

Die Bosch K-Jetronik

Inhalt

1. Einführung.....	2
2. Kraftstoffversorgung.....	4
Systemübersicht.....	4
3. Kraftstoffspeicher.....	5
4. Systemdruckregler / Einspritzventile.....	6
5. Gemischaufbereitung.....	8
Gemischregler.....	8
6. Kraftstoffmengenteiler.....	10
7. Steuerdruck.....	12
8. Differenzdruckventile.....	14
9. Gemischbildung.....	16
10. Kaltstart.....	18
11. Warmlauf.....	20
12. Zusatzluftschieber.....	22
13. Lastzustände.....	24
14. Steuerdruckabsenkung.....	25
15. Beschleunigung / Anreicherung.....	27
16. Elektrische Schaltungen.....	28

1. Einführung

Die K-Jetronic ist ein mechanisches Einspritzsystem von Bosch. Es gliedert sich in drei Funktionsbereiche:

- Luftmengenmessung
- Kraftstoffversorgung
- Gemischaufbereitung

Luftmengenmessung

Die vom Motor angesaugte Luftmenge wird über eine Drosselklappe gesteuert und von einem Luftmengenmesser gemessen.

Kraftstoffversorgung

Der Kraftstoff wird durch eine elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe über einen Kraftstoffspeicher und ein Filter zu einem Mengenteiler gefördert, welcher den Kraftstoff den Einspritzventilen in den Saugrohren der einzelnen Zylinder zuteilt.

Gemischaufbereitung

Als Kriterium für die Kraftstoffzuteilung dient die vom Motor entsprechend der Drosselklappenstellung angesaugte Luftmenge. Sie wird vom Luftmengenmesser gemessen, welcher den Mengenteiler steuert.

Luftmengenmesser und Mengenteiler sind Teile des Gemischreglers. Das Einspritzen des Kraftstoffes erfolgt kontinuierlich, d. h. ohne Rücksicht auf die Stellung des Einlassventils. Während der Schließphase wird das Gemisch "vorgelagert".

Bild 1

Prinzipschema der K-Jetronic. Funktionsbereiche Luftmengenmessung Kraftstoffversorgung Gemischaufbereitung

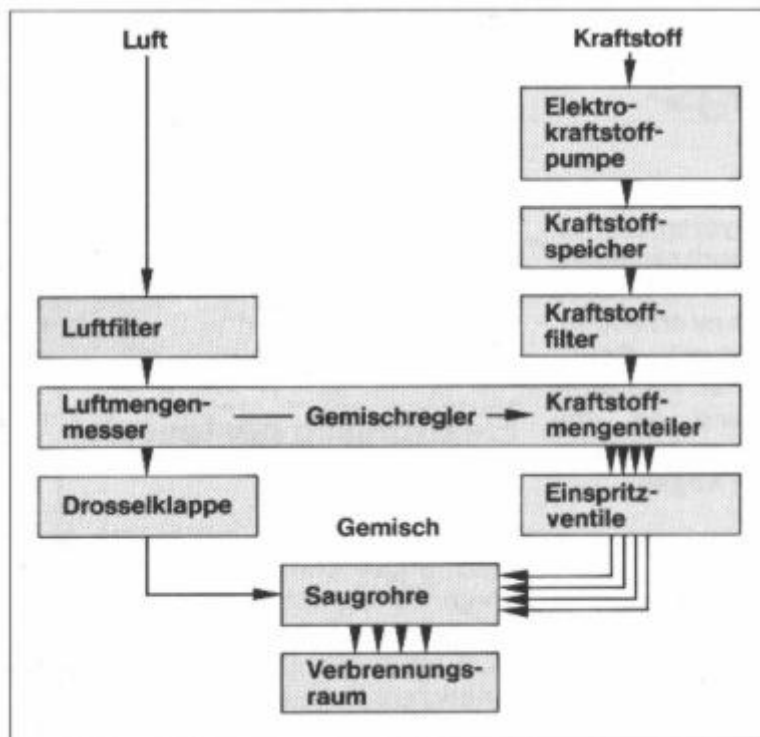
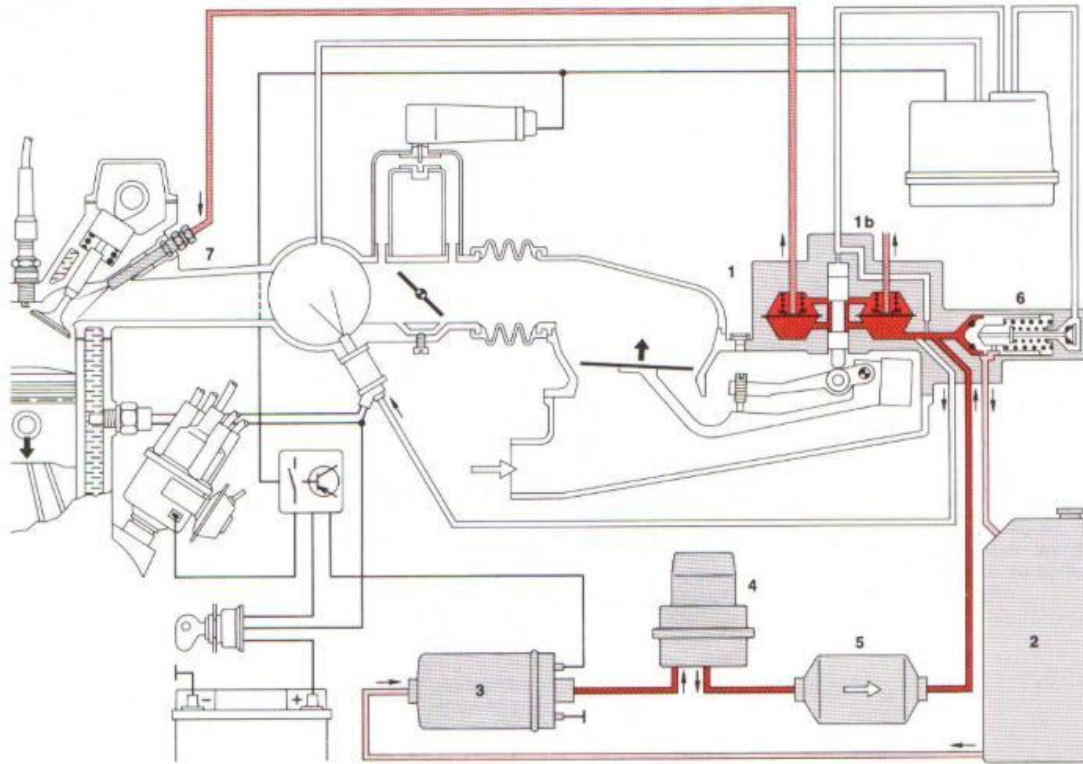


Bild 2

Schema der K-Jetronic Teil Kraftstoffversorgung

1 Gemischregler, 1 b Kraftstoffmengenteiler, 2 Kraftstoffbehälter, 3
Elektrokraftstoffpumpe
4 Kraftstoffspeicher, 5 Kraftstofffilter, 6 Druckregler, 7 Einspritzventile



2. Kraftstoffversorgung

Systemübersicht

Der Kraftstoff wird von einer Elektrokraftstoffpumpe aus dem Kraftstoffbehälter angesaugt und über einen Druckspeicher und ein Feinfilter dem Mengenteiler, einem Teil des Gemischreglers unter Druck zugeführt. Der Druck wird durch einen Druckregler am Mengenteiler konstant gehalten. Vom Mengenteiler fließt der Kraftstoff zu den Einspritzventilen.

Die Einspritzventile spritzen den Kraftstoff kontinuierlich in die Ansaugkanäle des Motors. Daher die Systembezeichnung K (kontinuierlich)-Jetronic. Beim Öffnen der Einlassventile wird das Gemisch in die Zylinder gesaugt.

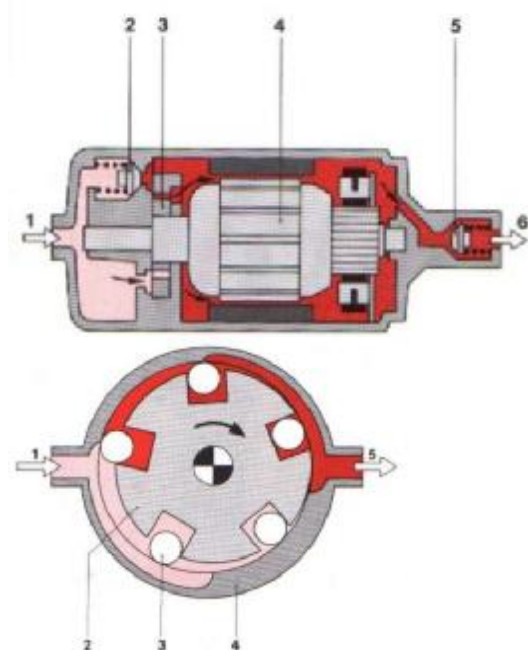
Die einzelnen Baugruppen der Kraftstoffversorgung werden nachfolgend beschrieben.

Elektrokraftstoffpumpe

Die Elektrokraftstoffpumpe ist eine Rollenzellenpumpe, die vom Kraftstoff durchströmt wird. Die Elektrokraftstoffpumpe ist eine von einem permanent erregten Elektromotor angetriebene Rollenzellenpumpe. Die im Pumpengehäuse exzentrisch angeordnete Läuferscheibe enthält an ihrem Umfang Metallrollen, die durch die Zentrifugalkraft gegen das Pumpengehäuse gepresst werden. Sie wirken als Dichtung. In den sich zwischen den Rollen bildenden Hohlräumen wird der Kraftstoff gefördert. Der Elektromotor ist von Kraftstoff durchströmt. Eine Explosionsgefahr besteht nicht, da sich kein zündfähiges Gemisch im Motor-Pumpengehäuse befindet. Die Pumpe fördert mehr Kraftstoff als der Verbrennungsmotor maximal benötigt, um bei allen vorkommenden Betriebszuständen den Druck im Kraftstoffsystem aufrecht erhalten zu können.

Beim Starten läuft die Pumpe, solange der Startschalter betätigt wird. Ist der Motor angesprungen, so bleibt die Pumpe eingeschaltet. Mit einer Sicherheitsschaltung wird vermieden, dass bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor (z. B. Unfall) Kraftstoff gefördert wird.

*Bild 3 Elektrokraftstoffpumpe
1 Saugseite, 2 Überdruckventil, 3
Rollenzellenpumpe, 4 Motoranker, 5
Rückschlagventil 6 Druckseite*



*Bild 4 Rollenzellenpumpe Pumpvorgang
1 Saugseite, 2 Läuferscheibe, 3 Rolle, 4
Pumpengehäuse, 5 Druckseite*

3. Kraftstoffspeicher

Der Kraftstoffspeicher hält nach dem Abstellen des Motors für eine gewisse Zeit den Druck im Kraftstoffsystem. Während des Betriebs dämpft er das Förderpumpengeräusch.

Der Kraftstoffspeicher hält nach dem Abstellen des Motors das Kraftstoffsystem unter Druck, um das Wiederanlassen, besonders des heißen Motors, zu erleichtern. Durch entsprechende konstruktive Gestaltung des Speichergehäuses wirkt der Kraftstoffspeicher dämpfend auf das Kraftstoffpumpengeräusch.

Der Innenraum des Kraftstoffspeichers ist durch eine Membran in zwei Kammern unterteilt. Eine Kammer dient als Speichervolumen für den Kraftstoff, die andere Kammer enthält eine Feder.

Während des Betriebs wird die Speicherkammer mit Kraftstoff gefüllt. Die Membran wölbt sich dabei gegen den Druck der Feder bis zum Anschlag in den Federraum. In dieser Stellung, die dem größten Speichervolumen entspricht, verbleibt die Membran solange der Motor läuft.

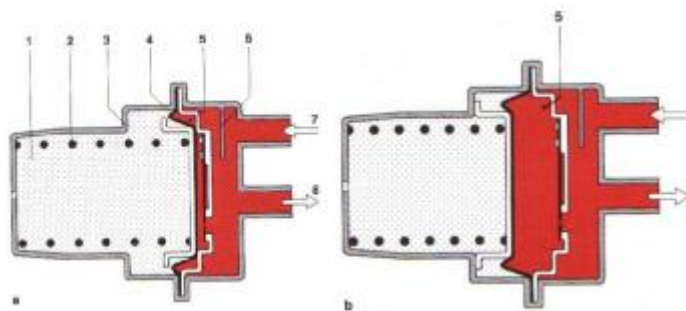
Kraftstofffilter

Wegen der geringen Toleranzen verschiedener Komponenten ist ein spezielles Kraftstofffeinfilter zur sicheren Funktion der K-Jetronic notwendig.

Das Kraftstofffilter hält Verunreinigungen im Kraftstoff zurück, welche die Funktion der Einspritzanlage beeinträchtigen könnten.

Das Kraftstofffilter enthält einen Papierfiltereinsatz, dahinter ein zusätzliches Sieb. Durch diese Kombination wird ein hoher Reinigungseffekt erzielt. Eine Stützplatte fixiert das Filter im Gehäuse. Die auf dem Filtergehäuse mit einem Pfeil angegebene Durchflussrichtung muss unbedingt eingehalten werden. Das Filter wird nach dem Kraftstoffspeicher in die Kraftstoffleitung eingebaut.

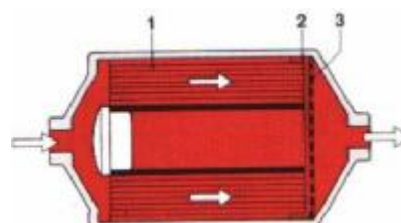
Bild 5 Kraftstoffspeicher; a leer, b gefüllt



1 Federkammer, 2 Feder, 3 Anschlag, 4 Membran, 5 Speichervolumen, 6 Umlenblech, 7 Kraftstoffzufluss, 8 Kraftstoffabfluss

Bild 6 Kraftstofffilter

1 Papierfilter, 2 Sieb, 3 Stützplatte



4. Systemdruckregler / Einspritzventile

Der Systemdruckregler hält den Druck im Kraftstoffsystem konstant.

Der im Gehäuse des Kraftstoffmengenteilers eingebaute Druckregler regelt den Förderdruck (= Systemdruck) auf ca. 5 bar. Da die Elektrokraftstoffpumpe mehr Kraftstoff fördert als vom Motor verbraucht wird, gibt im Druckregler ein Kolben eine Öffnung frei, durch die der überschüssige Kraftstoff zum Kraftstoffbehälter zurückfließt (abgesteuert wird).

Der Druck im Kraftstoffsystem und die Kraft der Feder auf den Kolben des Druckreglers halten sich im Gleichgewicht. Fördert die Kraftstoffpumpe beispielsweise etwas weniger Kraftstoff, so verkleinert der Kolben, von der Feder in seine neue Lage gedrückt, den Abflussquerschnitt. Dadurch wird weniger Kraftstoff abgesteuert und der Systemdruck damit wieder auf den vorgegebenen Wert geregelt.

Beim Abstellen des Motors wird die Kraftstoffpumpe abgeschaltet. Der Systemdruck sinkt unter den Öffnungsdruck der Einspritzventile. Der Druckregler schließt die Absteueröffnung und verhindert weiteren Druckabbau im Kraftstoffsystem.

Einspritzventil

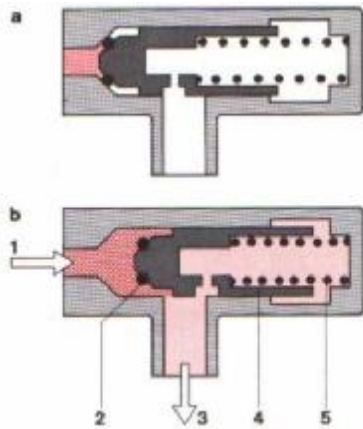
Die Einspritzventile öffnen bei einem bestimmten Öffnungsdruck und zerstäuben den Kraftstoff durch Schwingbewegungen der Ventilnadel in das Saugrohr.

Die Einspritzventile spritzen den vom Kraftstoffmengenteiler zugemessenen Kraftstoff in die Ansaugrohre vor die Einlassventile der Zylinder.

Die Einspritzventile werden in einem speziellen Halter so befestigt, dass sie gut gegen die vom Motor entwickelte Wärme isoliert sind. Durch die Wärmeisolierung wird verhindert, dass sich nach Abstellen des Motors Dampfblasen in der Einspritzleitung bilden, welche zu einem schlechten Warmstartverhalten führen würden.

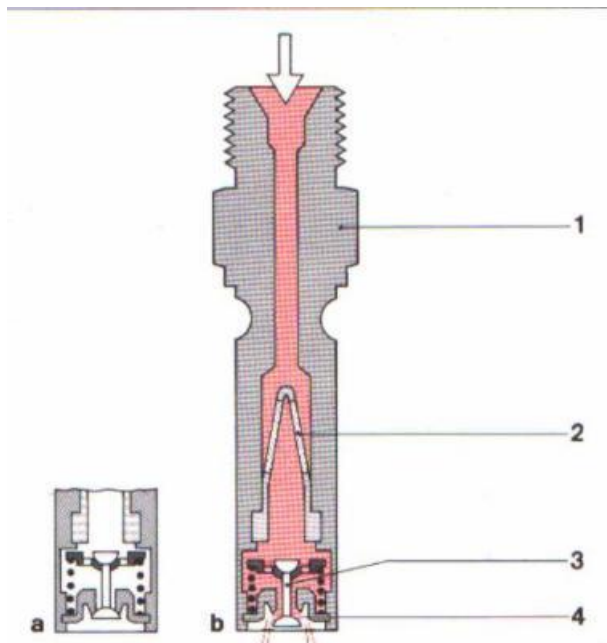
Die Einspritzventile haben keine Zumessfunktion. Sie öffnen selbsttätig, sobald der Öffnungsdruck von 3,3 bar überschritten wird. Sie besitzen ein Nadelventil, dessen Nadel beim Einspritzen mit hoher Frequenz hörbar schwingt ("schnarrt"). Dadurch wird eine gute Zerstäubung des Kraftstoffes, selbst bei kleinsten Mengen, erreicht. Nach dem Abstellen des Motors schließt das Einspritzventil dicht ab, wenn der Druck im Kraftstoffsystem unter den Öffnungsdruck der Einspritzventile gesunken ist. Dadurch kann nach dem Abstellen des Motors kein Kraftstoff mehr in die Ansaugstutzen nachtropfen.

*Bild 7 Systemdruckregler am Mengenteiler
a in Ruhestellung
b in Arbeitsstellung*



1 Zulauf Systemdruck, 2 Dichtung, 3 Rücklauf zum Kraftstoffbehälter, 4 Kolben, 5 Regelfeder

*Bild 8 Einspritzventil
a in Ruhestellung
b in Betriebsstellung*



1 Ventilgehäuse, 2 Filter, 3 Ventilnadel, 4 Ventilsitz

5. Gemischaufbereitung

Gemischregler

Aufgabe der Gemischaufbereitung ist die Zumessung einer Kraftstoffmenge, die der angesaugten Luftmenge entspricht.

Die Gemischaufbereitung erfolgt durch den Gemischregler. Er besteht aus Luftmengenmesser und Mengenteiler.

Luftmengenmesser

Der Luftmengenmesser arbeitet nach dem Schwebekörperprinzip und misst die vom Motor angesaugte Luftmenge.

Die gesamte, vom Motor angesaugte Luftmenge strömt durch einen Luftmengenmesser, welcher vor der Drosselklappe eingebaut ist. Im Luftmengenmesser befindet sich ein Lufttrichter mit einer beweglichen Stauscheibe (Schwebekörper).

Die durch den Lufttrichter strömende Luft bewegt die Stauscheibe um ein bestimmtes Maß aus ihrer Ruhelage. Die Bewegung der Stauscheibe wird über ein Hebelsystem auf einen Steuerkolben übertragen, welcher die zuzumessende Kraftstoffmenge bestimmt.

Bei möglichen Saugrohrrückzündungen (Fehlzündungen) des Motors können erhebliche Druckstöße im Ansaugsystem auftreten. Der Luftmengenmesser ist daher so konstruiert, dass die Stauscheibe bei einer Rückzündung in die Gegenrichtung schwingen kann. Dadurch wird ein Entlastungsquerschnitt freigegeben. Ein Gummipuffer begrenzt den Abwärtshub (beim Fallstromluftmengenmesser den Aufwärtshub). Eine Blattfeder sorgt für die korrekte Nulllage bei stehendem Motor. Die Bewegungen der Stauscheibe werden über ein Hebelsystem auf den Steuerkolben im Kraftstoffmengenteiler übertragen. Das Gewicht der Stauscheibe und des Hebelsystems wird durch ein Gegengewicht ausgeglichen.

Bild 12 Luftmengenmesser in Ruhestellung

1 Lufttrichter, 2 Stauscheibe, 3 Entlastungsquerschnitt, 4 Gemischeinstellschraube, 5 Gegengewicht, 6 Drehpunkt, 7 Hebel, 8 Blattfeder

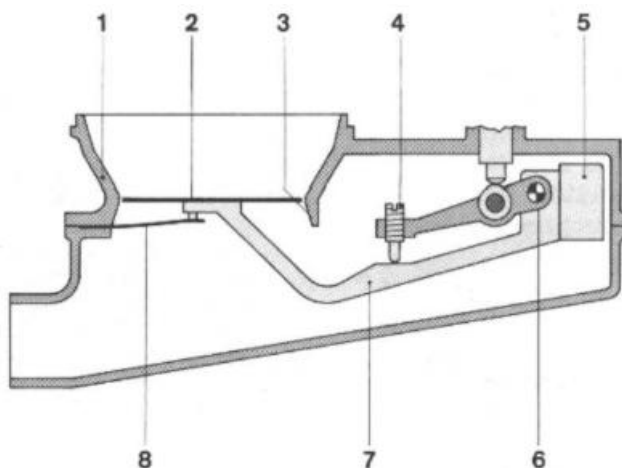


Bild 9 Steigstrom Luftmengenmesser in Arbeitsstellung, vereinfacht

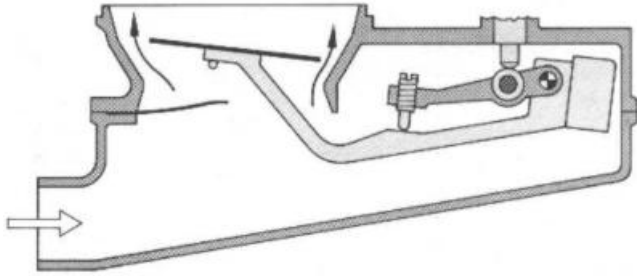
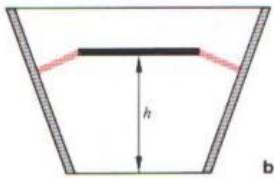
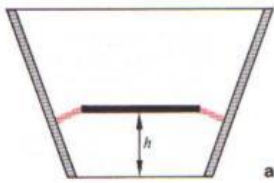


Bild 10- Prinzip des Luftmengenmessers
a angesaugte Luft menge gering, Stauscheibe wird wenig angehoben
b angesaugte Luftmenge groß, Stauscheibe wird stark angehoben



6. Kraftstoffmengenteiler

Der Kraftstoffmengenteiler teilt die Kraftstoffmenge entsprechend der Stellung der Stauscheibe im Luftmengenmesser den einzelnen Zylindern zu.

Wie bereits erwähnt, ist die Stellung der Stauscheibe ein Maß für die vom Motor angesaugte Luftmenge. Die Stellung der Stauscheibe wird über einen Hebel auf den Steuerkolben übertragen. Der Steuerkolben steuert die einzuspritzende Kraftstoffmenge.

Je nach seiner Stellung im Schlitzträger gibt der Steuerkolben einen entsprechenden Querschnitt der Steuerschlitze frei, durch die der Kraftstoff zu den Differenzdruckventilen und damit zu den Einspritzventilen strömen kann.

Bei kleinem Hub der Stauscheibe wird der Steuerkolben nur wenig angehoben und damit nur ein kleiner Querschnitt der Steuerschlitze freigegeben. Bei großem Hub der Stauscheibe gibt der Steuerkolben einen größeren Querschnitt der Steuerschlitze frei.

Es besteht also ein linearer Zusammenhang zwischen Stauscheibenhub und freigegebenem Querschnitt an den Steuerschlitzen.

Auf den Steuerkolben wirkt, entgegen der von der Stauscheibe übertragenen Hubbewegung, eine Kraft, die von einem Steuerdruck erzeugt wird. Sie bewirkt unter anderem, dass der Steuerkolben der Bewegung der Stauscheibe folgt und nicht zum Beispiel beim Abwärtshub der Stauscheibe in der oberen Endstellung bleibt. Weitere wichtige Funktionen des Steuerdrucks werden in den Kapiteln Warmlauf und Vollastanreicherung beschrieben.

Bild 11

Schlitzträger, Steuerdrossel.

1 Ansaugluft, 2 Steuerdruck, 3 Kraftstoffzulauf, 4 zugemessene Kraftstoffmenge, 5 Steuerkolben,

6 Schlitzträger, 7 Kraftstoffmengenteiler, 8 Luftmengenmesser

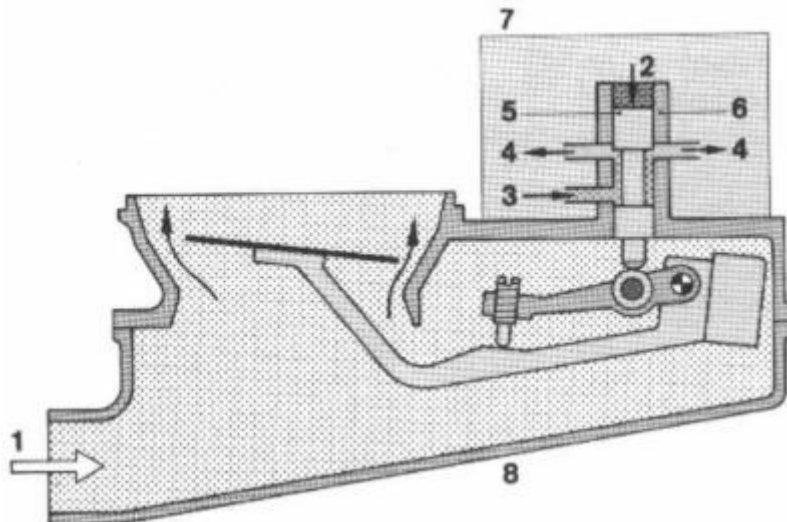


Bild 12

Schlitzträger Steuerschlitz vergrößert dargestellt.
(Im Original ist der Steuerschlitz etwa 0,2 mm breit.)

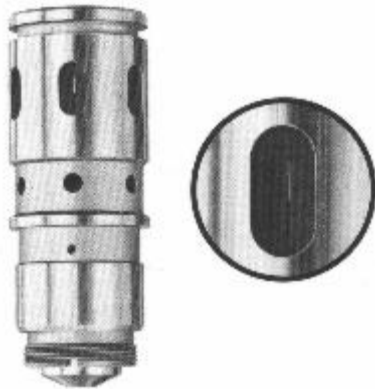
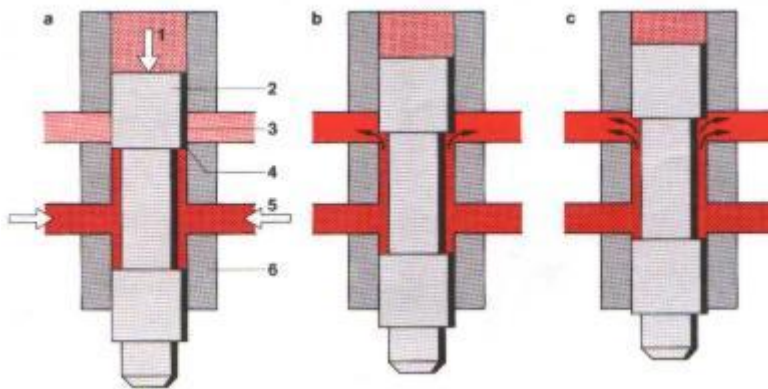


Bild 13

Schlitzträger mit Steuerkolben

a Ruhestellung, b Teillast, c Vollast

1 Steuerdruck, 2 Steuerkolben, 3 Steuerschlitz im Schlitzträger, 4 Steuerkante, 5 Kraftstoffzulauf, 6 Schlitzträger



7. Steuerdruck

Der Steuerdruck wird über eine Drosselbohrung vom Systemdruck abgezweigt. Die Drossel dient dabei zur Entkopplung von Steuerdruckkreis und Systemdruckkreis. Über eine Leitung wird die Verbindung zwischen Mengenteiler und Warmlaufregler (Steuerdruckregler) hergestellt.

Der Steuerdruck beträgt beim Kaltstart etwa 0,5 bar und wird mit zunehmender Erwärmung des Motors vom Warmlaufregler auf etwa 3,7 bar angehoben.

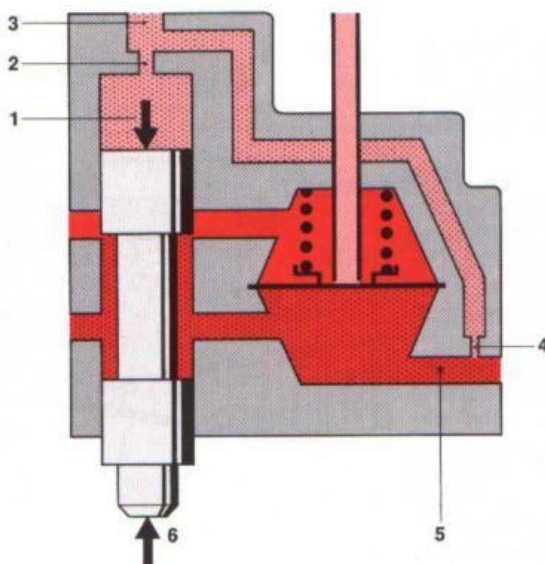
Der Steuerdruck drückt über eine Dämpfungs-drossel auf den Steuerkolben und bildet somit die Gegenkraft zur Luftkraft, die am Luftmengenmesser auftritt. Die Dämpfungs-drossel verhindert dabei ein Schwingen der Stauscheibe infolge der Ansaugpulsation.

Die Höhe des Steuerdruckes beeinflusst die Kraftstoffzuteilung. Bei geringem Steuerdruck kann die angesaugte Luftmenge die Stauscheibe weiter anheben. Dadurch werden über den Steuerkolben die Steuerdrosseln weiter geöffnet und dem Motor mehr Kraftstoff zugeteilt. Bei höherem Steuerdruck kann die angesaugte Luftmenge die Stauscheibe nicht so weit anheben, die Kraftstoffzuteilung ist folglich geringer.

Um den Steuerdruckkreis nach dem Abstellen des Motors sicher abzudichten und den Druck im Kraftstoffsystem zu halten, befindet sich in der Rücklaufleitung des Warmlaufreglers ein Absperrventil. Es ist an den Systemdruckregler angebaut und wird durch den Kolben des Druckreglers aufgestoßen (Aufstoßventil) und während des Betriebs offengehalten.

Geht nach Abstellen des Motors der Kolben des Systemdruckreglers in seine Ruhelage, so wird das Aufstoßventil durch eine Feder geschlossen.

*Bild 14
Systemdruck und Steuerdruck*



1 Wirkung des Steuerdrucks (hydraulische Kraft), 2 Dämpfungs-drossel, 3 Leitung zum Warmlaufregler, 4 Entkoppeldrossel, 5 Systemdruck (Förderdruck), 6 Wirkung der Luftkraft

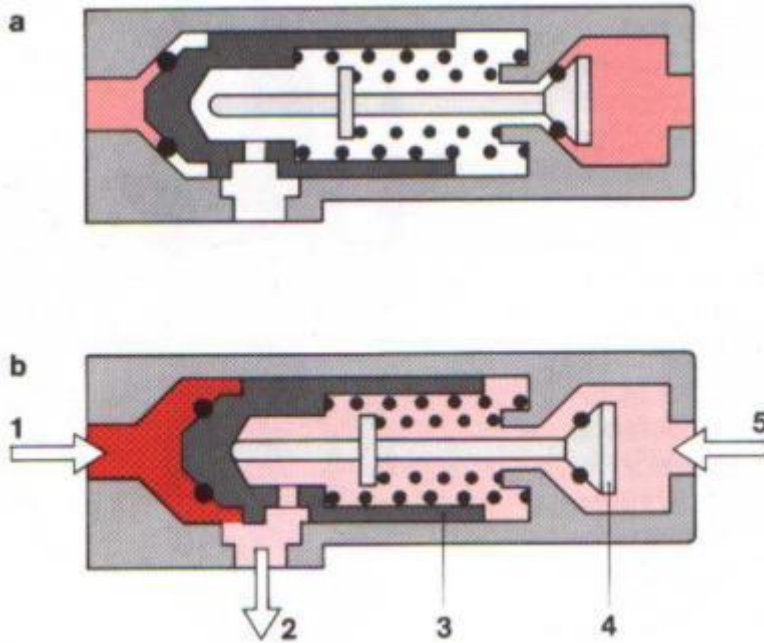
Bild 15

Systemdruckregler mit Aufstoßventil im Steuerdruckkreis.

a in Ruhestellung

b in Arbeitsstellung

1 Zulauf Systemdruck, 2 Rücklauf (zum Kraftstoffbehälter), 3 Kolben des Systemdruckreglers, 4 Aufstoßventil, 5 Zulauf Steuerdruck (vom Warmlaufregler)



8. Differenzdruckventile

Die Differenzdruckventile im Kraftstoffmengenteiler bewirken einen gleichbleibenden Druckabfall an den Steuerdrosseln.

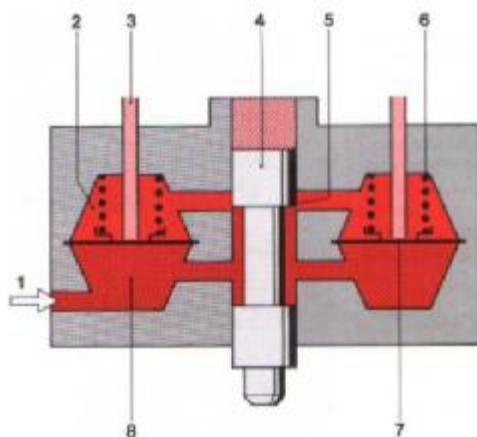
Der Luftmengenmesser hat eine lineare Charakteristik. Dies bedeutet, dass bei doppelter Luftmenge der Hub der Stauscheibe doppelt so groß ist. Soll dieser (lineare) Hub eine Veränderung der Kraftstoffmenge im gleichen Verhältnis zur Folge haben, so muss an den Steuerdrosseln ein konstanter Druckabfall - unabhängig von der durchströmenden Kraftstoffmenge sichergestellt werden.

Die Differenzdruckventile halten den Druckabfall an den Steuerschlitzen unabhängig vom Kraftstoffdurchsatz konstant. Der Differenzdruck beträgt 0,1 bar. Man erreicht damit eine hohe Regelgenauigkeit.

Als Differenzdruckventile werden Flachsitzventile verwendet. Sie befinden sich im Mengenteiler und sind je einem Steuerschlitz zugeordnet. Die Oberkammer des Ventils ist von der Unterkammer durch eine Membran getrennt. Die Unterkammern aller Ventile sind durch eine Ringleitung miteinander verbunden und stehen unter Förderdruck (Systemdruck). Der Ventilsitz befindet sich in der Oberkammer. Die Oberkammern sind mit je einem Steuerschlitz und den Anschlüssen zu den Einspritzventilen verbunden. Sie sind gegeneinander abgedichtet. Die Membranen sind federbelastet. Der Differenzdruck wird durch die Kraft einer Schraubenfeder bestimmt.

Strömt eine große Kraftstoffmenge in die Oberkammer, so wird die Membran nach unten gewölbt und öffnet den Auslassquerschnitt des Ventils, bis sich der durch die Feder eingestellte Differenzdruck wieder ergibt. Wird die Durchflussmenge geringer, so wölbt sich die Membran weniger stark und verengt den Ventilquerschnitt, bis sich wieder eine Druckdifferenz von 0,1 bar einstellt. An der Membran herrscht also Kräftegleichgewicht, das für jede Kraftstoffmenge durch Regeln des Ventilquerschnittes aufrechterhalten wird.

*Bild 16
Kraftstoffmengenteiler mit Differenzdruckventilen.*



1 Kraftstoffzulauf (Systemdruck), 2 Oberkammer des Differenzdruckventils, 3 Leitung zum Einspritzventil (Einspritzdruck), 4 Steuerkolben, 5 Steuerkante und Steuerdrossel, 6 Ventildfeder, 7 Ventilmembran, 8 Unterkammer des Differenzdruckventils

Bild 17 Differenzdruckventil, Stellung bei großer Einspritzmenge.

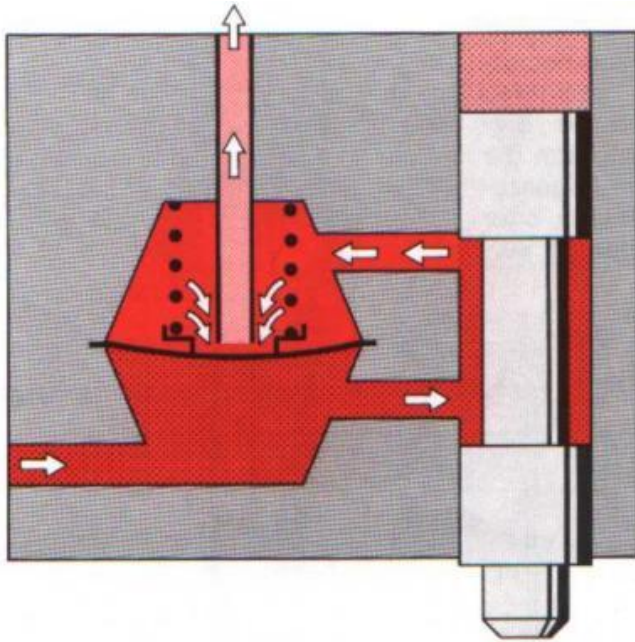
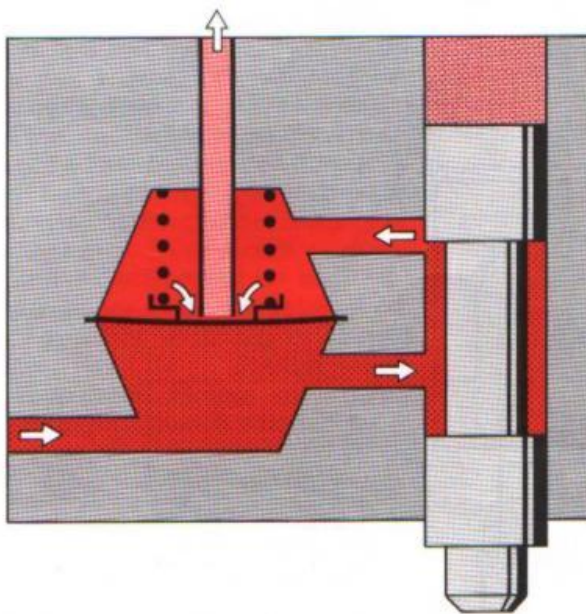


Bild 18 Differenzdruckventil, Stellung bei kleiner Einspritzmenge.



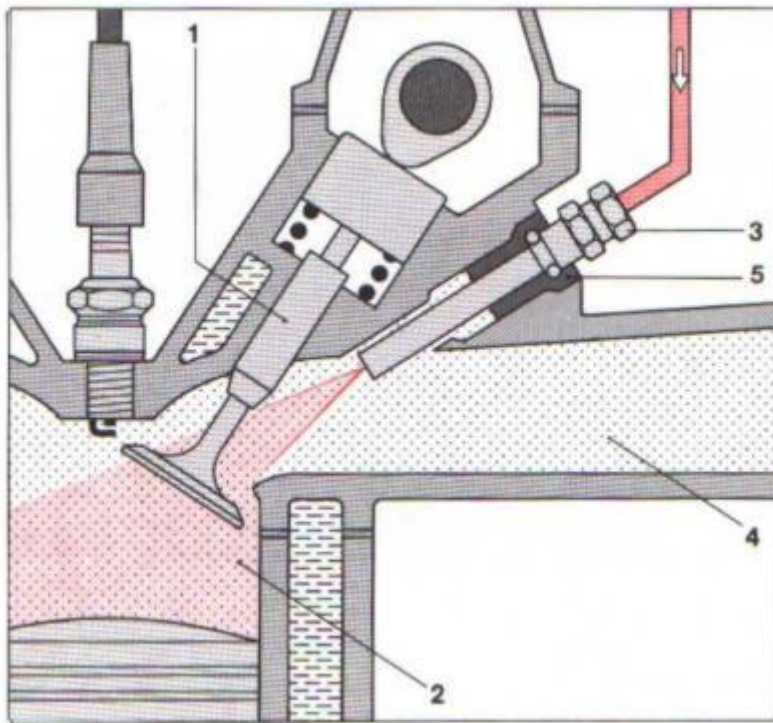
9. Gemischbildung

Die Gemischbildung erfolgt im Saugrohr und im Zylinder des Motors. Die von den Einspritzventilen kontinuierlich eingespritzte Kraftstoffmenge wird dem Einlassventil des Motors vorgelagert. Beim Öffnen des Einlassventils reißt die angesaugte Luftmenge die Kraftstoffwolke mit und bewirkt durch Verwirbelung während des Ansaugtaktes die Bildung eines zündfähigen Gemisches.

Gemischanpassung

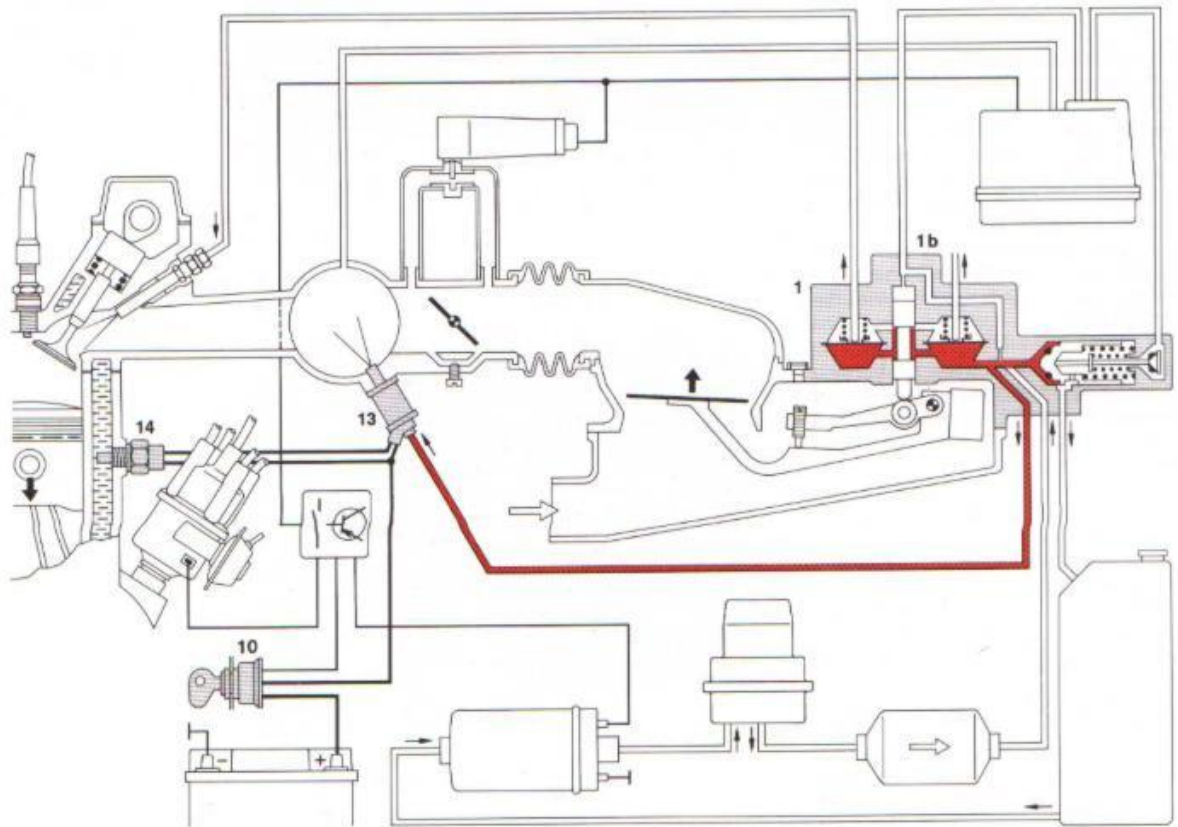
Über die bisher beschriebene Grundfunktion hinaus erfordern bestimmte Betriebszustände korrigierende Eingriffe in die Gemischbildung, um die Leistung zu optimieren, die Abgaszusammensetzung zu verbessern oder das Start- und Fahrverhalten zu verbessern.

Bild 19 Gemischbildung



1 Einlassventil, 2 Verbrennungsraum, 3 Einspritzventil, 4 Saugrohr, 5 wärmeisolierende Halterung

Bild 20 Kaltstartanreicherung



1 Gemischregler, 1 b Kraftstoffmengenteiler, 10 Zündstartschalter, 13 Kaltstartventil, 14 Thermozeitschalter

10. Kaltstart

Abhängig von der Motortemperatur wird durch das Kaltstartventil während des Startens zeitlich begrenzt eine zusätzliche Menge Kraftstoff eingespritzt.

Beim Kaltstart entstehen Kondensationsverluste des Kraftstoffanteils im angesaugten Gemisch. Um dies auszugleichen und das Anspringen des kalten Motors zu erleichtern, muss im Moment des Startens zusätzlich Kraftstoff eingespritzt werden.

Das Einspritzen dieser zusätzlichen Kraftstoffmenge erfolgt durch das Kaltstartventil in das Sammelsaugrohr. Die Einschaltdauer des Kaltstartventils wird von einem Thermozeitschalter in Abhängigkeit von der Motortemperatur zeitlich begrenzt.

Der beschriebene Vorgang wird Kaltstartanreicherung genannt. Bei der Kaltstartanreicherung wird das Gemisch "fetter", d. h. die Luftzahl ist vorübergehend kleiner als 1.

Kaltstartventil

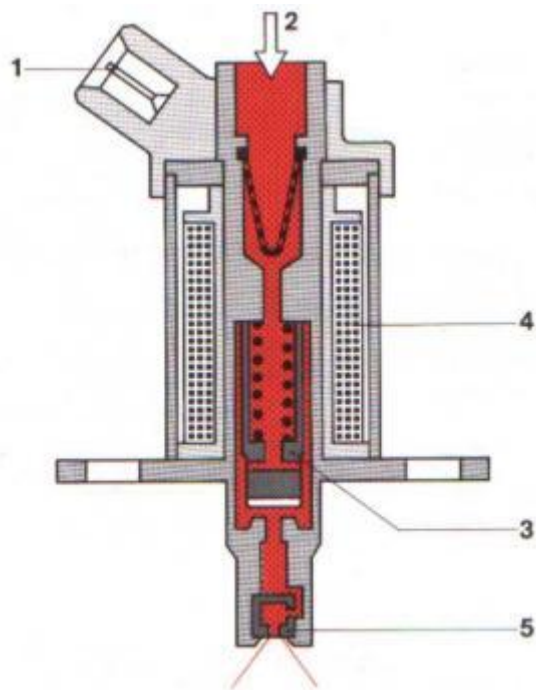
Das Kaltstartventil wird elektromagnetisch betätigt. Im Ventil ist die Wicklung eines Elektromagneten untergebracht. In Ruhestellung wird der bewegliche Anker des Elektromagneten von einer Feder gegen eine Dichtung gepresst und verschließt damit das Ventil. Wird der Elektromagnet erregt, so gibt der nunmehr vom Ventilsitz abgehobene Magnetanker den Kraftstoffdurchfluss frei. Der Kraftstoff gelangt nun tangential in eine Düse, wo er in Rotation versetzt wird. Durch diese Form der Düse - eine sogenannte Dralldüse - wird der Kraftstoff besonders fein zerstäubt und reichert die Luft im Sammelsaugrohr hinter der Drosselklappe mit Kraftstoff an.

Thermozeitschalter Der Thermozeitschalter begrenzt die Spritzzeit des Kaltstartventils in Abhängigkeit von der Motortemperatur.

Der Thermozeitschalter besteht aus einem elektrisch beheizten Bimetallstreifen, der in Abhängigkeit seiner Temperatur einen Kontakt öffnet oder schließt. Er ist in einem hohlen Gewindebolzen untergebracht, der an einer für die Motortemperatur charakteristischen Stelle befestigt ist.

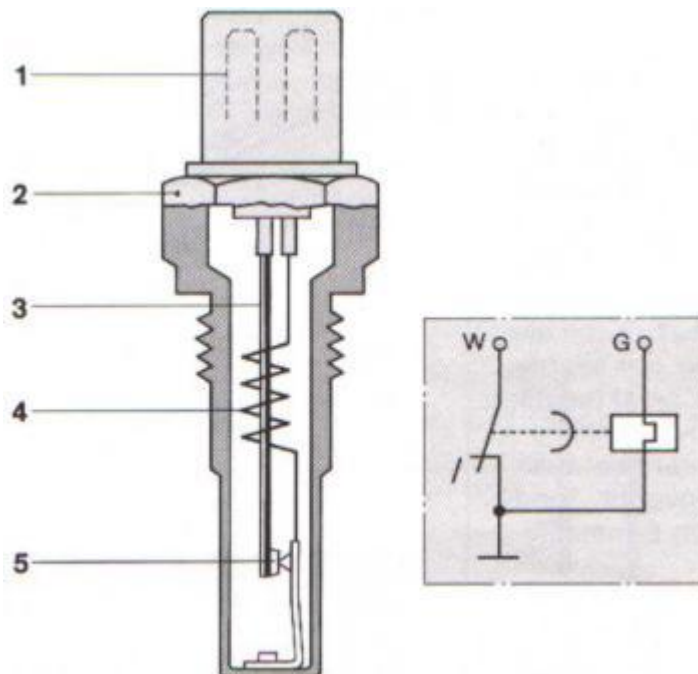
Der Thermozeitschalter bestimmt die Einschaltdauer des Startventils. Die Einschaltdauer ist dabei abhängig von der Erwärmung des Thermozeitschalters durch die Motorwärme, die Umgebungstemperatur und durch die in ihm selbst befindliche elektrische Heizung. Diese Eigenheizung ist erforderlich, um die maximale Einschaltdauer des Startventils zu begrenzen, damit der Motor nicht zu stark angereichert wird und "ersäuft". Beim Kaltstart ist für die Bemessung der Einschaltdauer hauptsächlich die elektrische Heizung maßgebend. (Abschaltung bei -20 °C nach ca. 8 Sekunden), während bei betriebswarmem Motor der Thermozeitschalter durch die Motorwärme soweit erwärmt wird, dass er ständig geöffnet ist. Beim Starten eines betriebswarmen Motors wird daher keine Startmehrmenge eingespritzt.

Bild 21
Kaltstartventil, betätigt.



1 elektr. Anschluss, 2 Kraftstoffzufluss mit Filtersieb, 3 Ventil (Magnetanker), 4 Magnetwicklung, 5 Dralldüse

Bild 22 Thermozeitschalter



1 elektr. Anschluss, 2 Gewindebolzen, 3 Bimetall, 4 Heizwicklung, 5 Schaltkontakt

11. Warmlauf

Die Warmlaufanreicherung erfolgt durch den Warmlaufregler, er senkt bei kaltem Motor in Abhängigkeit von der Motortemperatur den Steuerdruck und bewirkt eine größere Öffnung der Steuerdrosseln.

Zu Beginn der an den Kaltstart anschließenden Warmlaufphase kondensiert noch ein Teil des eingespritzten Kraftstoffes in den Saugrohren und an den Zylinderwänden. Dadurch könnten Verbrennungsaussetzer auftreten. Das Luft-Kraftstoffgemisch muss daher während des Warmlaufs angereichert werden. Dabei muss bei steigender Motortemperatur die Anreicherung kontinuierlich verringert werden um eine Überfettung des Gemisches bei höheren Motortemperaturen zu verhindern. Diese Gemischregelung für den Warmlauf wird über den Steuerdruck der Jetronic-Anlage vom Warmlaufregler (Steuerdruckregler) vorgenommen.

Warmlaufregler

Die Veränderung des Steuerdruckes erfolgt durch den Warmlaufregler. Der Warmlaufregler wird so am Motor angebracht, dass er dessen Temperatur annimmt. Zusätzlich wird der Warmlaufregler elektrisch beheizt. Durch die elektrische Heizung kann der Warmlaufregler genau auf die Charakteristik des Motors abgestimmt werden.

Er besteht aus einem federgesteuerten Flachsitz(membran)ventil und einer elektrisch beheizten Bimetallfeder.

In kaltem Zustand wirkt die Bimetallfeder gegen die Ventilfeeder und verringert dadurch die wirksame Federkraft auf die Membranunterseite des Ventils. Der Absteuerquerschnitt des Ventils ist dann etwas weiter geöffnet, wodurch mehr Kraftstoff aus dem Steuerdruckkreis abgesteuert wird und damit der Steuerdruck niedrig ist.

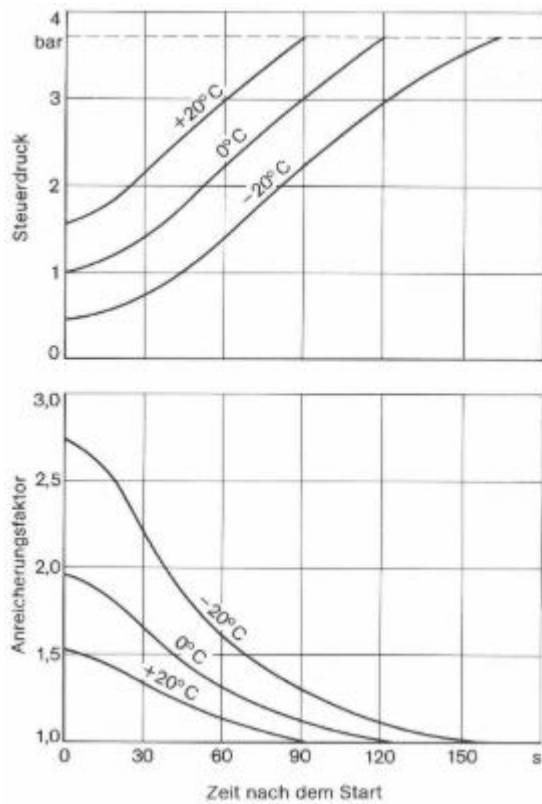
Ab Startbeginn wird die Bimetallfeder elektrisch und durch den Motor erwärmt. Sie biegt sich und verringert dabei die Gegenkraft auf die Ventilfeeder. Die Wirkung der Ventilfeeder auf das Flachsitzventil nimmt dadurch zu. Das Flachsitzventil verkleinert den Absteuerquerschnitt, wodurch sich der Druck im Steuerdruckrelais erhöht.

Die Warmlaufanreicherung ist beendet, wenn die Bimetallfeder völlig von der Ventilfeeder abgehoben hat. Durch die nun ausschließlich wirkende Ventilfeeder wird der Steuerdruck auf seinen Normalwert geregelt. Der Steuerdruck beträgt beim Kaltstart etwa 0,5 bar und bei warmem Motor etwa 3,7 bar.

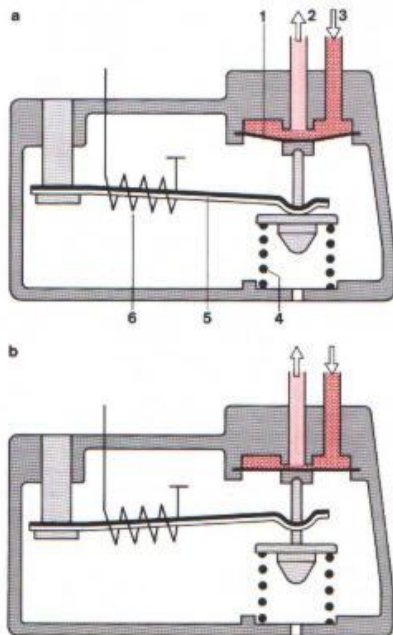
Bild 23

Kennlinien des Warmlaufreglers bei verschiedenen Motortemperaturen.

Anreicherungsfaktor 1,0 entspricht der Kraftstoffzumessung bei betriebswarmem Motor.



*Bild 24 Warmlaufregler
a bei kaltem Motor
b bei betriebswarmem Motor*



1 Ventilmembran, 2 Rücklauf, 3 Steuerdruck (vom Gemischregler), 4 Ventulfeder, 5 Bimetall, 6 elektr. Heizung

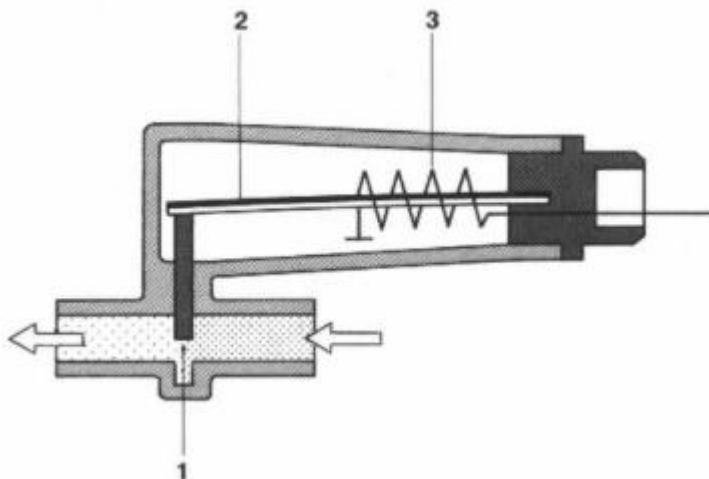
12. Zusatzluftschieber

Während des Warmlaufs erhält der Motor durch den Einfluss des Zusatzluftschiebers mehr Gemisch, um die erhöhte Reibung in kaltem Zustand zu überwinden und einen stabilen Leerlauf zu gewährleisten.

Bei kaltem Motor bestehen erhöhte Reibungswiderstände. Diese müssen vom Motor im Leerlauf zusätzlich überwunden werden. Deshalb lässt man durch den Zusatzluftschieber den Motor unter Umgehung der Drosselklappe mehr Luft ansaugen. Da diese zusätzliche Luft vom Luftmengenmesser gemessen und bei der Kraftstoffzuteilung berücksichtigt wird, erhält der Motor insgesamt mehr Gemisch. Dadurch wird bei kaltem Motor eine Leerlaufstabilisierung erreicht.

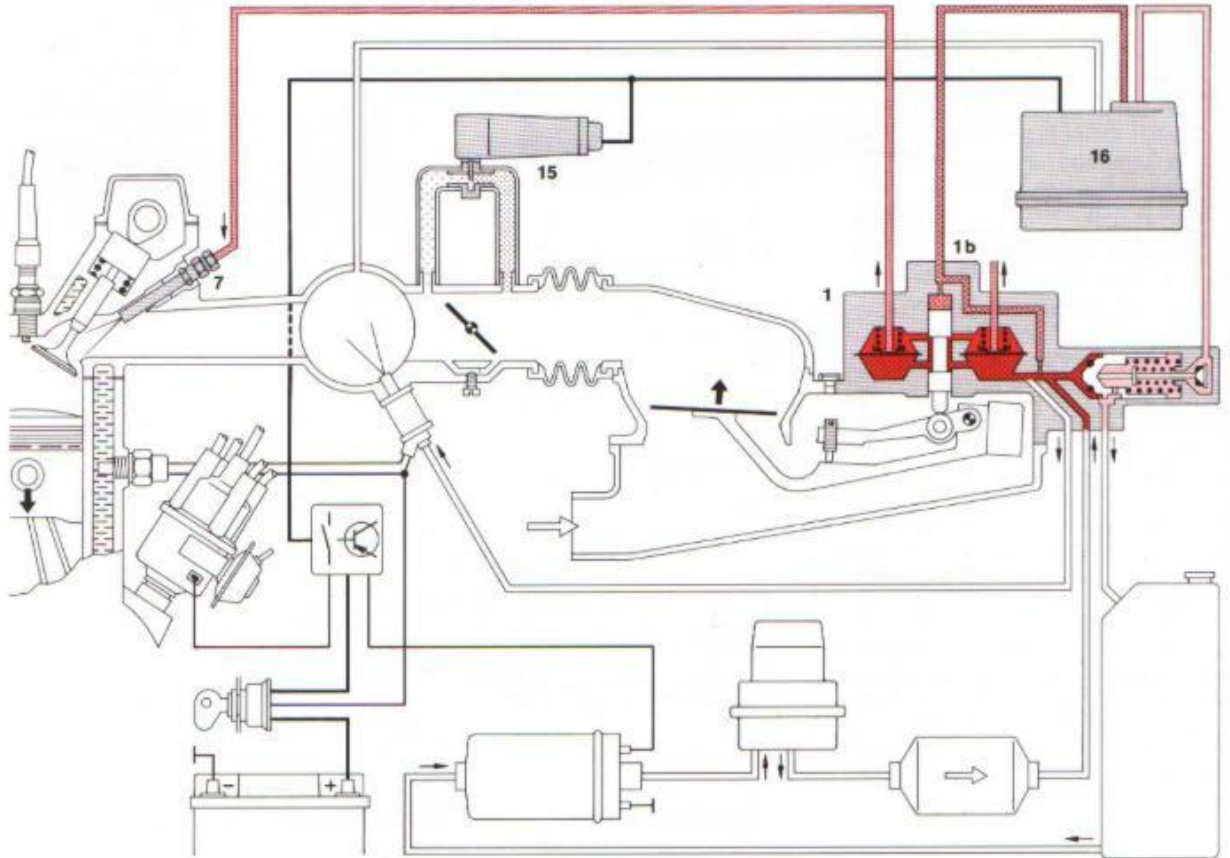
Im Zusatzluftschieber steuert eine Lochblende durch eine Bimetallfeder betätigt den Querschnitt der Umgehungsleitung. Der Öffnungsquerschnitt dieser Lochblende stellt sich in Abhängigkeit von der Temperatur so ein, dass beim Kaltstart ein entsprechend großer Querschnitt freigegeben wird, der bei zunehmender Motortemperatur jedoch stetig verringert und schließlich geschlossen wird. Das Bimetall wird elektrisch beheizt. Dadurch kann eine Begrenzung der Öffnungszeit je nach Motortyp erreicht werden. Der Einbauort des Zusatzluftschiebers ist so gewählt, dass er die Temperatur des Motors annimmt. Dadurch ist gewährleistet, dass bei warmem Motor der Zusatzluftschieber nicht in Aktion tritt.

*Bild 25
Zusatzluftschieber*



1 Luftkanal mit Blendenschieber, 2 Bimetall, 3 elektr. Heizung

Bild 26 Warmlaufanreicherung



1 Gemischregler, 1 b Kraftstoffmengenteiler, 7 Einspritzventil, 15 Zusatzluftschieber, 16 Warmlaufregler

13. Lastzustände

Die Anpassung des Gemisches an die Betriebsbedingungen Leerlauf, Teillast, Vollast, erfolgt durch eine bestimmte Gestaltung des Lufttrichters.

Bei konstanter Form des Lufttrichters ergibt sich über den gesamten Hubbereich (Messbereich) des Luftmengenmessers ein konstantes Gemisch.

Wie bereits erwähnt ist es jedoch notwendig, bei bestimmten Betriebsbereichen wie Leerlauf, Teillast und Vollast ein für jeweils diesen Betriebsbereich optimales Gemisch dem Motor zuzuteilen. In der Praxis bedeutet dies fettere Gemische für Leerläufe und Vollast sowie mageres Gemisch für den Teillastbereich. Man erreicht diese Anpassung durch verschiedene Kegelwinkel des Lufttrichters im Luftmengenmesser.

Bildet der Lufttrichter einen flacheren Kegel als die Grundform, so ergibt sich ein mageres Gemisch. Bei einem steileren Kegelwinkel als die Grundform wird die Stauscheibe weiter angehoben. Dadurch wird mehr Kraftstoff zugemessen - das Gemisch wird fetter.

Man formt nun den Lufttrichter so, dass sich bei Leerlauf und bei Vollast ein fetteres, bei Teillast dagegen ein mageres Gemisch ergibt (Vollast- und Leerlaufanreicherung).

Bild 27

Einfluss des Lufttrichterkegelwinkels auf die Auslenkung der Stauscheibe bei gleichem Luftdurchsatz. Grundform des Lufttrichters ergibt h steilere Trichterform - bei gleicher Luftmenge größerer Hub h flachere Trichterform - bei gleicher Luftmenge geringerer Hub h von der Stauscheibe freigegebene Ringfläche (bei a , b und c gleich).

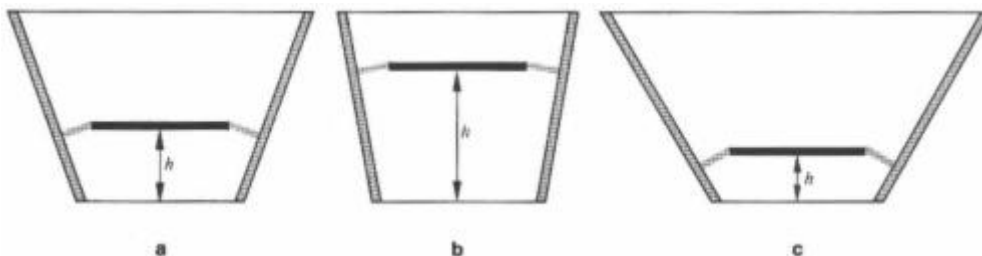


Bild 28 Trichterkorrekturen am Luftmengenmesser.



1 für Vollast, 2 für Teillast, 3 für Leerlauf

14. Steuerdruckabsenkung

Werden Motoren im Teillastbereich mit sehr magerem Gemisch betrieben, so muss beim Vollastbetrieb zusätzlich zur Gemischkorrektur durch die Lufttrichterform eine Anreicherung erfolgen.

Diese Aufgabe übernimmt ein dafür speziell ausgelegter Warmlaufregler durch Regelung des Steuerdruckes in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck.

Bei dieser Variante des Warmlaufreglers werden statt einer zwei Ventildedern verwendet. Die Äußere liegt wie beim normalen Warmlaufregler am Gehäuse auf, die Innere dagegen auf einer Membran. Diese Membran teilt den Warmlaufregler in eine Oberkammer und eine Unterkammer. In der Oberkammer ist über eine Schlauchleitung zum Saugrohr hinter der Drosselklappe der Saugrohrdruck wirksam. Die Unterkammer ist je nach Ausführung direkt mit der Atmosphäre oder über eine zweite Schlauchleitung zum Luftfilter hin belüftet.

Durch den niedrigen Saugrohrdruck im Leerlauf- und Teillastbereich wird die Membran bis zu ihrem oberen Anschlag gehoben. Dadurch hat die innere Feder ihre maximale Vorspannung erhalten. Die Federvorspannung der beiden Ventildedern verursacht somit den bestimmten Steuerdruckwert für diese Lastbereiche. Bei weiterer Öffnung der Drosselklappe bei Vollast steigt der Druck im Saugrohr, die Membran löst sich vom oberen Anschlag und wird gegen den unteren Anschlag gedrückt.

Die innere Ventildeder wird entlastet, der Steuerdruck um den vorgegebenen Wert abgesenkt und damit eine Gemischanreicherung erzielt.

Bild 29

Abhängigkeit des Steuerdrucks von der Motorbelastung.

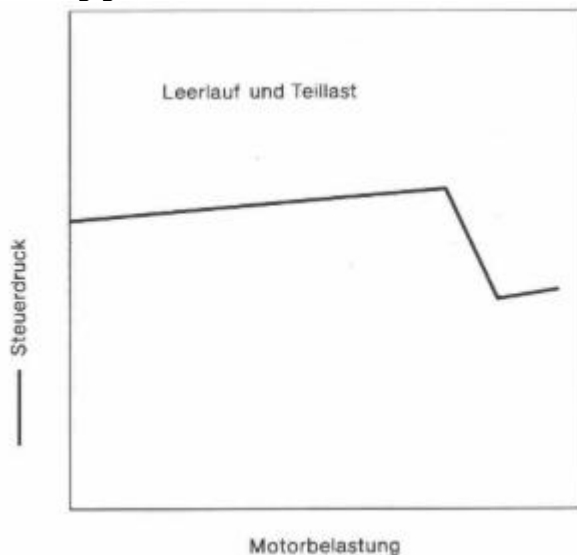
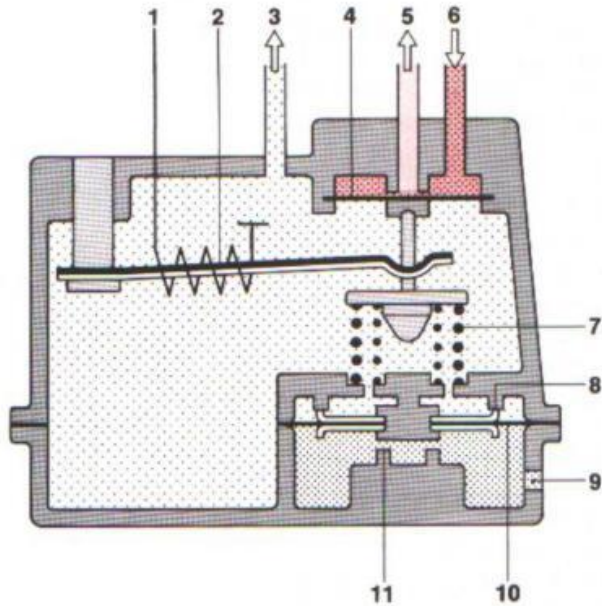


Bild 30

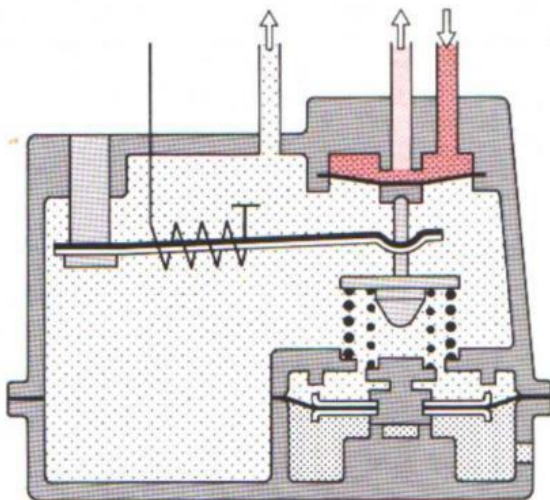
Warmlaufregler (Steuerdruckregler) mit Volllastmembran bei Leerlauf und Teillast.



1 elektr. Heizung, 2 Bimetall, 3 Unterdruckanschluss (vom Saugrohr), 4 Ventilmembran, 5 Rücklauf zum Kraftstoffbehälter 6 Steuerdruck (vom Mengenteiler), 7 Ventilfedern, 8 oberer Anschlag, 9 Entlüftung, 10 Membran, 11 unterer Anschlag

Bild 31

Warmlaufregler (Steuerdruckregler) mit Volllastmembran, bei Vollast.



15. Beschleunigung / Anreicherung

Ein gutes Übergangsverhalten beim Beschleunigen ergibt sich durch das Überschwingen der Stauscheibe.

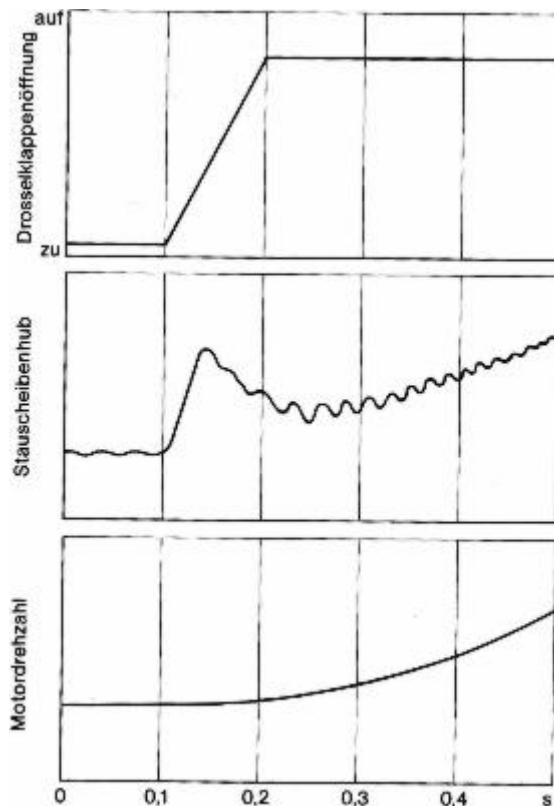
Beschleunigen

Bei Übergängen von einem Betriebszustand in einen anderen ergeben sich Gemischabweichungen, die zu einer Verbesserung des Fahrverhaltens genutzt werden.

Wird bei konstanter Drehzahl die Drosselklappe plötzlich geöffnet, so durchströmt den Luftmengenmesser sowohl die Luftmenge, die in die Brennräume gelangt, als auch die Luftmenge, die erforderlich ist, um den Druck im Saugrohr auf das neue Niveau anzuheben. Die Stauscheibe schwingt dadurch kurzzeitig über den Hub bei voller Drosselklappenöffnung hinaus. Dieses Überschwingen bewirkt eine höhere Kraftstoffzuteilung (Beschleunigungsanreicherung), mit der ein gutes Übergangsverhalten erreicht wird.

Bild 32

Beschleunigungsvorgang. Verhalten der K-Jetronic bei raschem Öffnen der Drosselklappe.



16. Elektrische Schaltungen

Kommt der Motor bei eingeschalteter Zündung zum Stillstand, so wird die Elektrokraftstoffpumpe ausgeschaltet.

Die K-Jetronic verfügt über elektrische Komponenten wie Elektrokraftstoffpumpe, Warmlaufregler, Zusatzluftschieber, Kaltstartventil und Thermozeitschalter. Die Betätigung dieser Komponenten erfolgt über ein Steuerrelais, das vom Zünd-Start-Schalter geschaltet wird.

Neben Schaltaufgaben hat das Steuerrelais eine Sicherheitsfunktion. Eine häufig verwendete Schaltungsvariante ist nachfolgend beschrieben.

Funktion:

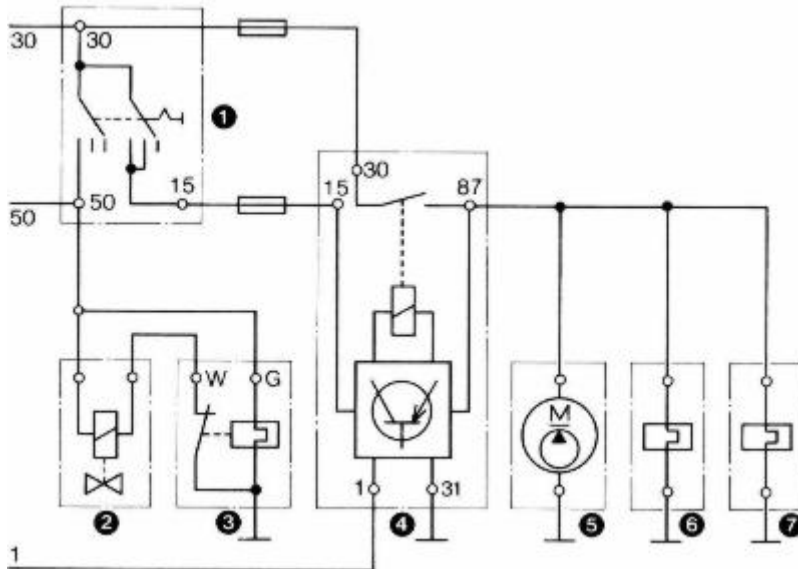
Beim Kaltstart des Motors wird vom Zünd-Start-Schalter über Klemme 50 Spannung an das Kaltstartventil und den Thermozeitschalter gelegt. Dauert der Startvorgang länger als ca. 8 ... 15 s, so schaltet der Thermozeitschalter das Kaltstartventil aus, damit der Motor nicht "ersäuft". Der Thermozeitschalter erfüllt in diesem Falle eine Zeitschalterfunktion.

Liegt beim Starten des Motors die Motortemperatur über ca. +35 °C, so hat der Thermozeitschalter die Verbindung zum Kaltstartventil bereits geöffnet und das Kaltstartventil spritzt keinen zusätzlichen Kraftstoff ein. Der Thermozeitschalter wirkt in diesem Falle als Thermoschalter.

Weiterhin legt der Zünd-Start-Schalter beim Starten Spannung an das Steuerrelais, welches eingeschaltet wird, sobald der Motor läuft. Die beim Durchdrehen des Motors durch den Starter erreichte Drehzahl reicht dazu bereits aus. Als Kennzeichen für den Lauf des Motors dienen die Impulse von der Zündspule, Klemme 1.

Die Impulse werden von einer elektronischen Schaltung im Steuerrelais ausgewertet. Nach dem 1. Impuls schaltet das Steuerrelais ein und legt Spannung an die Elektrokraftstoffpumpe, den Zusatzluftschieber und den Warmlaufregler. Das Steuerrelais bleibt eingeschaltet, solange die Zündung eingeschaltet ist und der Motor läuft. Bleiben die Impulse von der Zündspule, Klemme 1 aus, weil der Motor zum Stehen kommt (z. B. Unfall), dann wird das Steuerrelais etwa 1 s nach dem letzten Impuls abgeschaltet. Durch diese Sicherheitsschaltung wird vermieden, dass die Elektrokraftstoffpumpe bei stehendem Motor und eingeschalteter Zündung Kraftstoff fördert.

Bild 33 Schaltung im Ruhezustand.



1 Zündstartschalter, 2 Kaltstartventil, 3 Thermozeitschalter, 4 Steuerrelais, 5 Elektrokraftstoffpumpe, 6 Warmlaufregler, 7 Zusatzluftschieber

Bild 34

Starten (kalter Motor) Kaltstartventil und Thermozeitschalter sind eingeschaltet. Motor dreht sich (Impulse von KI.1 Zündspule). Steuerrelais, Elektrokraftstoffpumpe, Zusatzluftschieber und Warmlaufregler sind eingeschaltet.

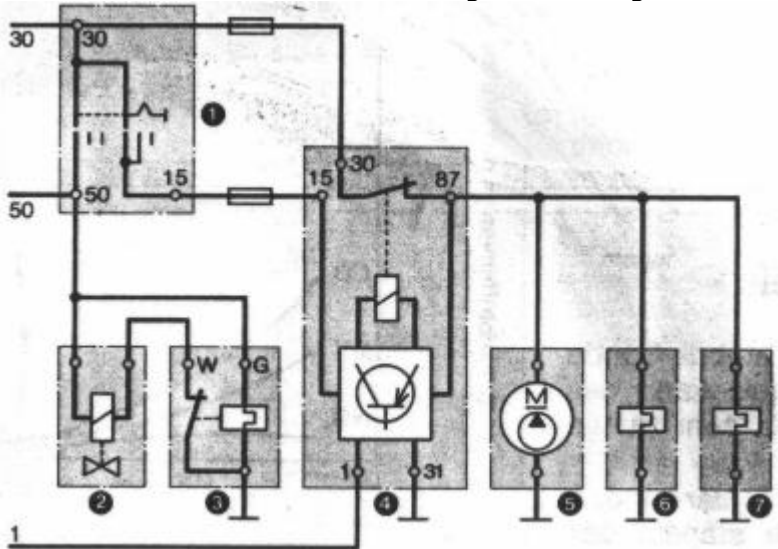


Bild 35 Betrieb Zündung eingeschaltet, Motor läuft. Steuerrelais, Elektrokraftstoffpumpe, Zusatzluftschieber und Warmlaufregler sind eingeschaltet.

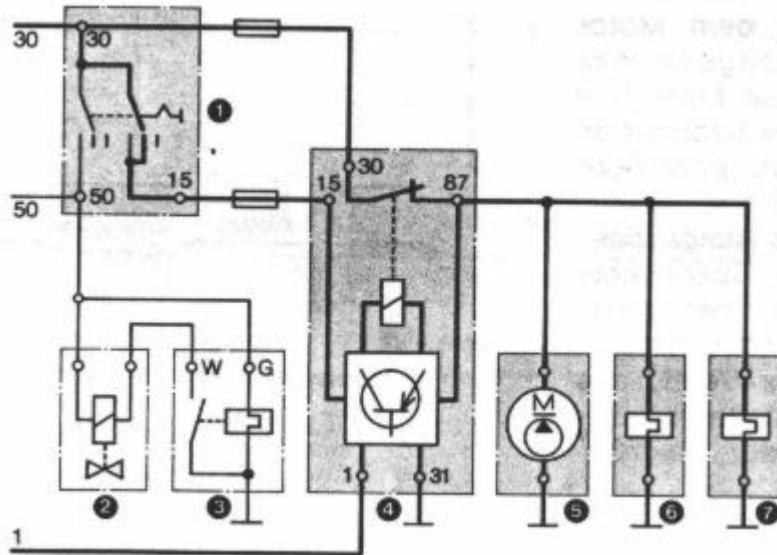


Bild 36 Zündung eingeschaltet, Motor läuft nicht. Keine Impulse von KI.I, Zündspule. Steuerrelais, Elektrokraftstoffpumpe, Zusatzluftschieber und Warmlaufregler sind ausgeschaltet.

