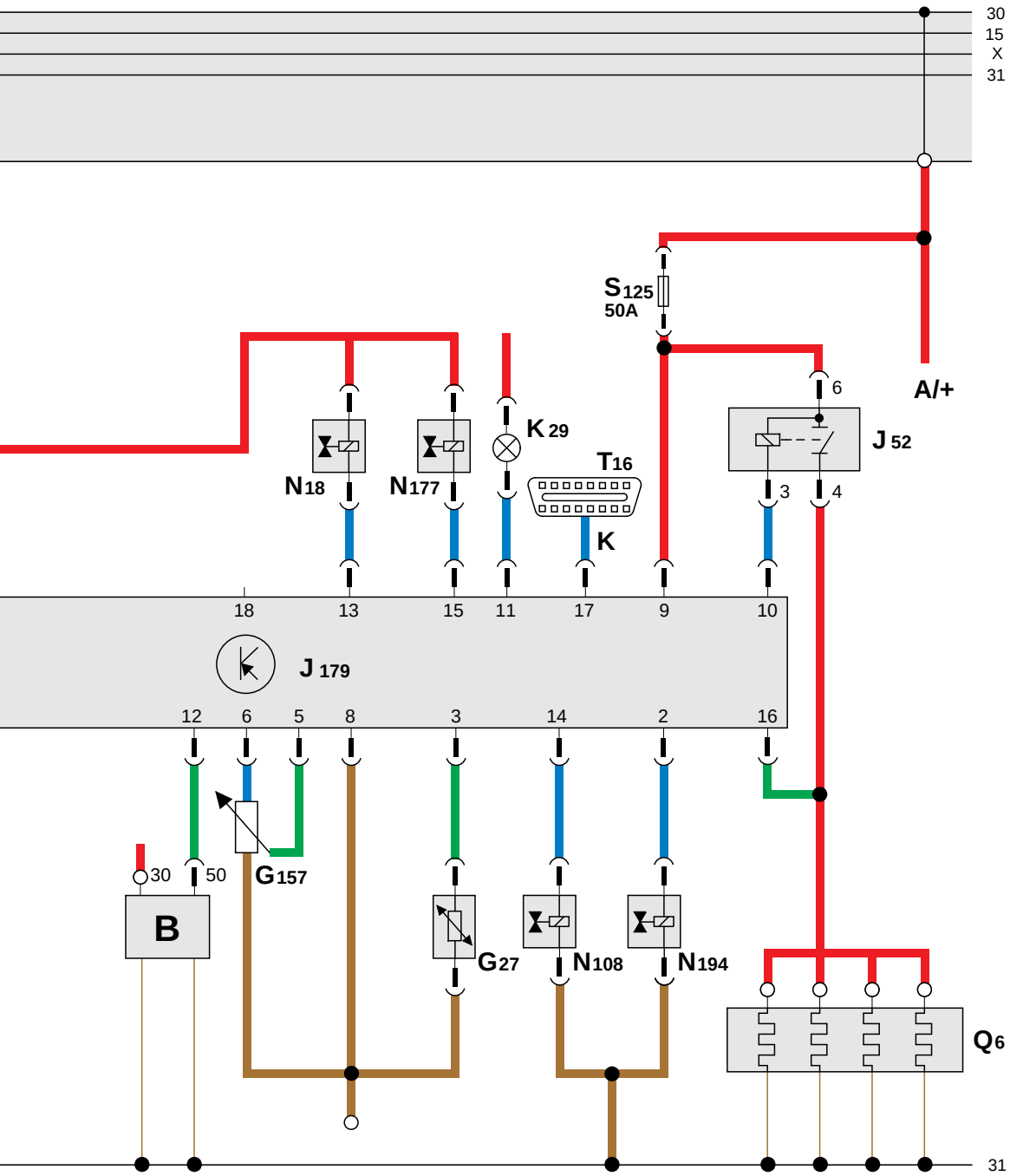
Bauteile

A	-	Batterie
B	-	Anlasser
C	-	Drehstromgenerator
D	-	Zündanlaßschalter
D2	-	Lesespule
F2	-	Türkontaktschalter
G27	-	Geber für Kühlmittel-temperatur
G157	-	Potentiometer für Lastsignal
J52	-	Relais für Glühkerzen
J362	-	Steuergerät für Wegfahr-sicherung
J366	-	Steuergerät für Kraftstoff-abschaltventil
J179	-	Steuergerät für Dieselmotor
K 29	-	Kontrollampe für Vorglühzeit
N18	-	Ventil für Abgasrückführung
N108	-	Ventil für Einspritzbeginn
N109	-	Kraftstoffabschaltventil
N177	-	Ventil für Leerlaufdrehzahl-anhebung
N194	-	Ventil für Vollastanschlag
Q6	-	Glühkerzen
S102	-	Zusatzsicherung 5A im Motorraum
S125	-	Zusatzsicherung 50A im Motorraum
T16	-	Diagnoseanschluß



Farbcodierung

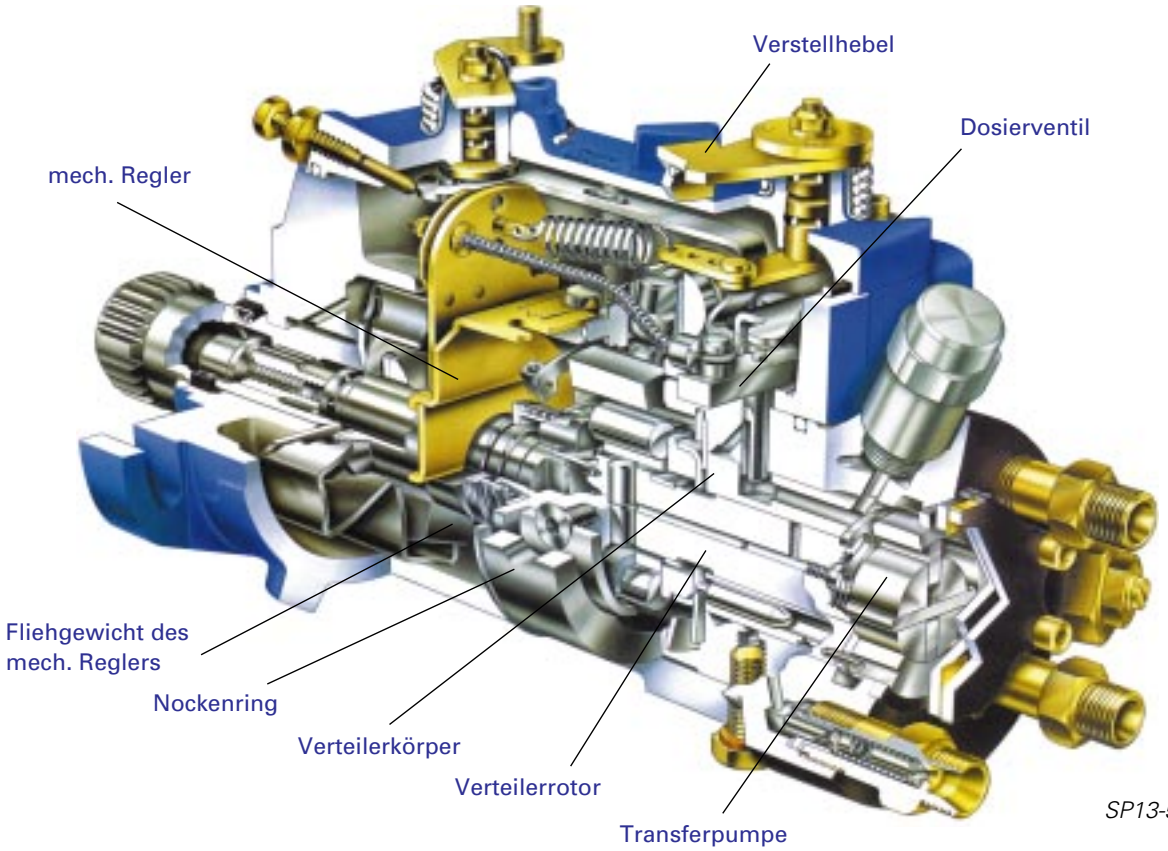
- Ausgangssignal
- Eingangssignal
- Plus
- Masse


30
15
X
31
S125
50A
A/+
6
J 52
3
4
K 29
T16
K
N18
N177
18
13
15
11
17
9
10
J 179
12
6
5
8
3
14
2
16
30
50
B
G157
G27
N108
N194
Q6
31

SP13-54

Funktion Einspritzpumpe

Die Einspritzpumpe Lucas Typ DPC ist eine Verteilereinspritzpumpe.
Sie hat Eigenschmierung durch den Dieselkraftstoff und Selbstentlüftung.
Der Dieselkraftstoff füllt während des Betriebes die Pumpe vollständig aus.



SP13-55

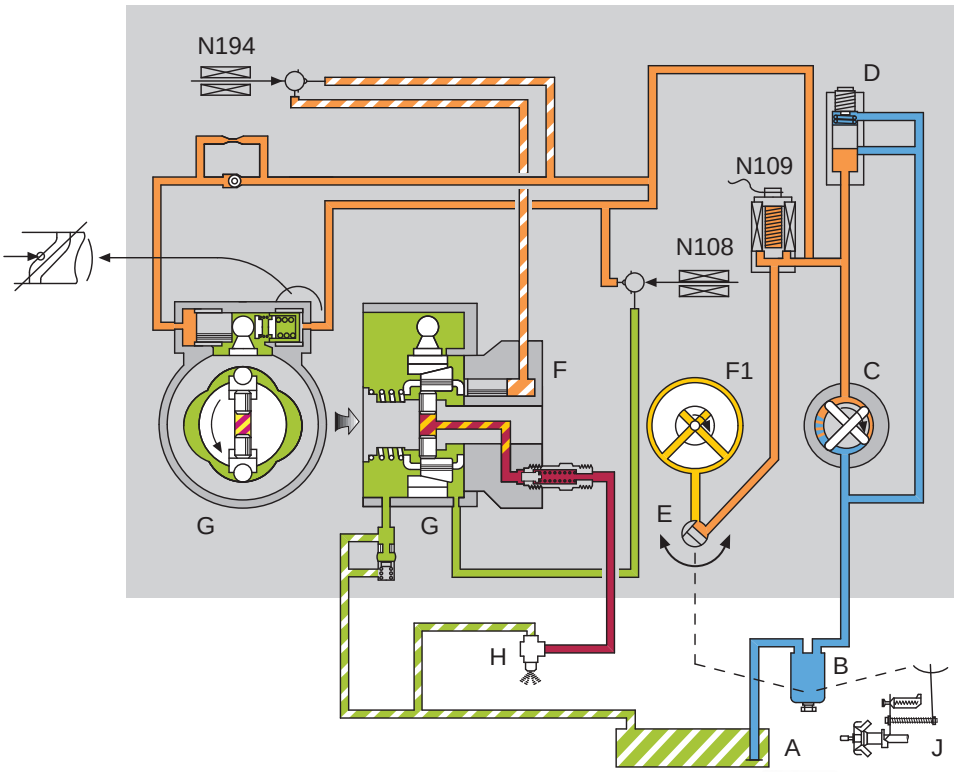
Aufgabe:

- Genaue Zumessung des Dieselkraftstoffes entsprechend dem Leistungsbedarf des Motors (Starten, progressive Last, Vollast, Höhenanpassung).
- Einspritzen des Kraftstoffes unter hohem Druck in den Brennraum zum richtigen Zeitpunkt, bezogen auf die Stellung der Kurbelwelle.
- Kontrolle der Motordrehzahl unabhängig vom Lastzustand (durch mechanischen Regler, arbeitet als Fliehkraftregler).

Funktionsweise:

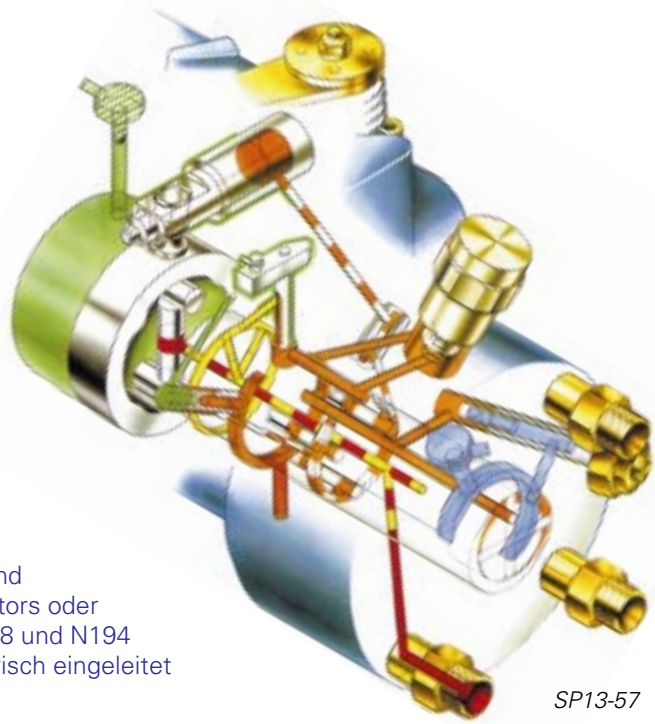
Die Pumpe arbeitet mit der Pumpenmechanik des Innennockenringes.
Die Kraftstofförderpumpe (Transferpumpe) ist Bestandteil der Pumpe. Sie fördert den Kraftstoff vom Kraftstoffbehälter durch den Filter.
Über ein Dosierventil, das mit dem Verstellhebel und dem mechanischen Regler verbunden ist, gelangt der Kraftstoff in den Verteilerkörper. Der Verteilerkörper beinhaltet zwei gegenüberliegend angeordnete Kolben, die mit den Rollen einen Zusammenbau bilden, der innerhalb des Nokkenrings rotiert.
Der Verlauf des Kraftstoff-Einspritzbeginns sowie des Einspritzendes werden durch das Nockenprofil bestimmt (Automatischer Spritzversteller).
Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird durch Durchlässe im Verteilerkörper auf die entsprechenden Zylinder verteilt. Ein Rückfluß aus den Hochdruckleitungen wird durch die Druckventile in den Hochdruckauslässen verhindert.

Kraftstoffkreislauf zur Funktionsweise



SP13-56

A - Kraftstoffbehälter
B - Filter
C - Transferpumpe
D - Transferdruckregelventil
E - Dosierventil
F - Verteilerkörper
F1 - Füllung Verteilerkörper
G - Automatischer Spritzversteller im Verteilerkörper (Nockenring)
H - Einspritzdüse
J - Regler
N108 - Ventil für Einspritzbeginn
N109 - Kraftstoffabschaltventil
N194 - Ventil für Vollastanschlag (Höhenangleichung)



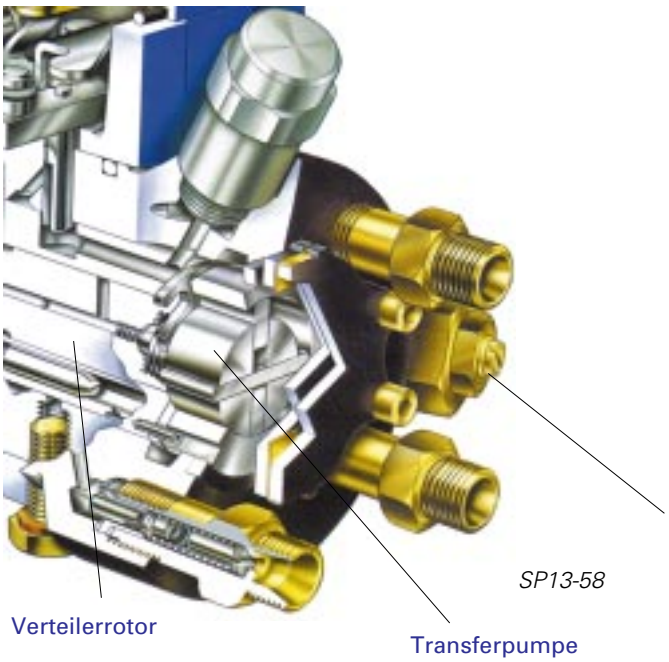
SP13-57

Eine dosierte Kraftstoffzumessung entsprechend den anliegenden Betriebsbedingungen des Motors oder die Höhenanpassung wird über die Ventile N108 und N194 durch das Steuergerät für Dieselmotoren elektrisch eingeleitet und in der Pumpe hydraulisch umgesetzt.

Funktion Einspritzpumpe

Die Kraftstofförderpumpe = Transferpumpe

Im Gegensatz zu den Benzinmotoren, wo die Kraftstofförderpumpe separat am Motor oder im Kraftstoffbehälter sitzt, ist die Kraftstofförderpumpe beim Dieselmotor Bestandteil der Verteilereinspritzpumpe.



SP13-58

Die Transferpumpe arbeitet wie eine Flügelzellenpumpe.
Sie besteht aus
– dem exzentrischen Stator
– dem Rotor, der mit dem Verteilerrotor verschraubt ist und
– zwei starren, im Winkel von 90° angeordneten Transferblättern.

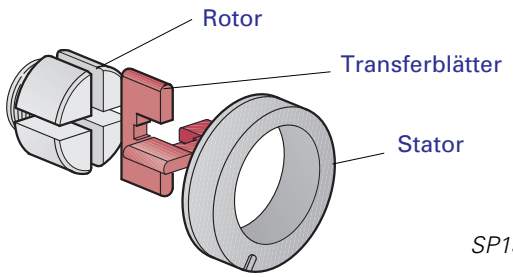
Der Kraftstoff tritt mit Fülldruck von 1 bar (0,1 MPa) in die Pumpe ein. In der Pumpe wird der Fülldruck auf den sogenannten Transferdruck auf ca. 6 bar (0,6 MPa) erhöht.

Die starren Transferblätter sind in den Nuten des Rotors frei verschiebbar und gleiten auf der exzentrischen Innenbahn des Stators. Durch die Drehung des Rotors und die sich verschiebenden Transferblätter ensteht der Fördereffekt (Raum verengt sich, Druck entsteht).

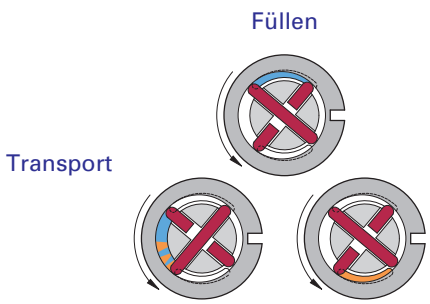
Die Fördermenge der Transferpumpe wird durch die Drehzahl bestimmt, mit der die Pumpe umläuft.
Da die Transferpumpe vom Verteilerrotor angetrieben wird, ist ihre Fördermenge direkt proportional zur Motordrehzahl.

Der entstehende Druck wird geregelt durch ein eingestelltes Ventil – Transferdruckregelventil –.

Der Transferdruck ist zuständig für das Füllen und Verdrehen des Nokkenringes zur Spritzverstellung.



SP13-59



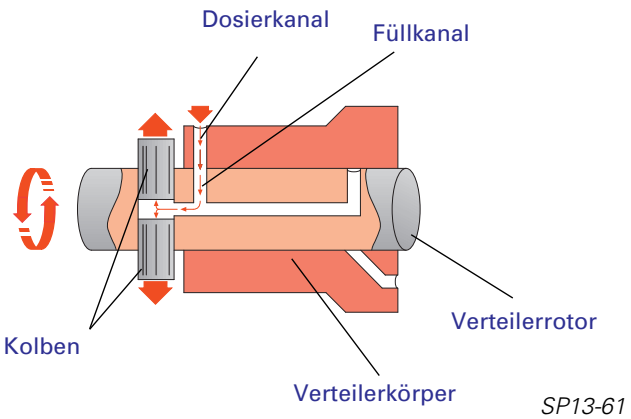
SP13-60

Füllen und Einspritzen des Kraftstoffes

Zur Erzeugung des Einspritzdruckes hat die Verteilereinspritzpumpe nur ein Pumpenelement für alle vier Zylinder. Jede Menge Kraftstoff, die eingespritzt wird, ist dadurch für jeden Zylinder gleich. Dieses Pumpenelement besteht aus zwei gegenüberliegenden Kolben. Es ist im Verteilerrotor eingebaut. Dieser dreht sich im feststehenden Verteilerkörper.

Jeder Kolben hat über eine Baugruppe – bestehend aus Rolle und Rollenschuh – mit der Innenbahn des Nockenringes Berührung.
Die Nockeninnenbahn hat für jeden Zylinder einen Nocken.

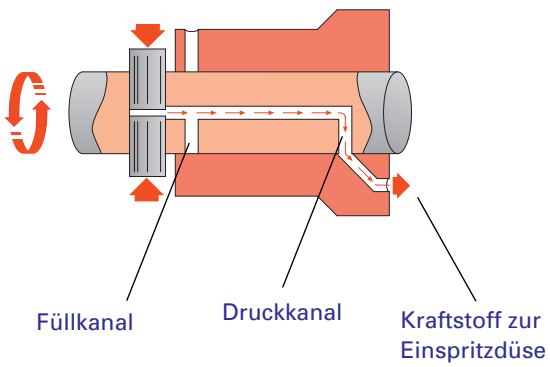
Erste Phase: F ü l l e n



SP13-61

Ein Füllkanal des Verteilerrotors befindet sich gegenüber dem Dosierkanal. Der unter Dosierdruck stehende Kraftstoff dringt in den Rotor ein und drückt die beiden Kolben auseinander.

Zweite Phase: E i n s p r i t z e n



SP13-62

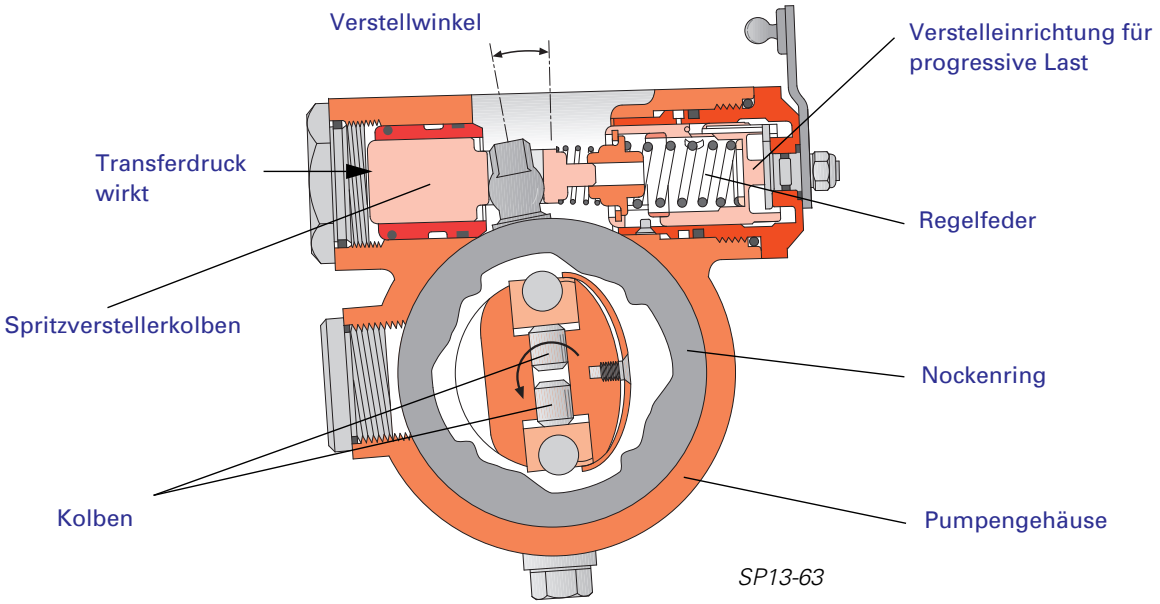
Durch die Drehung des Verteilerrotors werden die Füll- und Dosierkanäle gegeneinander verdreht und stehen nicht mehr einander gegenüber. Der Füllkanal ist verschlossen.

Dagegen kommt der Druckkanal des Verteilerrotors mit einem Hochdruckausgang zur Deckung.
Gleichzeitig werden die Kolben durch die Rollen und Rollenschuhe, die die diametral gegenüberliegenden Schrägen der Nocken hinauflaufen, zusammengedrückt.
Das bewirkt in dem Pumpenelement eine Erhöhung des Kraftstoffdrucks. Die Höhe des erreichten Druckes wird durch den Einstelldruck der Einspritzdüse bestimmt.

Funktion Einspritzpumpe

Spritzbeginnverstellung

Zweck der Verstelleinrichtung ist es, den Einspritzzeitpunkt der Motordrehzahl anzupassen – mit zunehmender Drehzahl den Einspritzzeitpunkt vorzuverlegen (vergleichbar der Zündzeitpunktverstellung beim Benzinmotor).



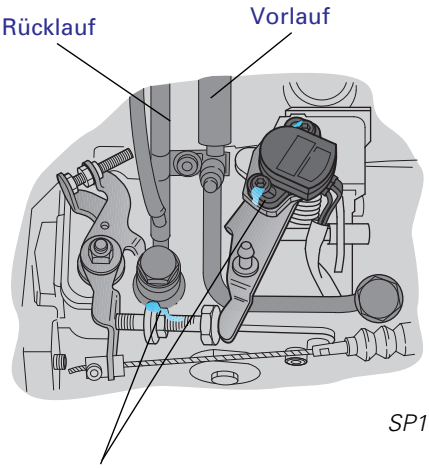
Da beim Dieselmotor kein Zündzeitpunkt verstellt werden kann
– Selbstzündung des eingespritzten Dieselkraftstoffes! –
muß dies über den Einspritzbeginn erfolgen.

Um den Spritzbeginn zu verändern, ist der Nockenring über ein Kugelgelenk mit dem Spritzversteller verbunden.
Er ist die drehzahlabhängige Verstelleinrichtung und verstellt den Nockenring mit Hilfe des Transferdruckes, der auf den Spritzverstellerkolben wirkt. Es wird der Einspritzzeitpunkt progressiv nach früh verschoben, da die Verstellung entgegen der Drehrichtung der Pumpe erfolgt.
Zusätzlich wird über die Spritzverstellung für progressive Last der Spritzversteller progressiv in Abhängigkeit von der Last geregelt.

Einspritzmengen – Regelung

Betätigt man das Fahrpedal, so wird mit Hilfe des Reglers im Teillastbereich die Einspritzmenge über den Verstellhebel und das Dosierventil geregelt.
Sie sind miteinander verbunden.
Wenn sich das Dosierventil dreht, kann mehr oder weniger Kraftstoff in den Verteilerrotor gelangen.
Im Prinzip läuft eine Kante an einer Bohrung entlang, durch die Stellung wird die Einspritzmenge bestimmt.
Bei Vollast regelt der mechanische Regler die Motordrehzahl durch Schließen des Dosierventils automatisch ab, damit der Motor nicht unbegrenzt hochtourt. Die Höchstmengenstellung wird durch die mechanische Begrenzung des maximalen Abstandes der Pumpenkolben vorgegeben.
Die Höchstmengenverstellung kann als Funktion der Motorbetriebsbedingungen variiert werden, um die Leistung und das Startverhalten zu optimieren und zugleich den Rauch zu minimieren (Ventil für Einspritzbeginn, Ventil für Vollastanschlag/Höhenanpassung).
Läßt man das Fahrpedal los, verringert sich der Öffnungsquerschnitt des Dosierventils, die zugeführte Kraftstoffmenge wird verringert, die Motordrehzahl sinkt.

Hinweise zur Einspritzpumpe



SP13-64

Einspritzpumpen sind teure Präzisionsaggregate.
Reparaturen dürfen nur von Fachbetrieben durchgeführt werden, die über die entsprechenden Kenntnisse, erforderlichen Spezialwerkzeuge und -geräte für Kontrolle und Instandsetzung verfügen.

Versiegelte Schrauben nicht lösen
(Potentiometer, Restmengenschraube)



Hinweis:
Bei Störungen am Fahrzeug sollte zuerst das Umfeld der Einspritzpumpe geprüft werden.

Zur optimalen Diagnose ist in die Umfeldprüfung einzubeziehen:

- Qualität des getankten Kraftstoffes
- Kraftstoffilteranlage
- Glühkerzen
- Einspritzleitungen, Einspritzdüsen
- Zu- und Rücklaufleitung (incl. Durchgang Hohlschraube)

Eine Funktionsprobe der Einspritzpumpe ist auf einfache Art durch jede Werkstatt möglich:

Zuleitung vom Fahrzeug für Vorlauf/Rücklauf an der Pumpe abziehen.
Zur Prüfung zwei andere Schlauchstücke auf Pumpe aufstecken, in ein separates Gefäß mit Kraftstoff stecken und Motor betreiben.

Weitere Besonderheiten:

- Antriebsnabe nicht von der Pumpe trennen
(Förderbeginn – Einstellung des Herstellers).

- Die Rücklauf-Hohlschraube ist gepaart mit der Pumpe!
Im Inneren der Hohlschraube befindet sich ein Ventil, das beim Hersteller justiert wird (dadurch wird der Pumpeninnenraumdruck definiert).

- Beim Pumpenwechsel: Die Pumpe ist von der Konstruktion her selbstentlüftend. Es ist zweckmäßig, über den Rücklaufanschluß die Pumpe mit Kraftstoff zu befüllen.

- Leerlauf niemals am Fahrpedal einstellen.
Hinweis im Reparaturleitfaden beachten.

Markante Funktionsmerkmale des Dieselmotors

Der 1,9 l-Saugdieselmotor arbeitet nach dem vor mehr als 100 Jahren entstandenen Verbrennungsverfahren. Rudolf Diesel, nach dem das Verfahren benannt wurde, beschreibt es selbst folgendermaßen:

- ***Durch die Kompressionsarbeit eines Kolbens wird die in einem Zylinder enthaltene Luft so stark erhitzt, daß sie die Entzündungstemperatur des eingesetzten Kraftstoffs sehr schnell übersteigt. Die Kompressionsdrücke moderner Dieselmotoren erreichen dabei Werte zwischen 30 und 60 bar, die komprimierte Luft erhitzt sich unterdessen auf Temperaturen, die zwischen 700 und 900 Grad Celsius liegen.***

- ***In diesem Zustand wird nun möglichst fein verteilter Brennstoff in die erhitzte Luft eingeführt, wodurch einerseits eine schnelle Vergasung und andererseits seine Selbstentzündung in Gang gebracht wird.***

- ***Der ausschiebende Kolben bekommt nun den Druck der bei der Verbrennung entstehenden Wärme zu spüren und wird so in die Lage versetzt, Arbeit zu verrichten.***



SP13-65

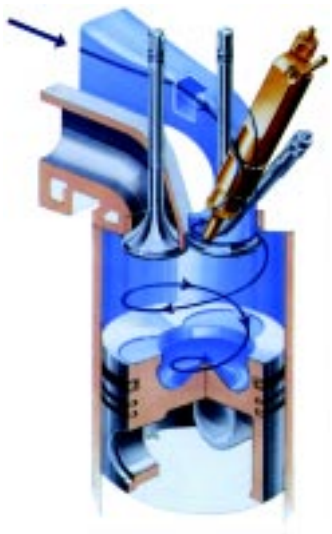
Aus dem Verbrennungsverfahren nach Diesel und dem eingesetzten Kraftstoff ergeben sich gegenüber den bekannten Benzinmotoren eine Reihe anderer Funktionssysteme und Bauteile, die auch bei der Wartung, Instandhaltung und Reparatur anderer Denkweisen bedürfen.

	Dieselmotor	Ottomotor
Ansaugung	reine Luft	Kraftstoffluftgemisch
Zündung	Selbstzündung	Fremdzündung
Verdichtungsverhältnis	18-23	8-12
Verdichtungsdruck MPa	3,0-6,0	1,2-1,9
Verdichtungstemperatur °C	700-900	400-600
Verbrennungsdruck MPa	6,5-9,0	4,0-6,0
max. Abgastemperatur °C	500-600	700-1000
mittleres Drehzahlniveau Umdrehungen/min	≈4000	≈5000
Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen	hoch	niedrig
Partikel-Emission	hoch	niedrig

Der Dieselmotor ist der effizienteste Verbrennungsmotor.
Bis zu 40 % der im Dieselkraftstoff potentiell enthaltenen Energie können in Leistung umgewandelt werden. Ein Benzinmotor erreicht nur etwa 30 %.

Im Unterschied zum Benzinmotor findet die Diesel-Gemischbildung ausnahmslos im Brennraum statt. Die Gestaltung des Brennraumes bildet so ein entscheidendes Merkmal für die Motorleistung. Welche Brennraumgestaltung gewählt wird, liegt in der Gesamtkonzeption des Motors begründet. Es gibt viele Varianten, aber im allgemeinen werden für Motoren mit niedriger bis mittelhoher Drehzahl zwei Ausführungen eingesetzt.

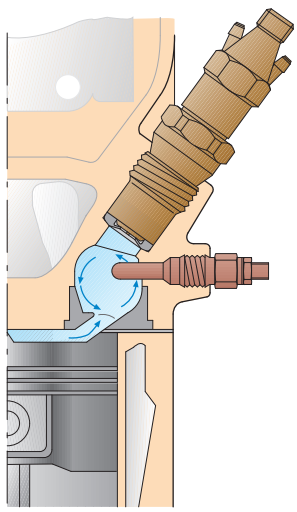
Die Direkteinspritzung (DI)



SP13-66

Bei der Direkteinspritzung wird der Kraftstoff in eine Brennraummulde im Kolben gespritzt.
Aufgrund des unzergliederten, kompackten Brennraumes ergeben sich Vorteile in der Ausnutzung der Energie des Kraftstoffes.
Ein Nachteil ist, daß durch den steilen Druckanstieg nach der Zündung die typischen rauhen Motorgeräusche entstehen.
Deshalb findet man die Direkteinspritzung überwiegend bei den Nutzfahrzeugen.
Zur Verbesserung der Laufkultur beim PKW sind eine Reihe konstruktiver Maßnahmen, z.B. zur feineren Gemischbildung der Einlaß-Drallkanal, zusätzlich entwickelt worden.

Die Nebenkammereinspritzung (IDI)



SP13-67

Bei der Nebenkammereinspritzung wird der Kraftstoff in eine im Zylinderkopf befindliche Kammer (z.B. Wirbelkammer, Vorkammer) gespritzt.
Diese ist mit dem Zylinder über einen kleinen Kanal verbunden.
Vorteil der Nebenkammereinspritzung:
größere Luftwirbel, die in der Kammer entstehen und gutes Kraftstoff-Luftgemisch erzeugen.
Dadurch wird ruhige Verbrennung und niedrige Motorbelastung erreicht, ein größeres Drehzahlbereich ist möglich.
Das **Wirbelkammerverfahren** kommt beim **1,9 l–Saugdiesel** zur Anwendung.
Einspritzdüse und Kanal liegen an einer kugelförmigen Kammer. Hier werden Kraftstoff und angesaugte Luft komplett gemischt.
Es erfolgt eine Vorzündung, die Hauptzündung dann im Brennraum.

Diesel-Lexikon

Die im Zusammenhang mit dem Dieselmotor sehr oft angesprochenen Fachausdrücke sollen hier kurz erläutert werden.

DI	–	**D**irect **I**njection – Direkteinspritzer
IDI	–	**I**n**d**irect **I**njection – Indirekteinspritzer
DPC	–	Verteiler-Pumpe Type C von Lucas
Cetanzahl (CZ)	–	Drückt die Zündwilligkeit aus. Je höher die Zahl, je leichter entzündet sich der Kraftstoff. Zündträge Kraftstoffe haben eine niedrige Cetanzahl.
Zündwilligkeit	–	Eigenschaft des Kraftstoffes, die Selbstzündung einzuleiten.
Additive	–	Zusätze zur Verbesserung des Dieselkraftstoffes, insbesondere Fließverbesserung (Winterbetrieb), Zündverbesserung.
Paraffine	–	kettenförmige, gesättigte Kohlenwasserstoffe. Hauptanteil bei Dieselkraftstoffen mit 12 bis 20 Kohlenstoffatomen.
CFPP	–	Beginn der Paraffinausscheidungen im Dieselkraftstoff bei Temperaturen weit unter 0 °C. Wird durch Additive verlagert (Fließverbesserung), bis unter -22 °C.
Versulzen	–	Verstopfung des Kraftstoffilters, hervorgerufen durch Paraffinkristalle bei tiefen Temperaturen.
Regler Drehzahlbegrenzung	–	Last- und Drehzahlsteuerung bei Dieselmotoren erfolgt ohne Minderung der angesaugten Luft durch die Kraftstoffmenge. Ist die Einspritzmenge ausreichend, kann ein unbelasteter Dieselmotor über die Höchstdrehzahl drehen und so zu Bruch gehen. Mit dem Regler zur Drehzahlbegrenzung wird bei vorgesehener Höchstdrehzahl abgeregelt.
Luftüberschuß	–	Verhältnis von vorhandener zu theoretischer Luftmenge für vollkommene Verbrennung einer bestimmten Kraftstoffmenge.
Rauchgrenze/Schwarzrauch	–	Einstellung des Dieselmotors/Beginn der rauchenden Verbrennung, wenn mehr Kraftstoff eingespritzt wird, als mit der im Brennraum vorhandenen Luft verbrannt werden kann.
Nageln	–	Schlagartige Geräusche. Entstehen, wenn sich der Kraftstoff nicht rasch genug entzündet, anhäuft und dann schlagartig verbrennt.
Verkoken	–	Neigung des Dieselkraftstoffes, koksartige Rückstände bei der Verbrennung zu bilden (z.B. an der Einspritzdüse).

Literatur, Prüfgeräte, Sonderwerkzeuge zur Reparatur des Fahrzeuges mit 1,9 l-Saugdieselmotor

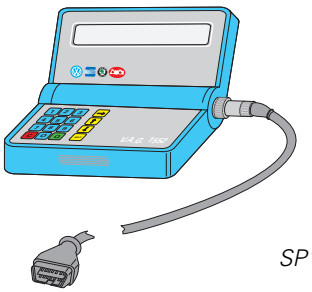
Literatur



SP13-68

Handbuch Service Technik
Reparaturleitfaden Stromlaufpläne
Reparaturleitfaden Diesel-Einspritz- und Vorglühanlage
Reparaturleitfaden 4-Zylinder Dieselmotor Mechanik
Für die Literatur zum Dieselmotor steht ein 5. Ordner zusätzlich zur Verfügung.

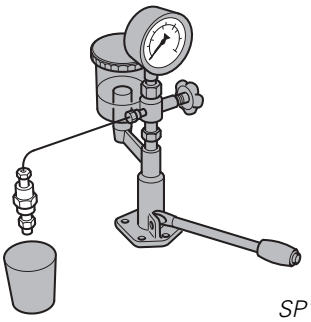
Prüfgeräte



SP13-69

Fahrzeugsystemtester V.A.G 1552

Bei laufendem Motor wird vom Steuergerät ständig eine System-Prüfung durchgeführt. Erkannte Fehler werden im Steuergerät abgespeichert und können mit dem Fahrzeugsystemtester ausgelesen werden.

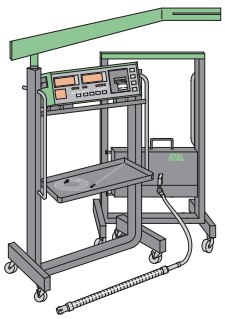


SP13-70

Einspritzdüsenprüfgerät V.A.G 1322

Zur Einstellung des Öffnungsdruckes der Einspritzdüsen. Auch zur Überprüfung von Dichtheit, Strahlform und Schnurreigenschaften.

Meßbereich 0 bis 400 bar (0 bis 40 MPa).



SP13-71

Abgassystemtester AT 600

Zur Prüfung des Rußanteiles im Abgas.
Als Maß für die Rußkonzentration dient die Schwächung eines Lichtstrahls, der durch das angesaugte Dieselabgas geschickt wird.
Die Lichtschwächung (Trübung) wird als Absorbtionskoeffizient K angezeigt und als Mittelwert ausgedrückt.

Sonderwerkzeuge

Zur fachgerechten De- und Montage des 1,9 l-Saugdieselmotors und des Getriebes stehen neue Sonderwerkzeuge zur Verfügung.

Im entsprechenden Reparaturleitfaden ist die Handhabung beschrieben.

Nur für den internen Gebrauch in der Škoda-Organisation.
© ***ŠKODA AUTO a.s.***
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
S00.2003.72.00 Techn. Stand 11/95