V.A.G Service.

44

K-Jetronic

Konstruktion und Funktion.

Selbststudienprogramm Nr. 44.

V·A·G

Kundendienst.

K-Jetronic

Die K-Jetronic ist eine Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Kraftstoffeinspritzung für Ottomotoren.
Sie ist ein mechanisch arbeitendes Einspritzsystem.
Bei K-Jetronic steht das "K" für kontinuierlich, das heißt, dauernd einspritzend.

In Volkswagen und Audi-Modellen werden verschiedene Motoren mit K-Jetronic ausgerüstet.
In diesem Selbststudienprogramm ist die Konstruktion und die Funktion beschrieben.
Dabei haben wir ältere Anlagen beschrieben, sowie Verbesserungen,
die im Laufe der Zeit einsetzten und länderspezifische Sondereinbauten berücksichtigt.

Was bietet die K-Jetronic an Vorteilen?

- Gute Gemischaufbereitung
- Höhere Leistung und höheres Drehmoment
- Große Elastizität
- Weniger Schadstoffe

Die genauen Reparatur- und Einstellanweisungen
finden Sie in den Reparaturleitfäden
für die verschiedenen Motoren mit "K-Jetronic".

Inhalt

Das Prinzip

Bauteile und Funktionen

Kraftstoffversorgung
- Kraftstoffbehälter
- Be- und Entlüftungsventil

Bauteile zur Verbesserung des Start- und Übergangsverhaltens
- Systemdruckregler mit Aufstoßventil
- Warmlaufregler mit Anreicherung
- Heißstart über Taktrelais

Länderspezifische Sondereinbauten
- Grundlagen der Gemischbildung
- Lambda-Technik
- Katalysator für Nachbrennung
- Aktivkohlefilter
- Abgasrückführung

Allgemeines

Der Kraftstoff

wird aus dem Kraftstoffbehälter von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe angesaugt und über den Druckspeicher und das Filter zum Kraftstoffmengenteiler gefördert.

Die Luftmenge

wird vom Motor über das Saugrohr angesaugt und vom Luftmengenmesser gemessen.

Der Kraftstoffmengenteiler

teilt entsprechend der gemessenen Luftmenge den einzelnen Zylindern über das jeweilige Einspritzventil die Kraftstoffmenge zu.

Das Kaltstartventil

spritzt während des Kaltstarts zusätzlich Kraftstoff in das Saugrohr. Es wird vom Thermozeitschalter gesteuert.

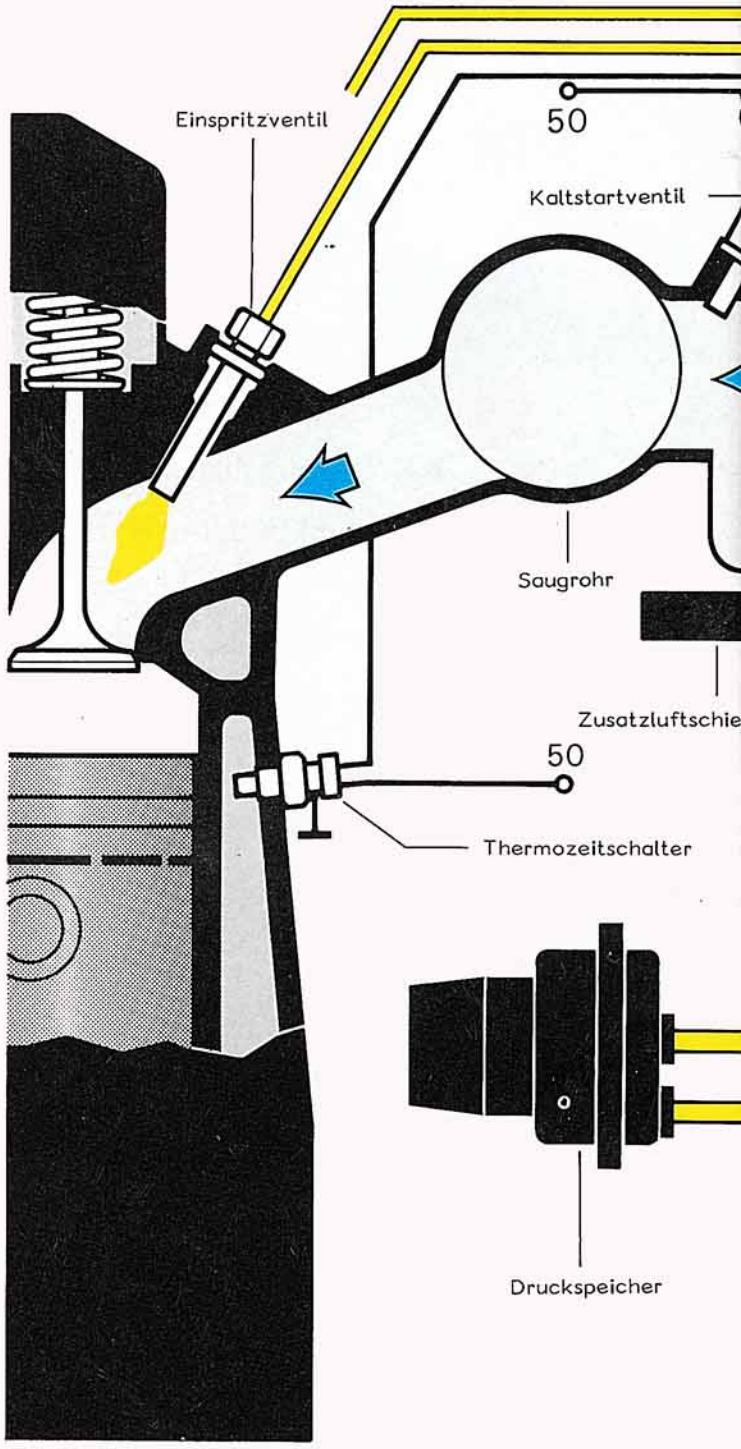
Der Warmlaufregler

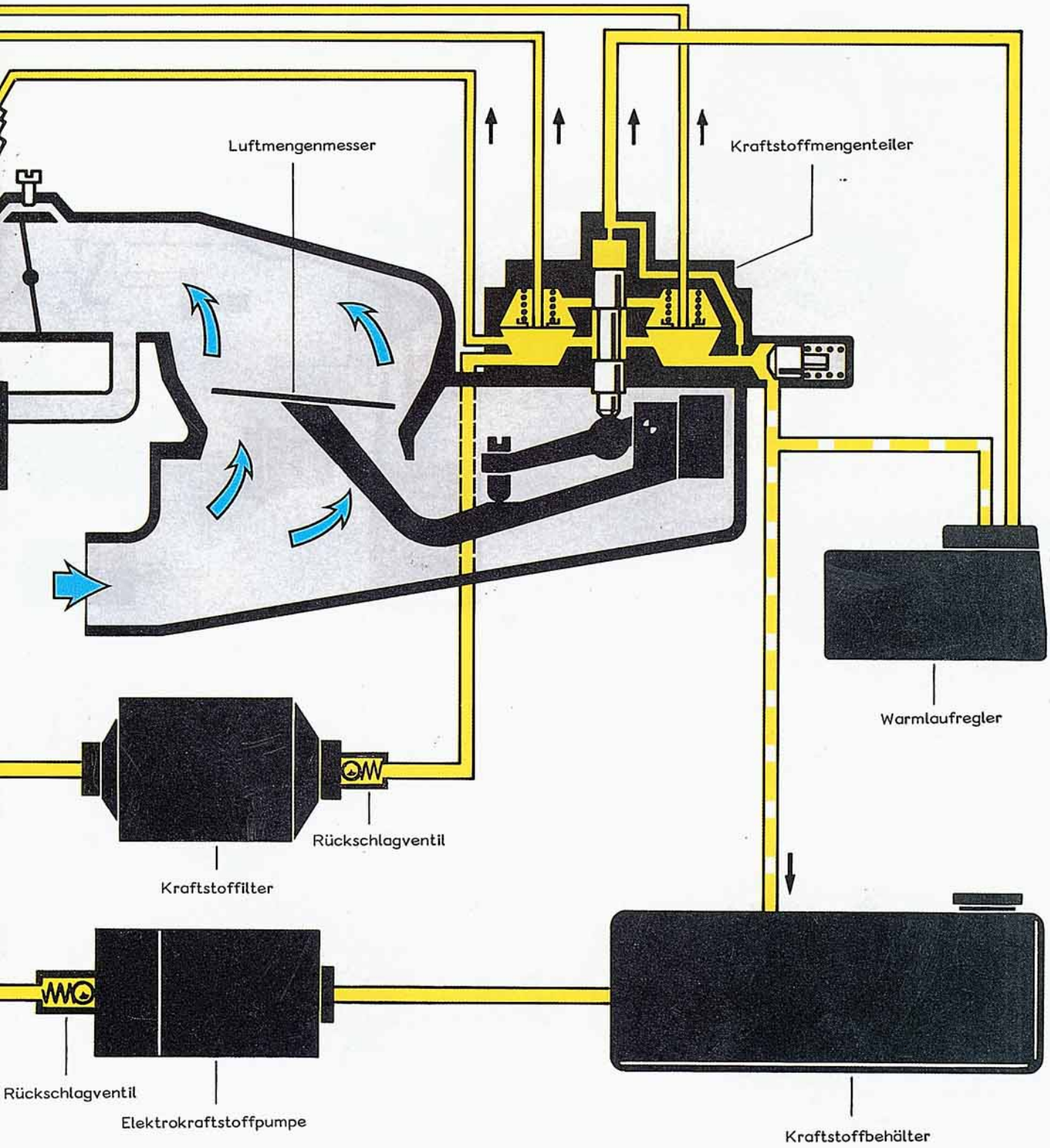
versorgt den Motor während der Warmlaufphase mit mehr Kraftstoff. Es gibt zwei Ausführungen:

- ohne Vollastanreicherung für Vierzylindermotoren
- mit Vollastanreicherung für Fünfzylindermotoren

Der Zusatzluftschieber

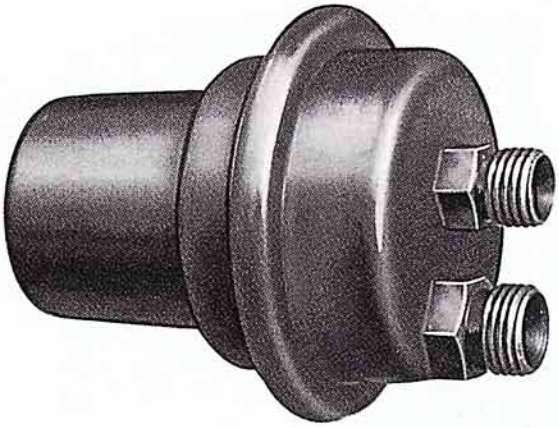
versorgt den Motor während der Warmlaufphase mit mehr Luft.

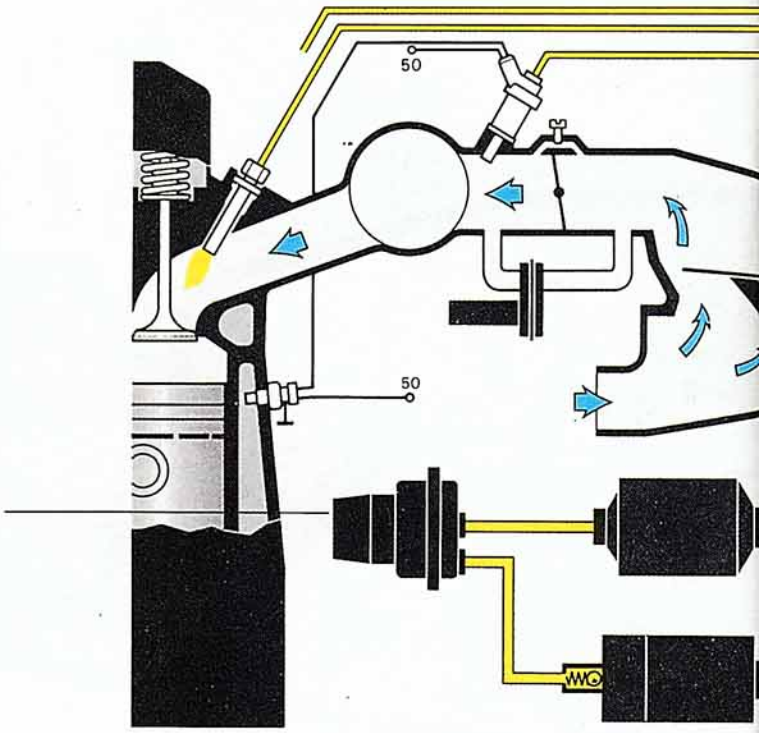



Luftmengenmesser
Kraftstoffmengenteiler
Warmlaufregler
Rückschlagventil
Kraftstoffilter
Rückschlagventil
Elektrokraftstoffpumpe
Kraftstoffbehälter

Druckspeicher

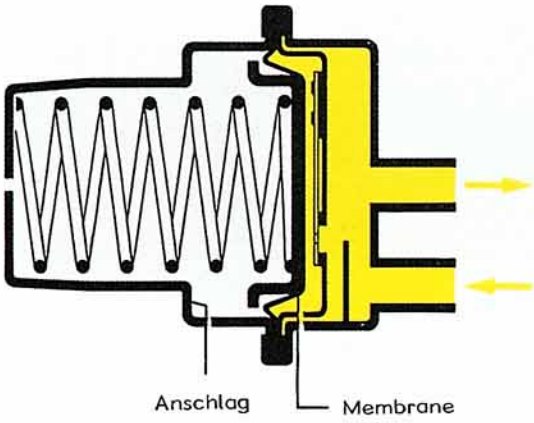
Der Druckspeicher
ermöglicht gutes Heißstartverhalten,
weil er den Kraftstoff im System unter Druck hält.
Zudem werden Fördergeräusche gedämpft.





So funktioniert es

Nach dem Anlaufen der Elektro-Kraftstoffpumpe wird der Kraftstoffraum mit Kraftstoff gefüllt und die Membrane gegen den Federdruck bis zum Anschlag vorgespannt. Weil die Feder einen Druck ausübt, bleibt der Kraftstoff im System nach dem Abstellen des Motors eine vorgegebene Zeit unter Druck. Dadurch wird die Bildung von Dampfblasen weitgehend verhindert und das Heißstartverhalten verbessert.
Das Rückschlagventil in der Elektro-Kraftstoffpumpe verhindert, daß Kraftstoff in den Kraftstoffbehälter zurückfließt.



Hinweis

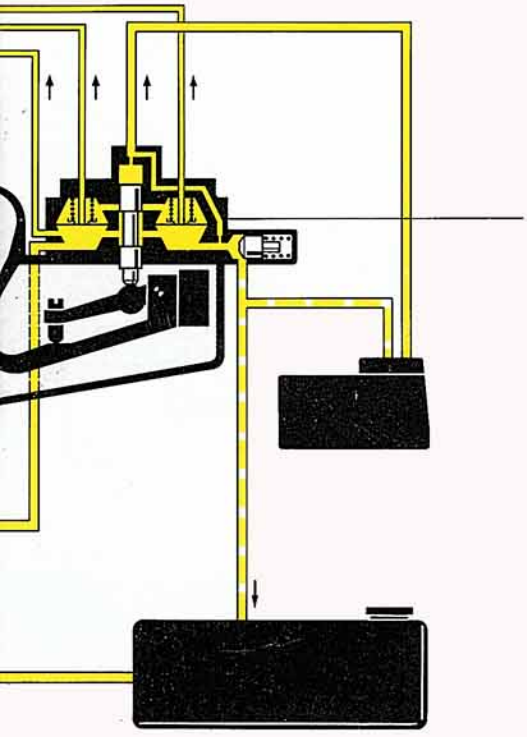
Druckspeicher gibt es in drei Ausführungen. Der kleine hat eine Speicherkapazität von 20 cm^3. Er leistet einen Haltedruck von 2,4 bar Überdruck.
Die größere Ausführung mit 40 cm^3 war auch auf 2,4 bar Überdruck ausgelegt. Ab März '80 wurde die Feder verstärkt und damit der Haltedruck auf 3 bar Überdruck erhöht. Diese Ausführung hat eine andere Ersatzteil-Nummer und darf nur mit Einspritzventilen kombiniert werden, die bei 3,5 bar Überdruck abspritzen.

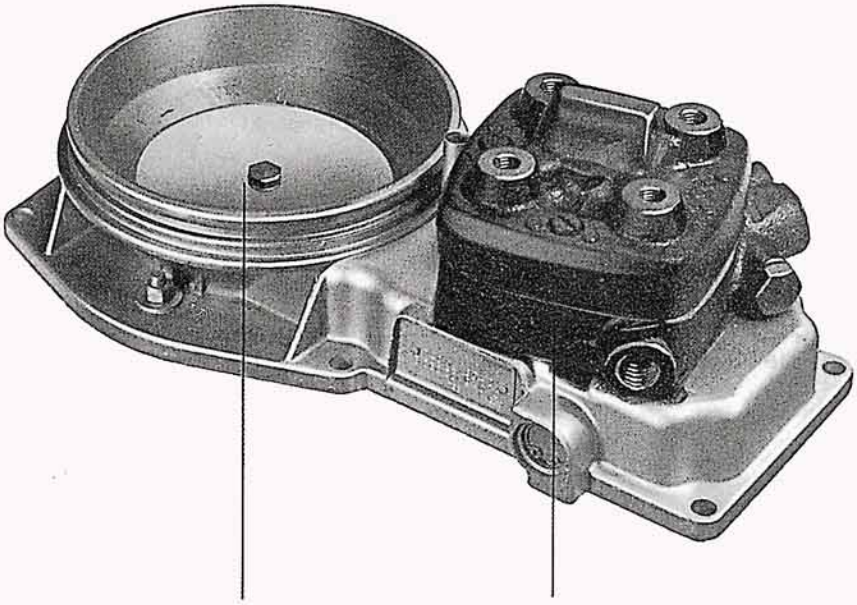
Gemischregler

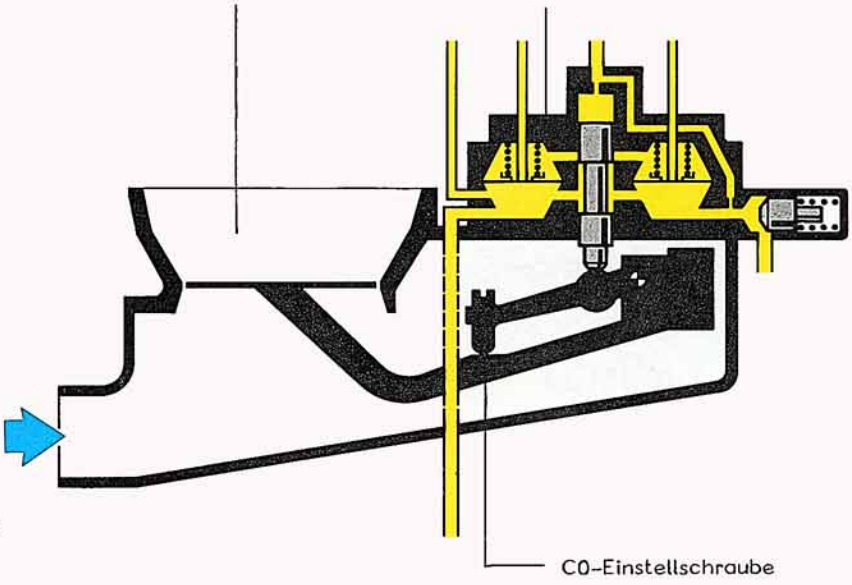
Der Gemischregler besteht aus:

- Luftmengenmesser
- Kraftstoffmengenteiler

Der Gemischregler sorgt für das gewünschte Verhältnis von Kraftstoff und Luft. Bei dem Verhältnis von 1 kg Kraftstoff zu 14 kg Luft wird eine fast vollständige Verbrennung erzielt.



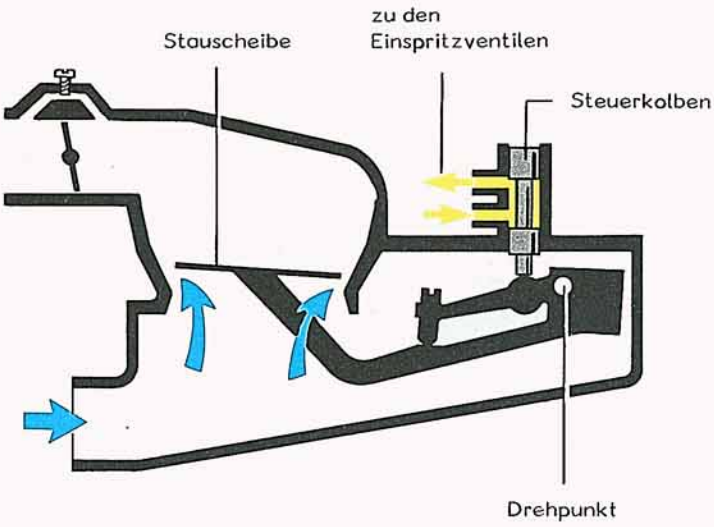


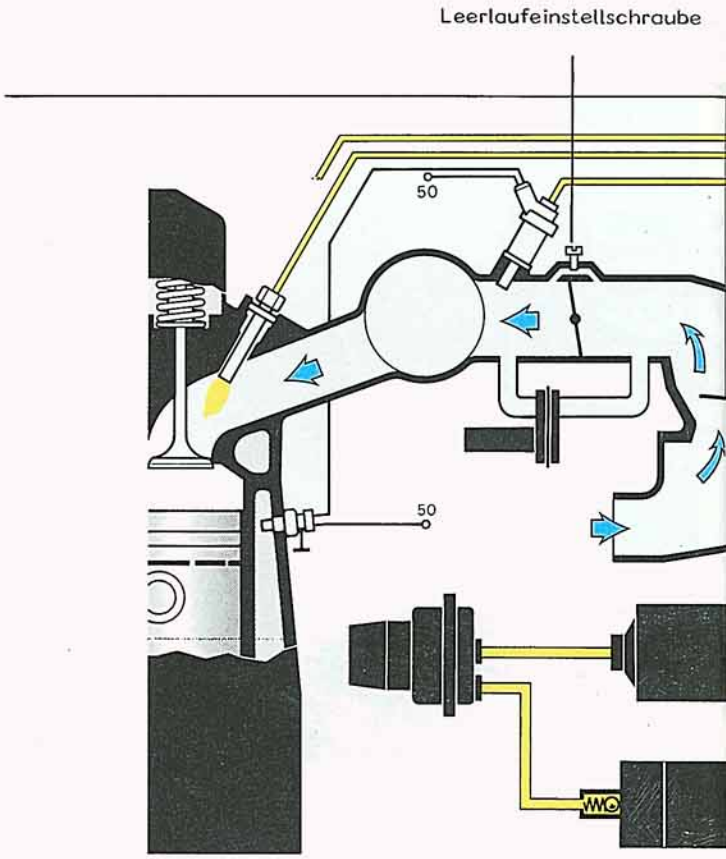


Die CO-Einstellschraube ist durch einen Gummistopfen oder Vergußmasse im Kraftstoffmengenteiler abgedeckt. Die CO-Einstellung muß nach den Vorschriften im Reparaturleitfaden vorgenommen werden.

Luftmengenmesser

Der Luftmengenmesser ist vor der Drosselklappe angeordnet.





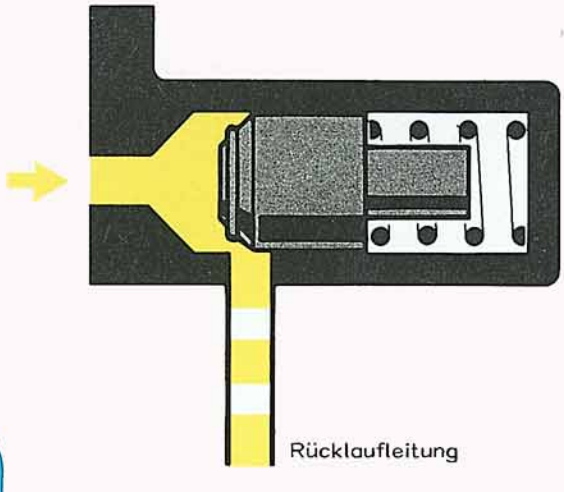
So funktioniert es

Durch die vom Motor angesaugte Luft wird die Stauscheibe angehoben und durch Hebelwirkung der Steuerkolben bewegt, der die Kraftstoffmenge bestimmt.

Systemdruckregler

So funktioniert es

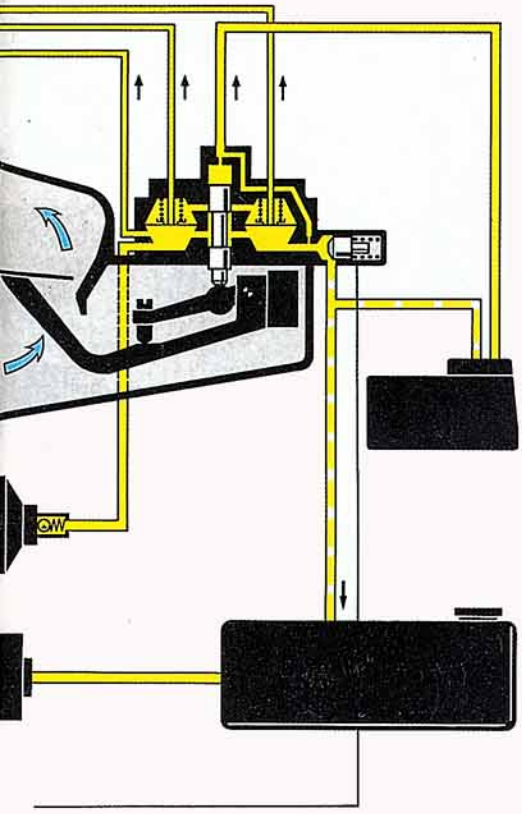
Der Systemdruckregler begrenzt den Systemdruck auf einen festgelegten Wert. Der Systemdruck ist für die verschiedenen Motoren unterschiedlich hoch. In neueren Anlagen ist der Systemdruckregler mit einem zusätzlichen Aufstoßventil ausgerüstet. Die Funktion ist auf der Seite 21 beschrieben.

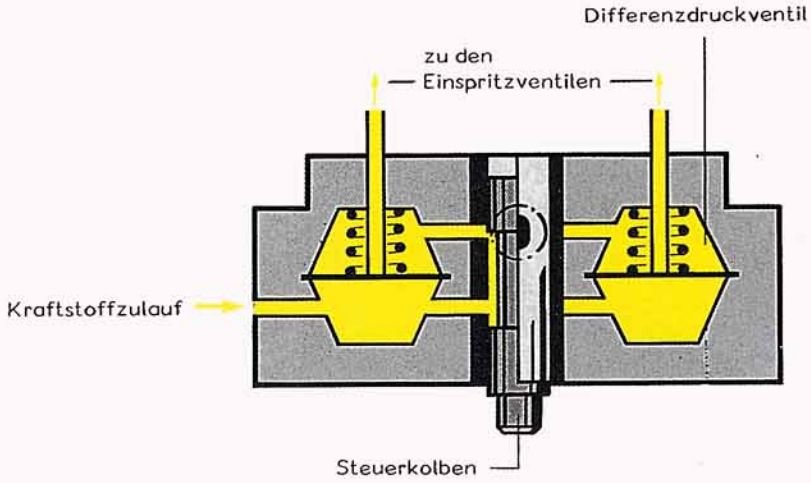


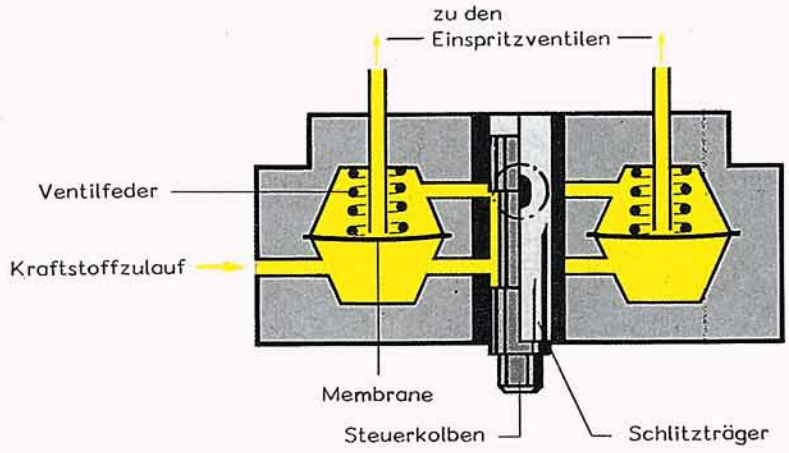
Die Einstelldaten finden Sie in den Reparaturleitfäden für die entsprechenden Motoren.

Kraftstoffmengenteiler

Der Kraftstoffmengenteiler hat für jeden Zylinder ein Differenzdruckventil.
Je nach Stellung des Steuerkolbens,
gelangt durch die Differenzdruckventile mehr oder weniger Kraftstoff zu den Einspritzventilen.

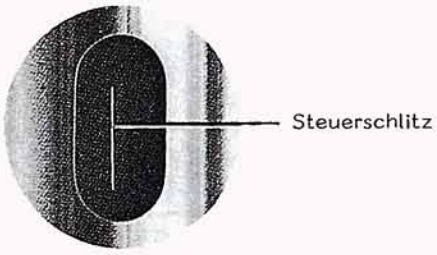






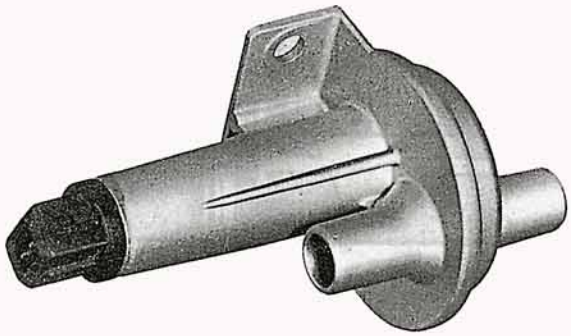
So funktioniert es

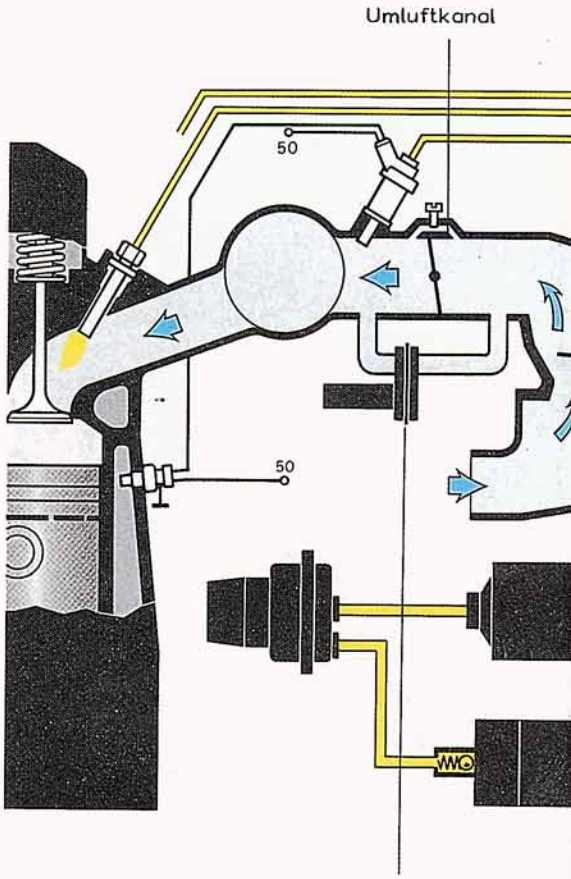
Durch Anheben der Stauscheibe gibt der Steuerkolben den Kraftstoffzulauf über die Steuerschlitze im Schlitzträger frei. (Pro Zylinder ein Steuerschlitz). Kraftstoff- und Federdruck sind jetzt auf der Membranoberseite größer. Die Membrane wird etwas nach unten gedrückt und die Leitungen zu den Einspritzventilen freigegeben.



Zusatzluftschieber

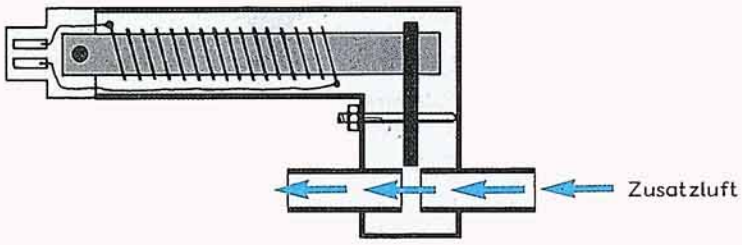
Der Zusatzluftschieber sorgt über den Bypaß für mehr Luft. Diese Zusatzluft wird auch von der Stauscheibe gemessen. Die Stauscheibe geht etwas höher und der Steuerkolben wird entsprechend höher gehoben. Dadurch wird die Zusatzluft mit dem nötigen Kraftstoff angereichert.
Dieses zusätzliche Gemisch wird gebraucht, um die Kaltlaufreibwiderstände zu überbrücken.



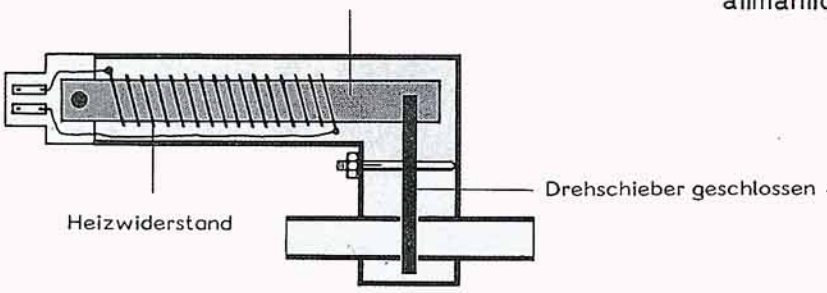


So funktioniert es

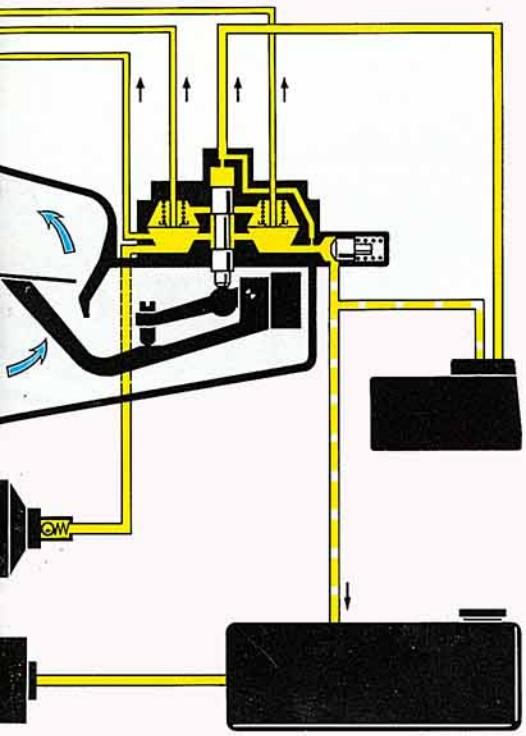
Beim Kaltstart ist der Drehschieber für die Zusatzluft geöffnet.

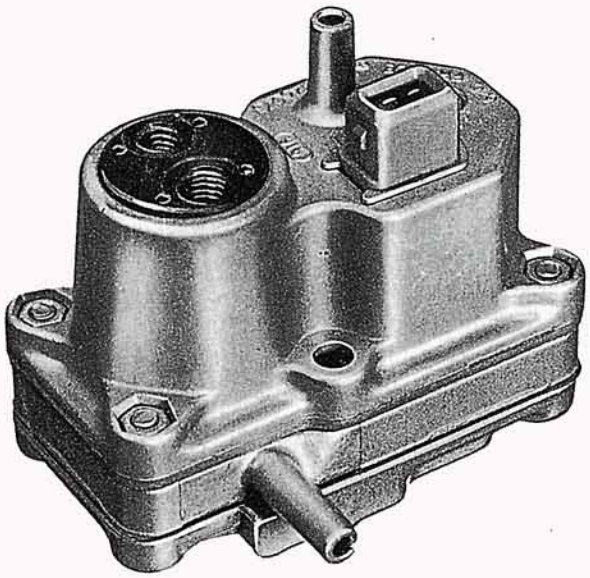


Ein Bimetallstreifen wird elektrisch beheizt. Dadurch wird der Drehschieber betätigt und der Durchgang für die Zusatzluft allmählich gesperrt.



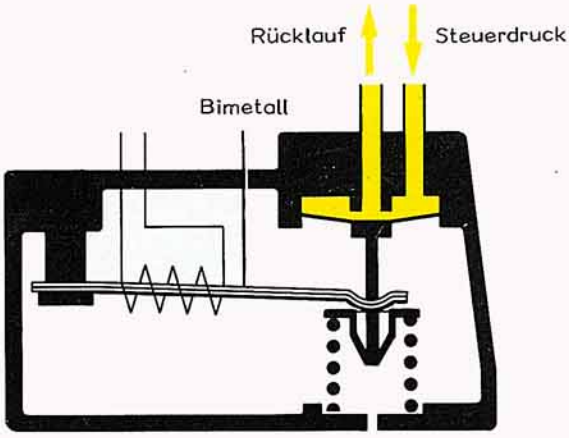
Der Warmlaufregler sorgt während der Warmlaufphase für die Kraftstoffanreicherung.
Damit wird Kraftstoffniederschlag an den kalten Saugrohrwänden ausgeglichen.



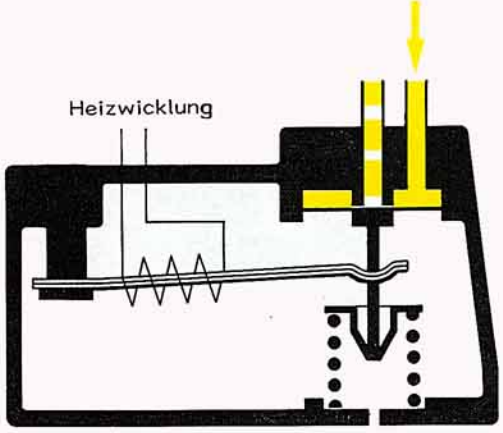


So funktioniert es

Beim kalten Motor drückt die Bimetallfeder über den Teller auf die Ventilfeder.
Das Ventil zur Rücklaufleitung wird entlastet und die Rücklaufleitung geöffnet.
Der Druck über dem Steuerkolben wird abgebaut.
Bei gleicher Luftmenge wird die Stauscheibe und damit auch der Steuerkolben etwas mehr angehoben.
Dadurch gelangt mehr Kraftstoff zu den Einspritzventilen. Es wird angereichert.



Durch Aufheizen der Bimetallfeder wird die Ventilfeder nach und nach entlastet.
Der Steuerdruck erreicht allmählich den konstruktiv vorgegebenen Wert.
Die Anreicherung entfällt.

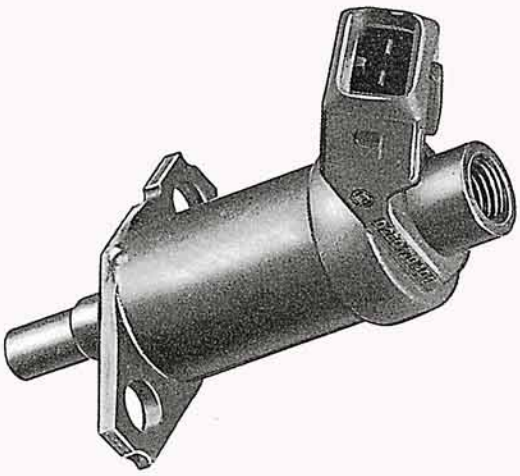


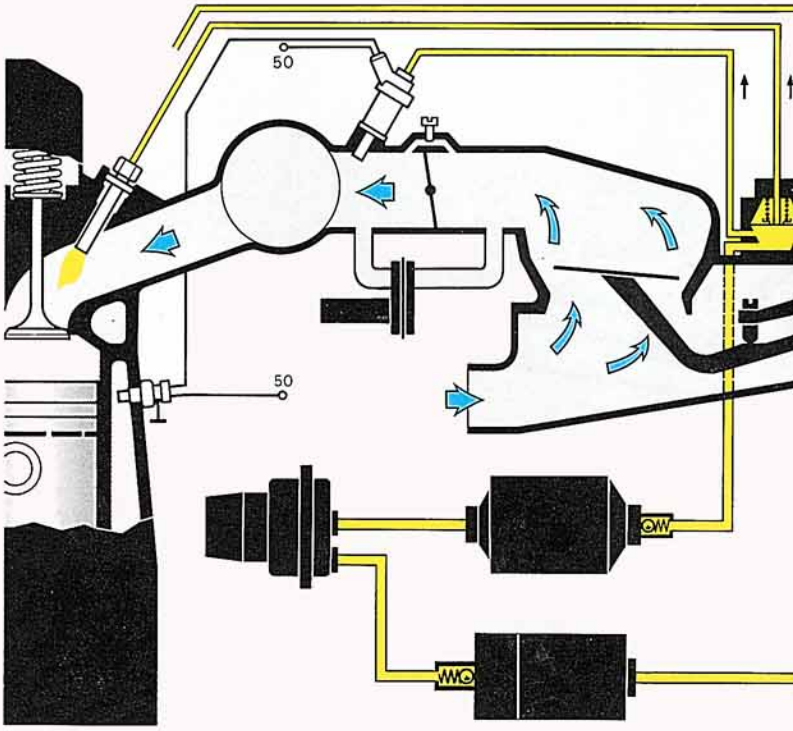
Warmlaufregler gibt es in zwei Ausführungen.
Für 4-Zylindermotoren ohne Vollastanreicherung.
Für 5-Zylindermotoren mit Vollastanreicherung.
Die Funktion ist auf Seite 23 beschrieben.

Sonstige Bauteile

Kaltstartventil

Das Kaltstartventil spritzt beim Kaltstart zusätzlich Kraftstoff in das Saugrohr.
Das Kaltstartventil wird von Klemme 50 mit Spannung versorgt.
Für 5-Zylindermotoren gibt es Anlagen, die über das Kaltstartventil auch den Heißstart verbessern.

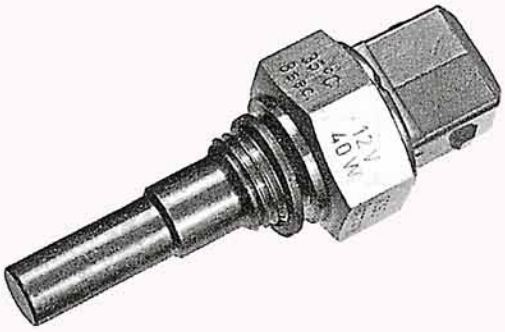




Thermozeitschalter

Der Thermozeitschalter
schließt den Stromkreis für das Kaltstartventil

- In Abhängigkeit von der Motortemperatur
- In Abhängigkeit von der Anlaßzeit

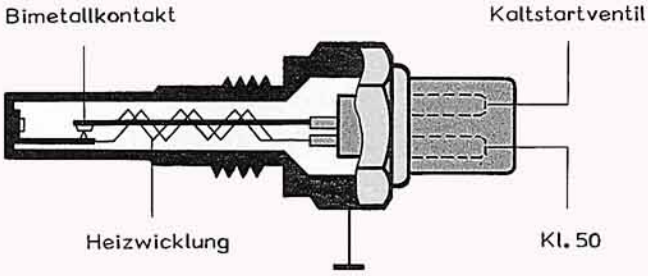


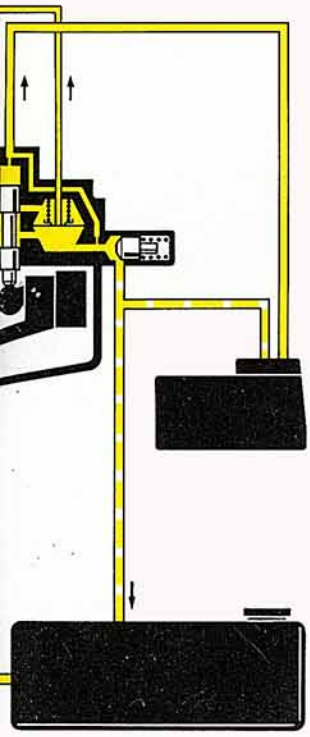
So funktioniert es

Beim Start unter 35°C ist der Bimetall-Kontakt im Thermozeitschalter geschlossen. Das Kaltstartventil ist über den Thermozeitschalter mit Masse verbunden. Das Kaltstartventil spritzt zusätzlich Kraftstoff ein.

Gleichzeitig wird über Kl. 50 eine Heizwicklung versorgt, der Kontakt nach einiger Zeit geöffnet und damit das Kaltstartventil geschlossen.

Bei warmem Motor wird das Kaltstartventil nicht angesteuert, weil durch die Kühlmitteltemperatur der Bimetallkontakt im Thermozeitschalter geöffnet ist.

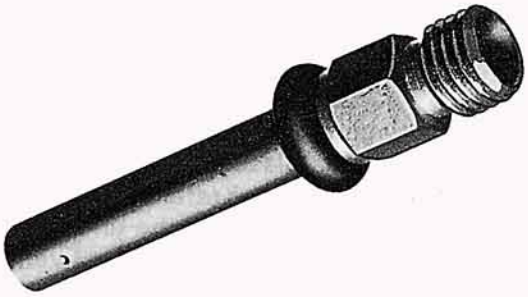




Einspritzventile

- o spritzen ständig fein zerstäubten Kraftstoff in die Saugkanäle vor die Einlaßventile.
- o sind in das Saugrohr nur eingesteckt nicht eingeschraubt.
- o öffnen bei einem bestimmten Druck

Ab 9.78 sind die Einspritzventile auf einen Öffnungsdruck von 3,5 bar Überdruck eingestellt. Die neuen Einspritzventile dürfen nur mit dem neuesten Druckspeicher gepaart werden.



Bis 8.78 Öffnungsdruck 2,8 bar Überdruck

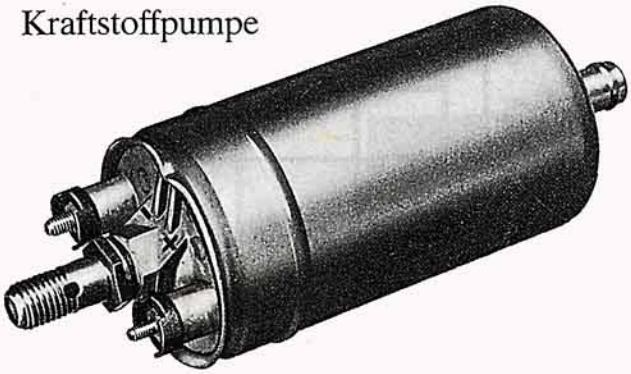
Ab 9.78 Öffnungsdruck 3,5 bar Überdruck

Kraftstoffilter

Das Kraftstoffilter reinigt den Kraftstoff und muß je nach Fahrzeugtyp in den vorgeschriebenen Abständen gewechselt werden.

Werden infolge eines Unfalls Kraftstoffleitungen beschädigt, verhindert ein Rückschlagventil das Auslaufen von Kraftstoff.

Kraftstoffpumpe



Die Elektro-Kraftstoffpumpe versorgt die Anlage mit Kraftstoff. Die Kraftstoffpumpen sind in der Nähe des Kraftstoffbehälters eingebaut. Beim neuen Passat mit K-Jetronic ist die Kraftstoffpumpe in den Kraftstoffbehälter eingebaut. Auswechselbare Rückschlagventile in den Elektro-Kraftstoffpumpen verhindern, daß Kraftstoff in den Behälter zurückläuft.
Die elektrische Schaltung ist auf Seite 37 beschrieben.

Im zugehörigen Reparaturleitfaden und den Technischen Merkblättern können Sie nachlesen, welche Teile eingebaut werden müssen und welche miteinander kombiniert werden können.

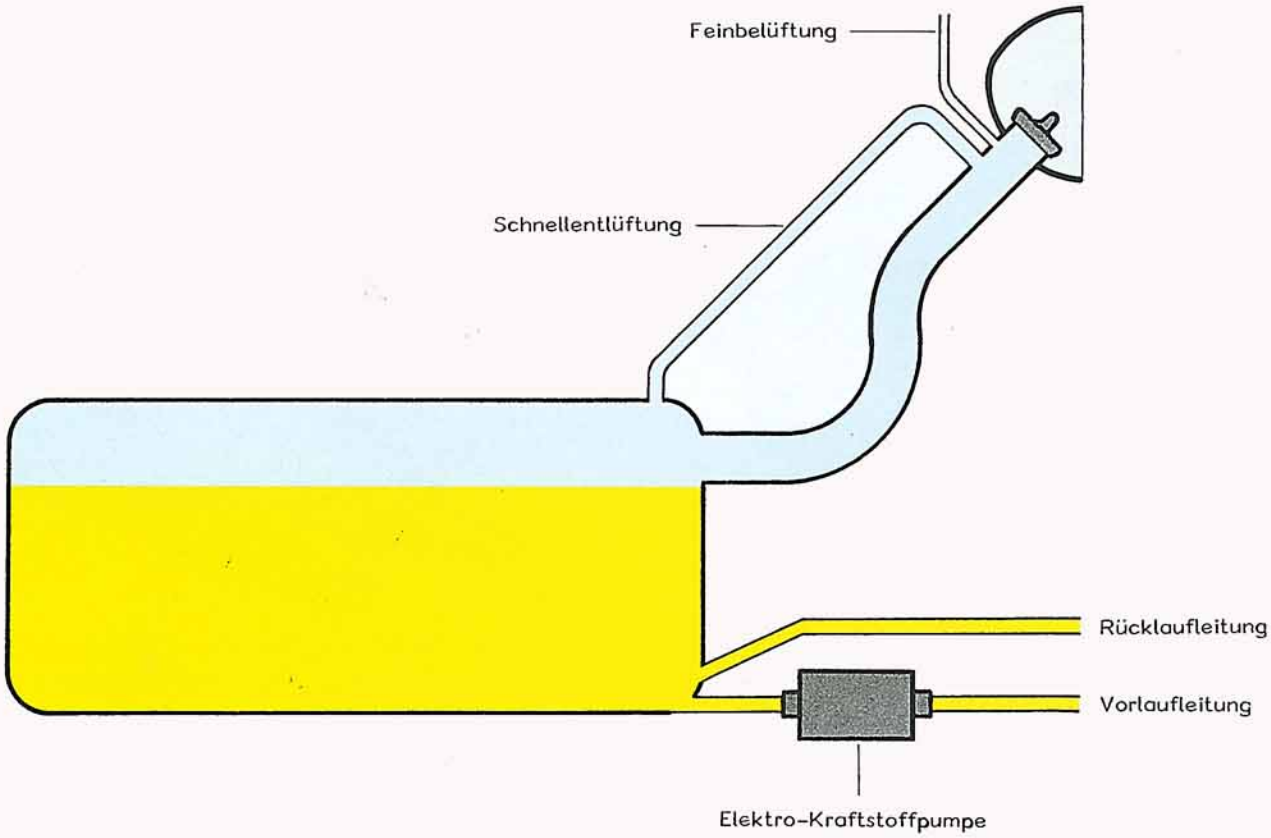
Kraftstoffversorgung

Bei den Fahrzeugen mit K-Jetronic gibt es unterschiedliche Anlagen für die Kraftstoffversorgung. Je nach Typ, Baujahr und Vorschriften in den Märkten, werden dabei unterschiedliche Bauteile verwendet.

Es gibt Anlagen, die drucklos arbeiten und andere, die im Betrieb unter einem gewissen Druck stehen. Damit wird Dampfblasenbildung in den Leitungen vermindert und die Arbeit der Elektro-Kraftstoffpumpe erleichert.
Wichtig ist, daß alle Schläuche und Klemmschellen festen Sitz haben, um Kraftstoff und Druckverluste zu vermeiden und Verunreinigungen des Systems zu verhindern.

Druckloses System

Audi 80 und Quattro mit stehendem Tank

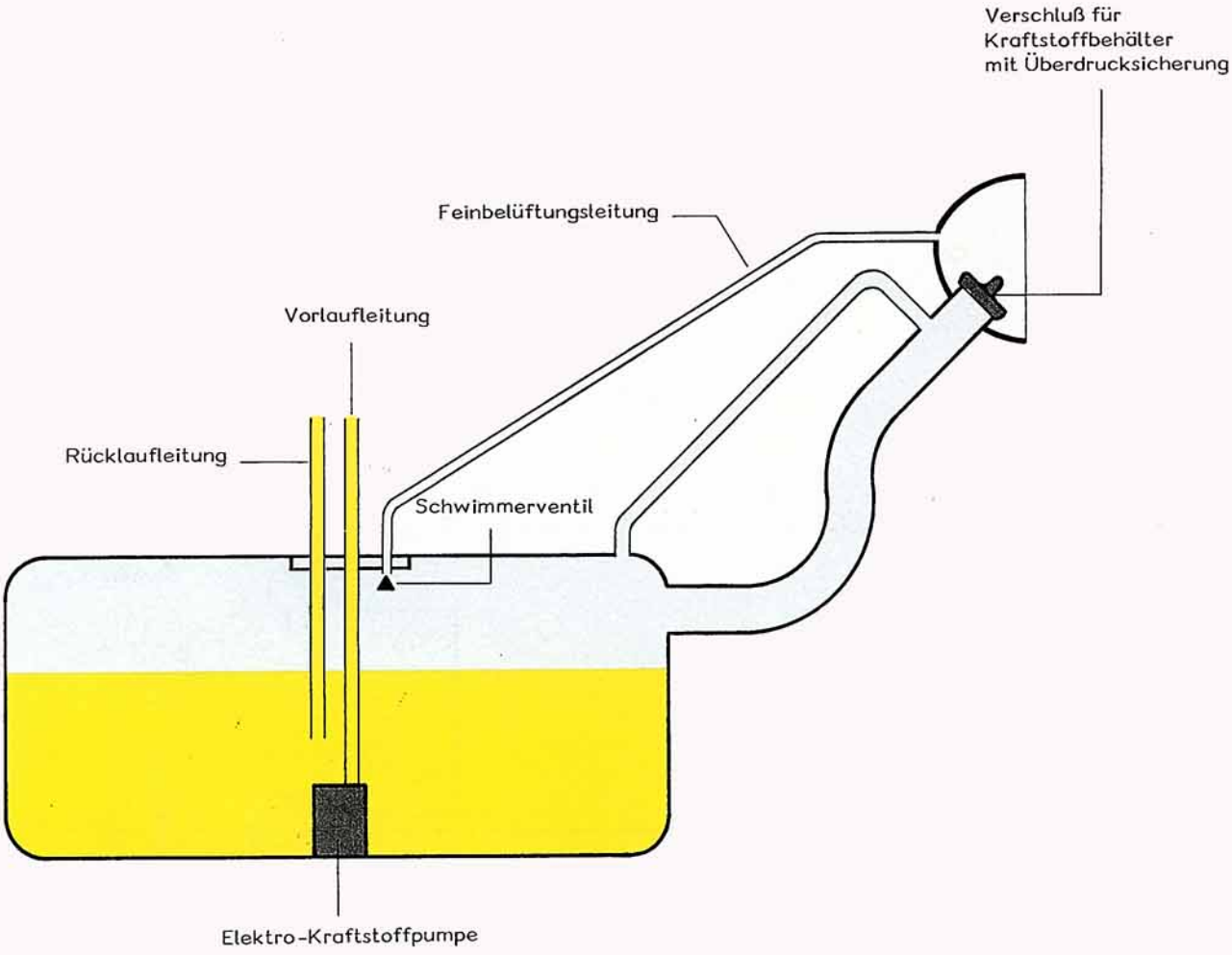


So funktioniert es

Beim Audi 80 und Quattro ist der Kraftstoffbehälter stehend eingebaut. Dadurch steht immer eine Kraftstoffsäule über der Kraftstoffpumpe. Es wird immer Kraftstoff angesaugt.
Dampfblasenbildung wird vermindert. Wird Kraftstoff abgesaugt, gelangt Luft über die Feinbelüftung in den Kraftstoffbehälter.

Druckloses System

Der Passat Modelljahr '81 mit K-Jetronic ist mit einer Elektro-Kraftstoffpumpe ausgerüstet, die im Kraftstoffbehälter eingebaut ist.



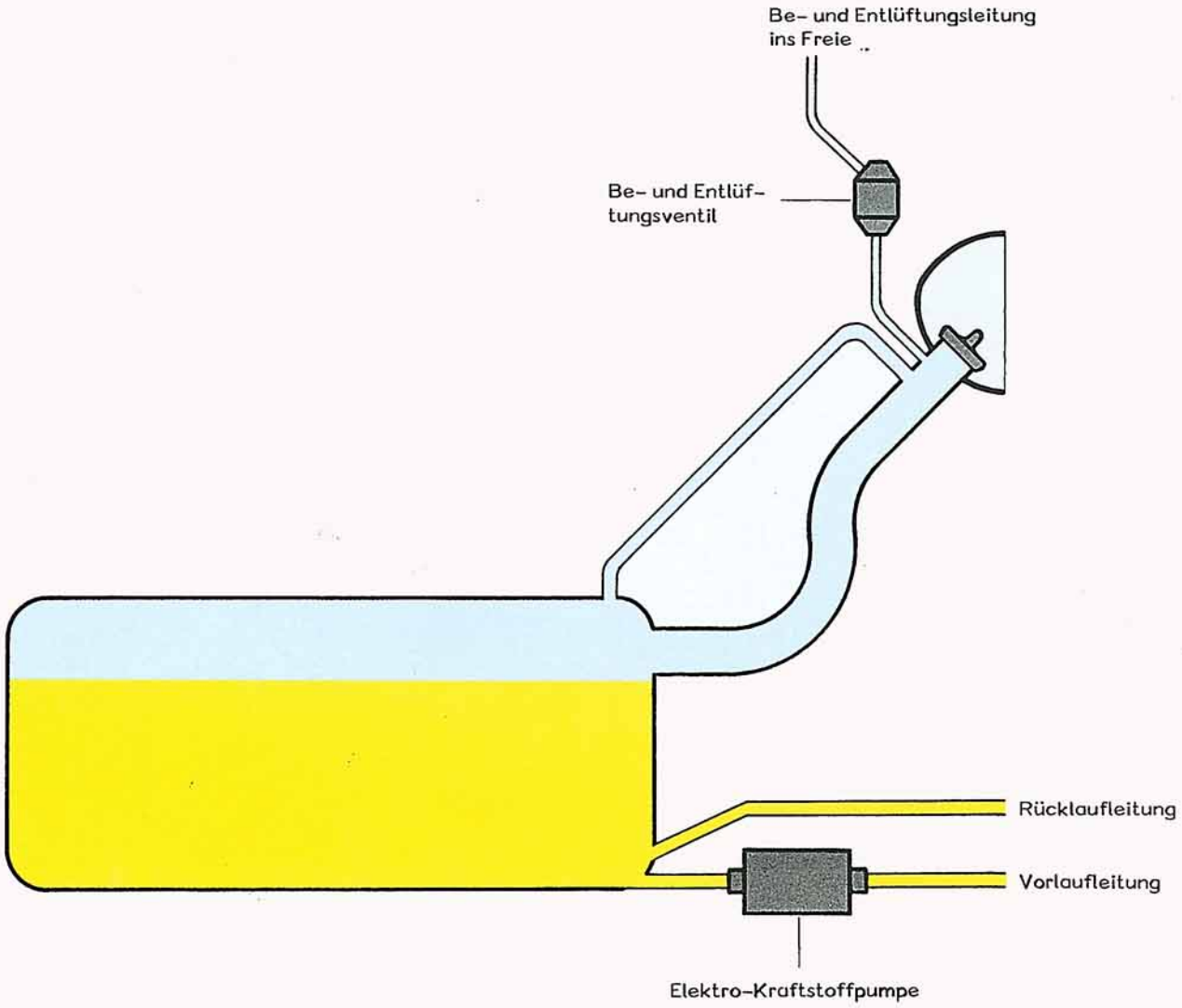
So funktioniert es

Die Kraftstoffpumpe ist am Boden des Kraftstoffbehälters eingesetzt.
Die Stromzuführung über Leitungen durch den Deckel mit Geber für Kraftstoffvorratsanzeige.
Wird Kraftstoff abgesaugt, gelangt Luft über die Feinbelüftungsleitung in den Kraftstoffbehälter.
Ist der Feinbelüftungsschlauch verstopft, kann im Kraftstoffbehälter Druck entstehen.
Der Verschluß für den Kraftstoffbehälter ist so ausgebildet,
daß entstehender Druck durch Abheben der Dichtung entweichen kann.
Bei Schräglage des Fahrzeugs verschließt ein Schwimmerventil die Belüftungsleitung und verhindert, daß Kraftstoff ausläuft.

Fahrzeuge mit Drucksystem

Golf, Jetta, Scirocco, Audi 100/200

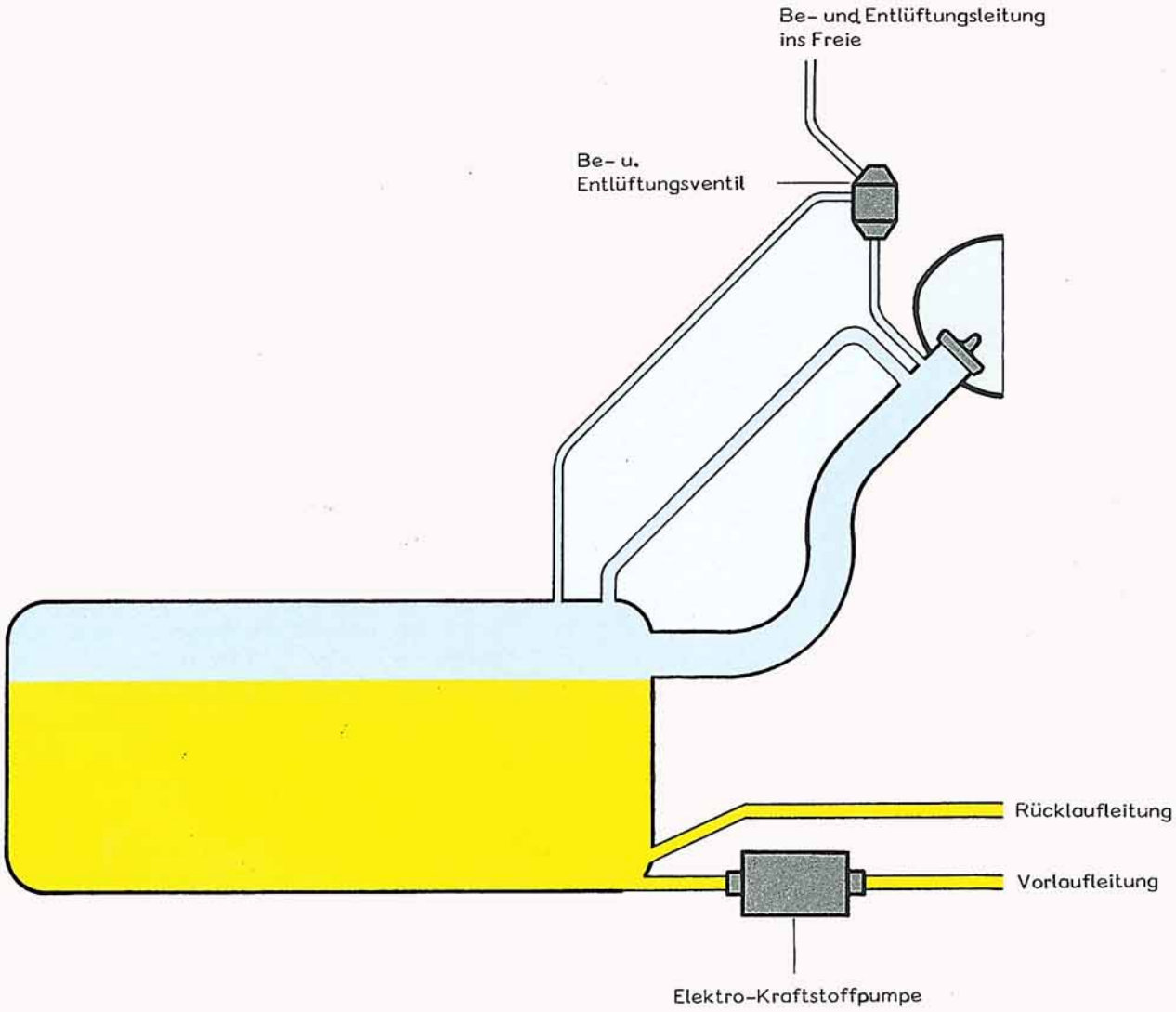
Bei diesen Modellen mit flach liegendem Kraftstoffbehälter ist im Kraftstoffsystem ein geringer Überdruck.
Der Überdruck wird vom Be- und Entlüftungsventil gehalten, das in das Be- und Entlüftungssystem eingebaut ist.
Durch den Druck im System wird Dampfblasenbildung vermindert.



So funkioniert es

Wenn der Motor läuft, wird von der Kraftstoffpumpe mehr Kraftstoff gefördert als der Motor braucht.
Der Überschuß gelangt aufgewärmt und mit Dampfblasen angereichert über die Rücklaufleitung zurück zum Kraftstoffbehälter.
Weil das Volumen jetzt größer ist, entsteht im Kraftstoffbehälter ein gewisser Überdruck, der durch das Be- und Entlüftungsventil reguliert wird.
Wird der Verschluß geöffnet, entweicht der Überdruck mit einem leichten Zischen.

Es gibt aber auch Be- und Entlüftungsventile mit drei Anschlüssen.
Der dritte Anschluß ist über eine weitere Leitung mit dem Kraftstoffbehälter verbunden.
Über diese Leitung kann Kraftstoff in den Kraftstoffbehälter zurücklaufen.

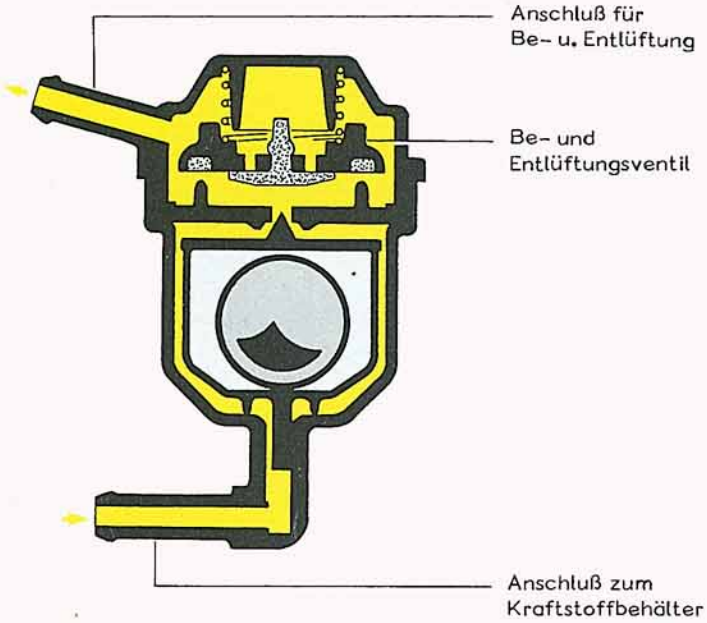


Achtung

Be- und Entlüftungsventile müssen senkrecht eingebaut werden.
Bei Schräglage verschließt das Schwerkraftventil die Belüftungsbohrung.
Dadurch entsteht Unterdruck, der den Kraftstoffbehälter bis zur Zerstörung verformen kann.

Be- und Entlüftungsventile

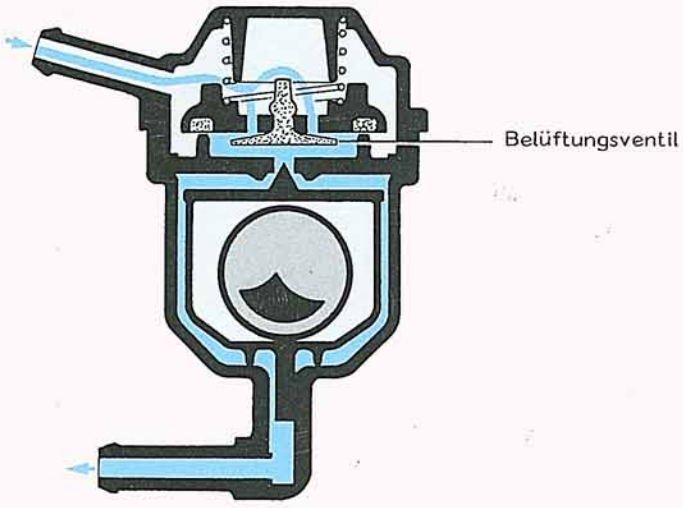
Be- und Entlüftungsventile gibt es in verschiedenen Ausführungen.



Be- und Entlüftungsventil mit
Schwerkraftventil als Auslaufsicherung

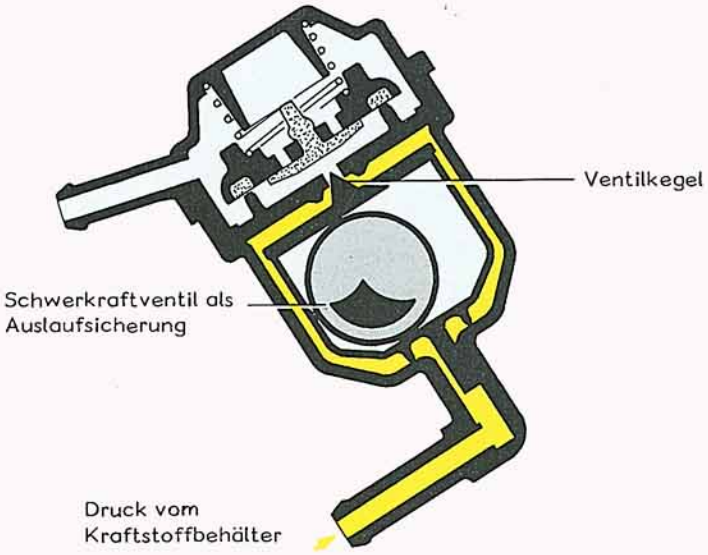
So funktioniert es

Wenn der Motor läuft, ist der Kraftstoff im Umlauf. Das heißt, überschüssiger Kraftstoff fließt angewärmt zurück in den Kraftstoffbehälter.
Dabei vergrößert sich nach einer gewissen Betriebszeit das Kraftstoffvolumen und durch Gase entsteht ein geringer Druck im Kraftstoffbehälter. Wird ein konstruktiv vorgegebener Druck überschritten, öffnet das Entlüftungsventil. Der Überdruck kann über den Be- und Entlüftungsschlauch entweichen.



Belüftung

Wird der Motor kalt gestartet, wird zunächst viel Kraftstoff verbraucht. Im Kraftstoffbehälter entsteht zunächst ein geringer Unterdruck. Erreicht der Unterdruck einen bestimmten Wert, öffnet das Belüftungsventil und läßt Luft einströmen. Wenn Verbindungsschläuche nicht dicht sind, kann bei Unterdruck Schmutz und Feuchtigkeit eindringen. Wird der Motor abgestellt, kühlt das Kraftstoff-System ab. Das System muß belüftet werden, weil der Druck im System abfällt.

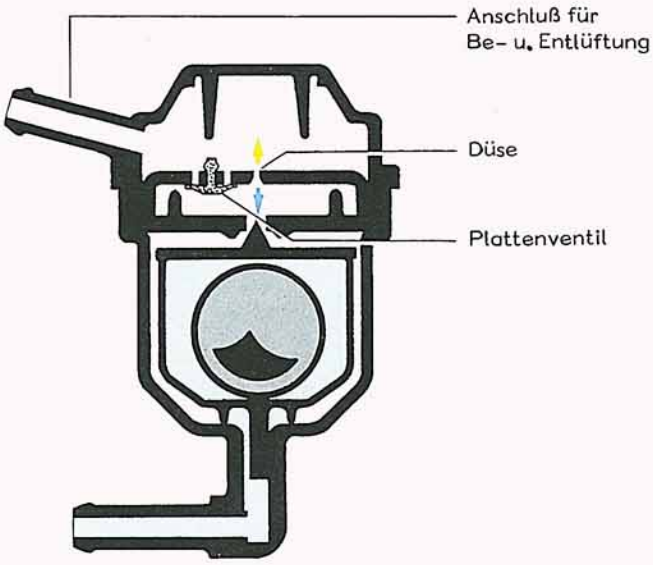


Fahrzeuge in Schräglage

Bei einer Schräglage des Fahrzeugs über 37°, zum Beispiel bei einem Unfall, verschließt der Ventilkegel die Be- und Entlüftungsbohrung.

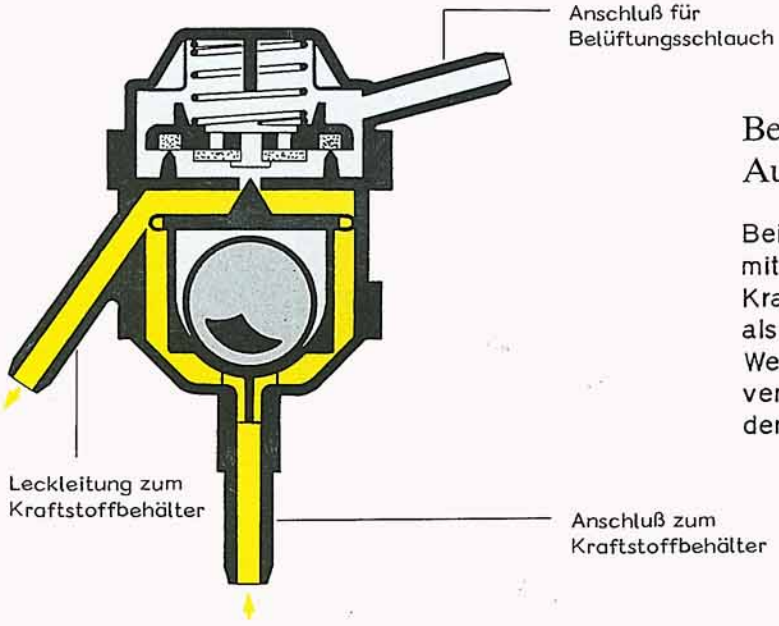
Die Prüfung der Be und Entlüftungsventile ist in den zugehörigen Reparatur-Leitfäden beschrieben.

So funktioniert es



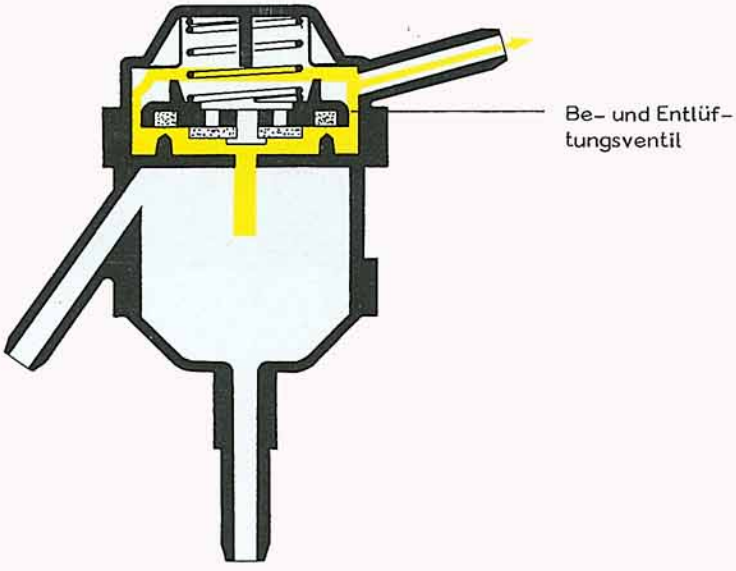
Ventil mit Belüftungsdüse

Dieses Be- und Entlüftungsventil mit Schwerkraftventil als Auslaufsicherung arbeitet über eine Be- und Entlüftungsdüse. Das System ist drucklos. Ein zusätzliches Plattenventil sorgt bei verstopfter Düse für die Belüftung. Der Kraftstoffbehälter kann durch Unterdruck nicht verformt werden.



Be- und Entlüftungsventil mit Auslaufsicherung (drei Anschlüsse)

Bei diesem Ventil mit drei Anschlüssen, wird der mittlere Anschluß über einen Schlauch mit dem Kraftstoffbehälter verbunden. Diese Leitung dient als Leckleitung.
Wenn Kraftstoff in den Raum des Schwerkraftventils gelangt, kann er durch die Leckleitung in den Kraftstoffbehälter zurücklaufen.



Ventil ohne Auslaufsicherung

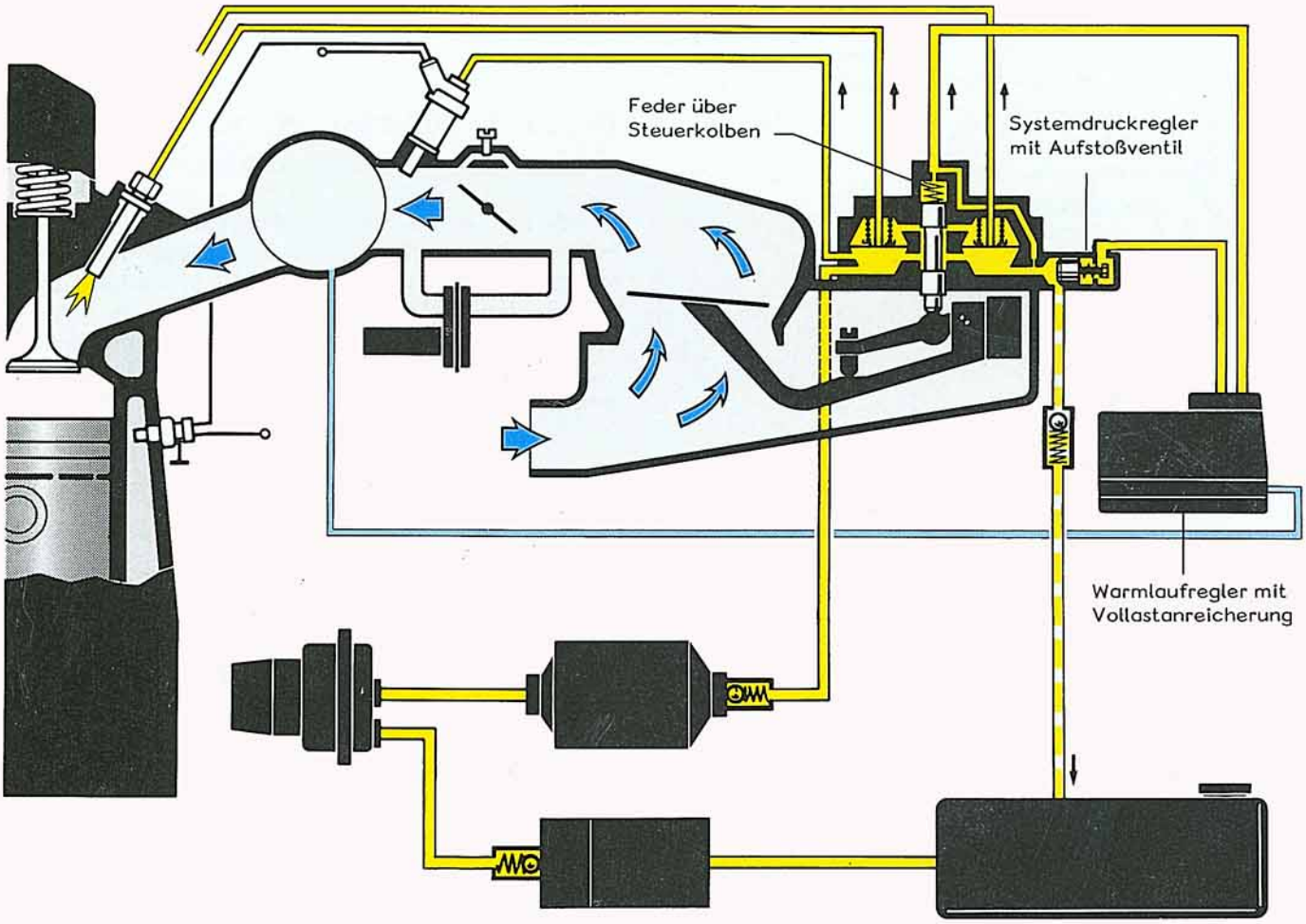
Bei diesem Ventil wird der Druck im System durch das Be- u. Entlüftungsventil gehalten. Bei Schräglage kann Kraftstoff über den dritten An - schluß zum Kraftstoffbehälter zurückfließen.

Verbesserungen an Bauteilen

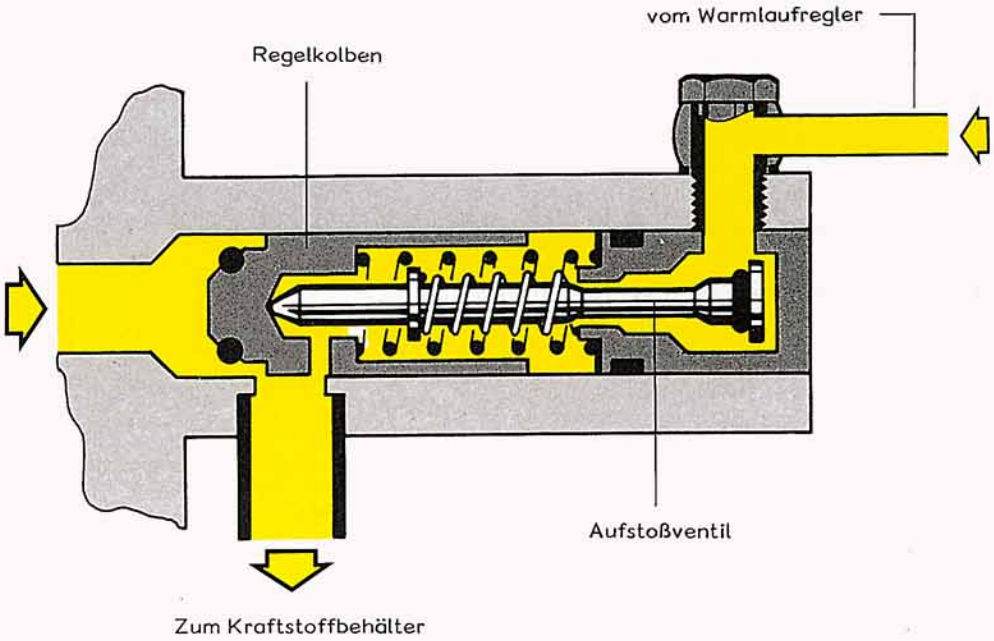
- Feder über dem Steuerkolben
  Die Feder hält den Steuerkolben in Kontakt mit dem Arm der Stauscheibe.
  Wird der Motor abgestellt, nimmt der Steuerkolben die unterste Stellung ein.

- Systemdruckregler mit Aufstoßventil
  Durch das Aufstoßventil wird der Haltedruck länger gehalten

- Anreicherung über Warmlaufregler
  Durch die Anreicherung wird der Übergang und die Leistung verbessert.

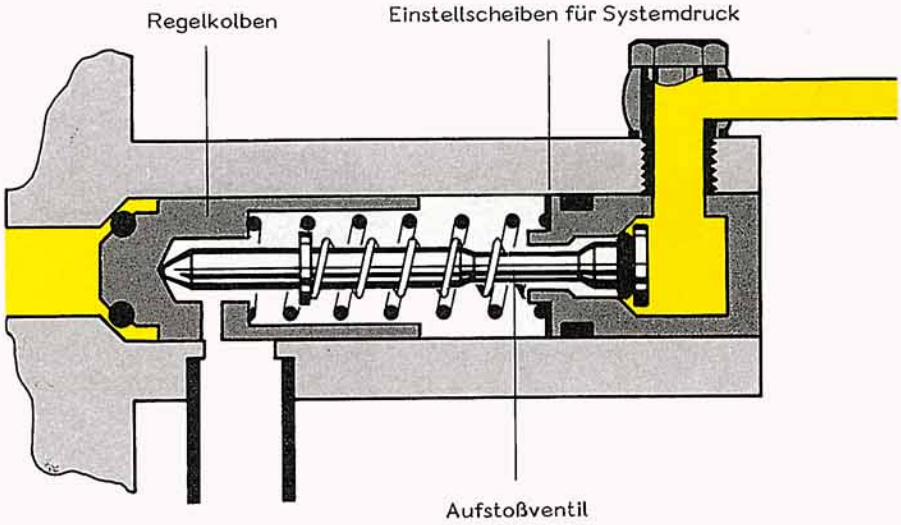


Systemdruckregler mit Aufstoßventil



So funktioniert es

Bei laufendem Motor wird der Regelkolben durch den Systemdruck nach rechts verschoben. Federdruck und Systemdruck wiegen sich aus. Gleichzeitig wird das Aufstoßventil geöffnet. Die Rücklaufmenge vom Warmlaufregler gelangt über das geöffnete Aufstoßventil durch die Rücklaufleitung zum Kraftstoffbehälter.



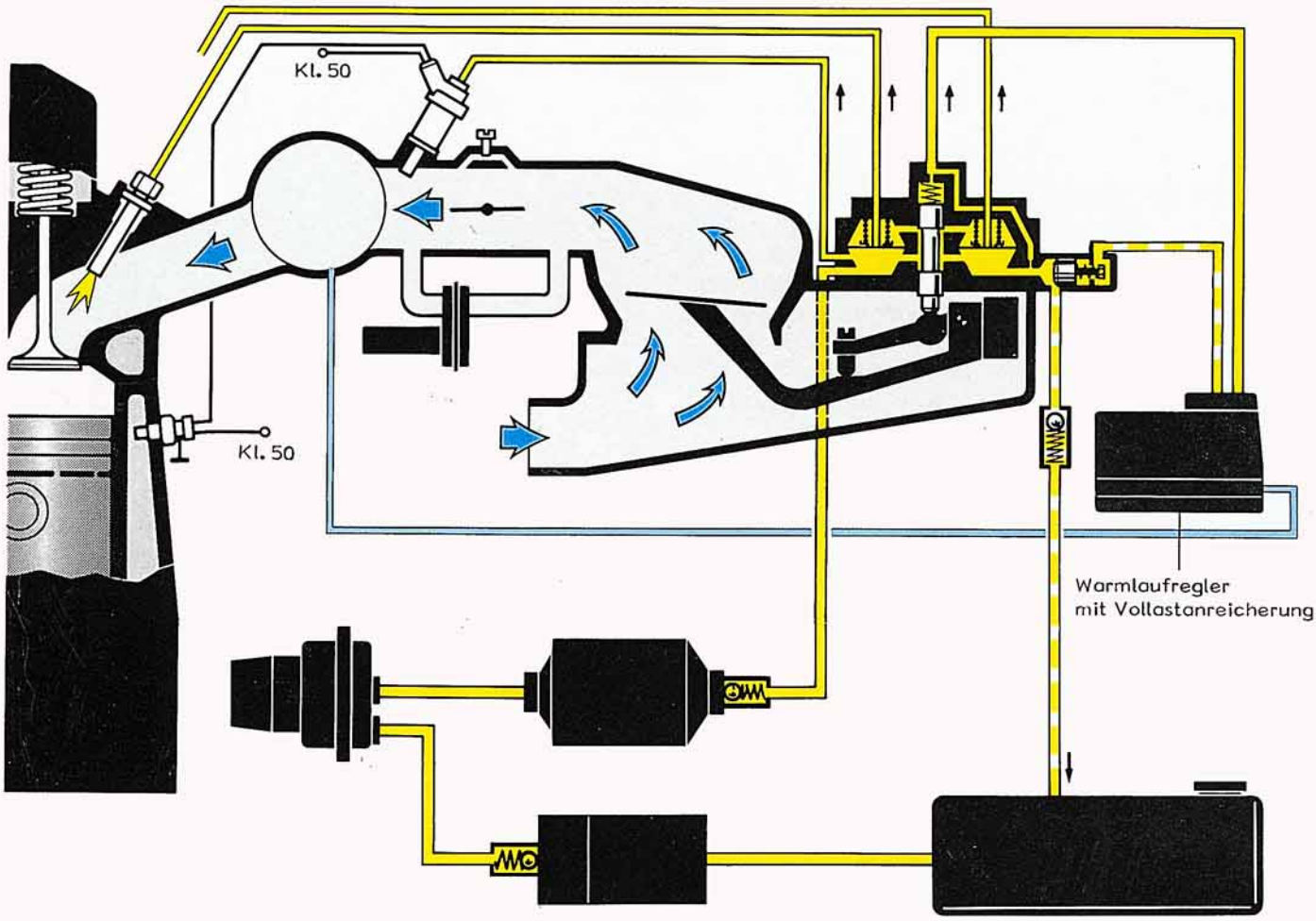
Wird der Motor abgestellt, fällt der Systemdruck ab, bis der Regelkolben und das Aufstoßventil auf den Ventilsitzen aufliegen.
Der noch vorhandene Haltedruck wird durch den Druckspeicher eine bestimmte Zeit gehalten.
Durch den Haltedruck wird Dampfblasenbildung in den Kraftstoffleitungen weitgehend verhindert.
Das Heißstartverhalten wird verbessert.

5 Zylinder-Saug- u. Turbomotor

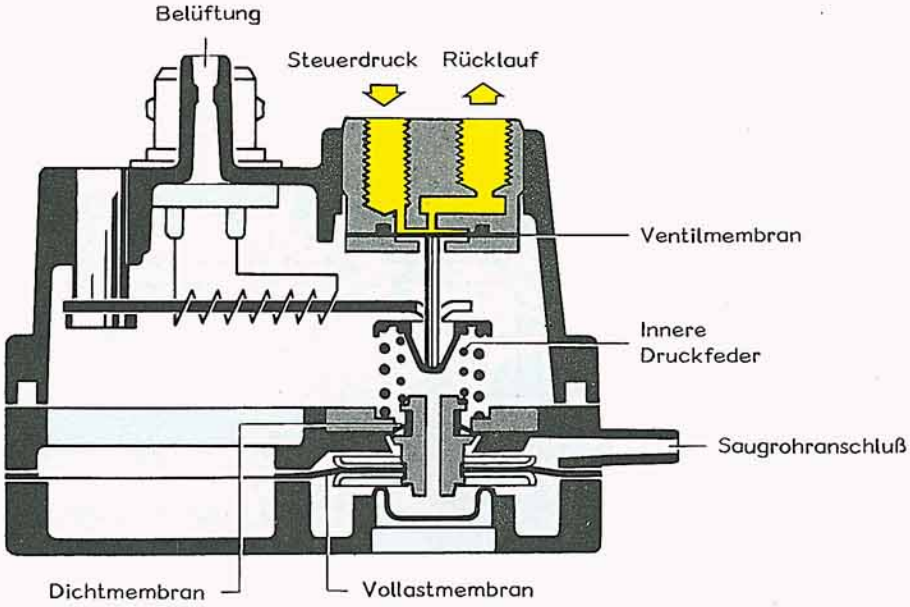
Anreicherung über Warmlaufregler

Beim 5 Zylinder-Saug- und Turbomotor muß zusätzlich angereichert werden:

- Beim Kaltstart, um Kraftstoffniederschlag auszugleichen.
- Bei Teillast - kalt-, um das Beschleunigen zu verbessern.
- Bei Vollast, um die Leistung zu erzielen.



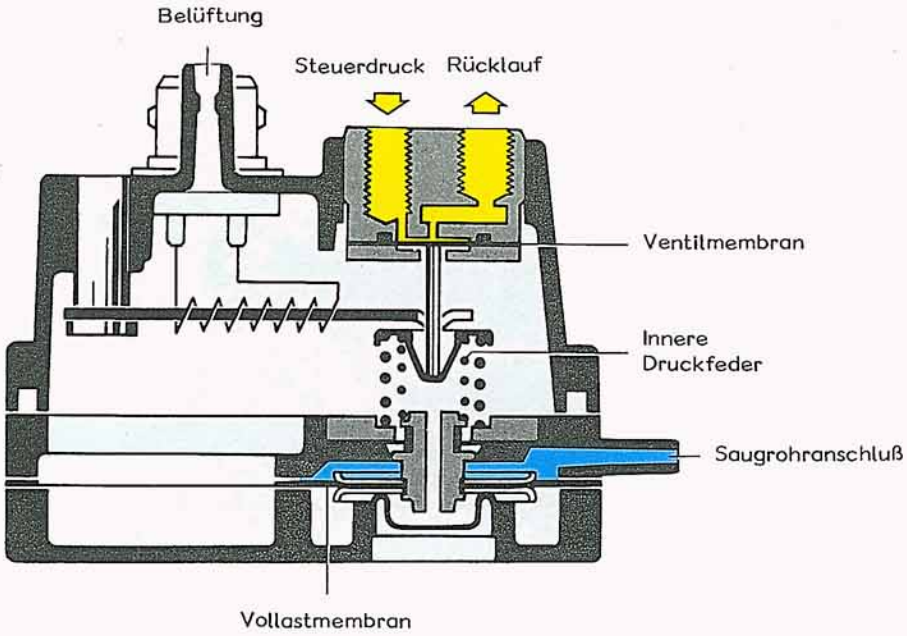
Warmlaufregler – 5-Zylinder-Saugmotor



So funktioniert es

Leerlauf und Teillast

Im Leerlauf und Teillastbereich wird durch den geringen Saugrohrdruck die Vollastmmembran an den oberen Anschlag gezogen. Eine Dichtmembran schließt den Raum nach oben ab.
Die innere Druckfeder wird mehr gespannt und drückt verstärkt auf die Ventilmembran. Dadurch steigt der Steuerdruck.
Es gelangt weniger Kraftstoff zu den Einspritzventilen.

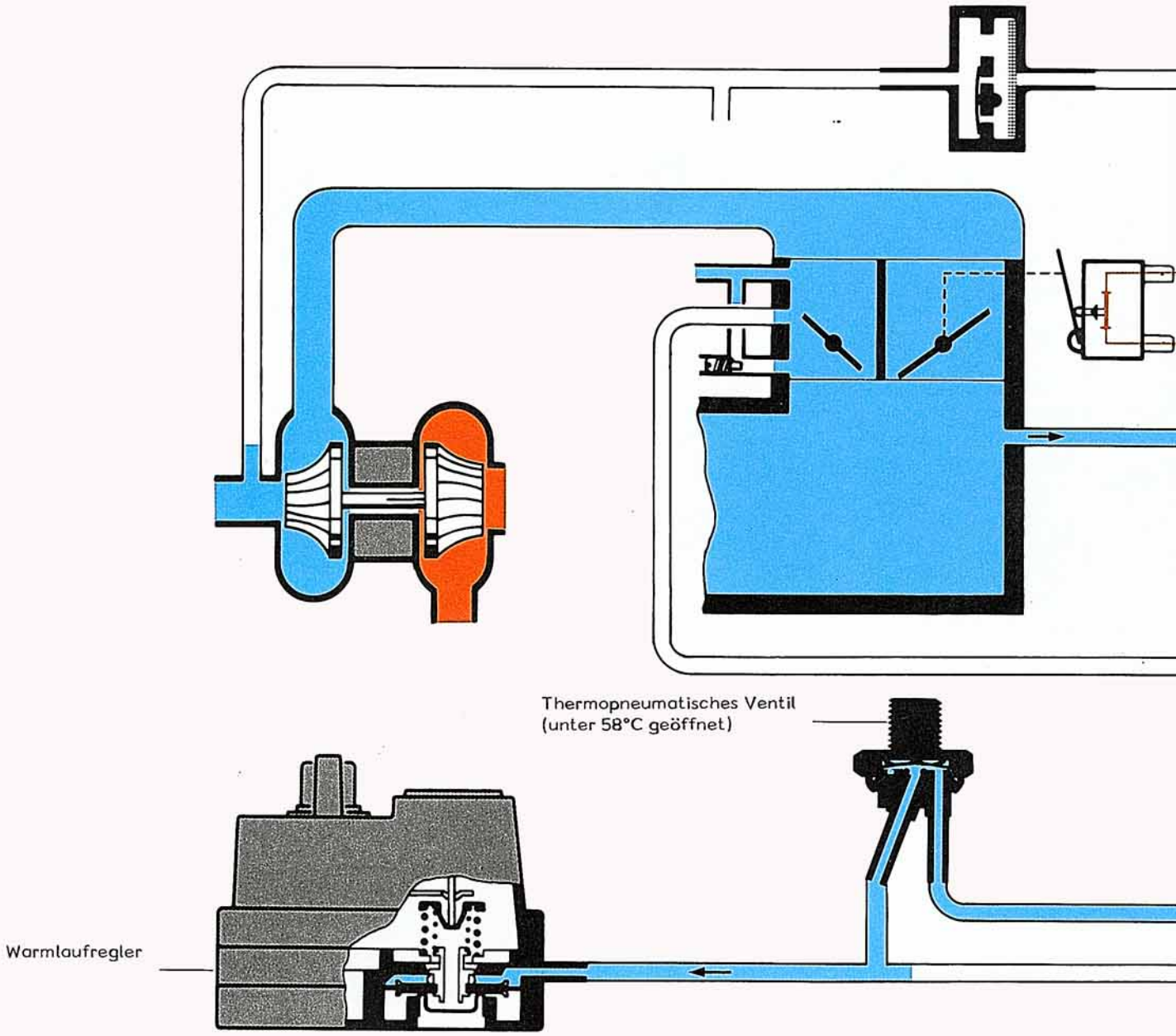


Vollast

Im Vollastbereich ist der Saugrohrdruck höher.
Die Vollastmembran bewegt sich nach unten und entlastet die innere Feder.
Die Ventilmembran wird entlastet und der Steuerdruck etwas geringer.
Der Steuerkolben steigt höher und liefert für die Anreicherung mehr Kraftstoff.

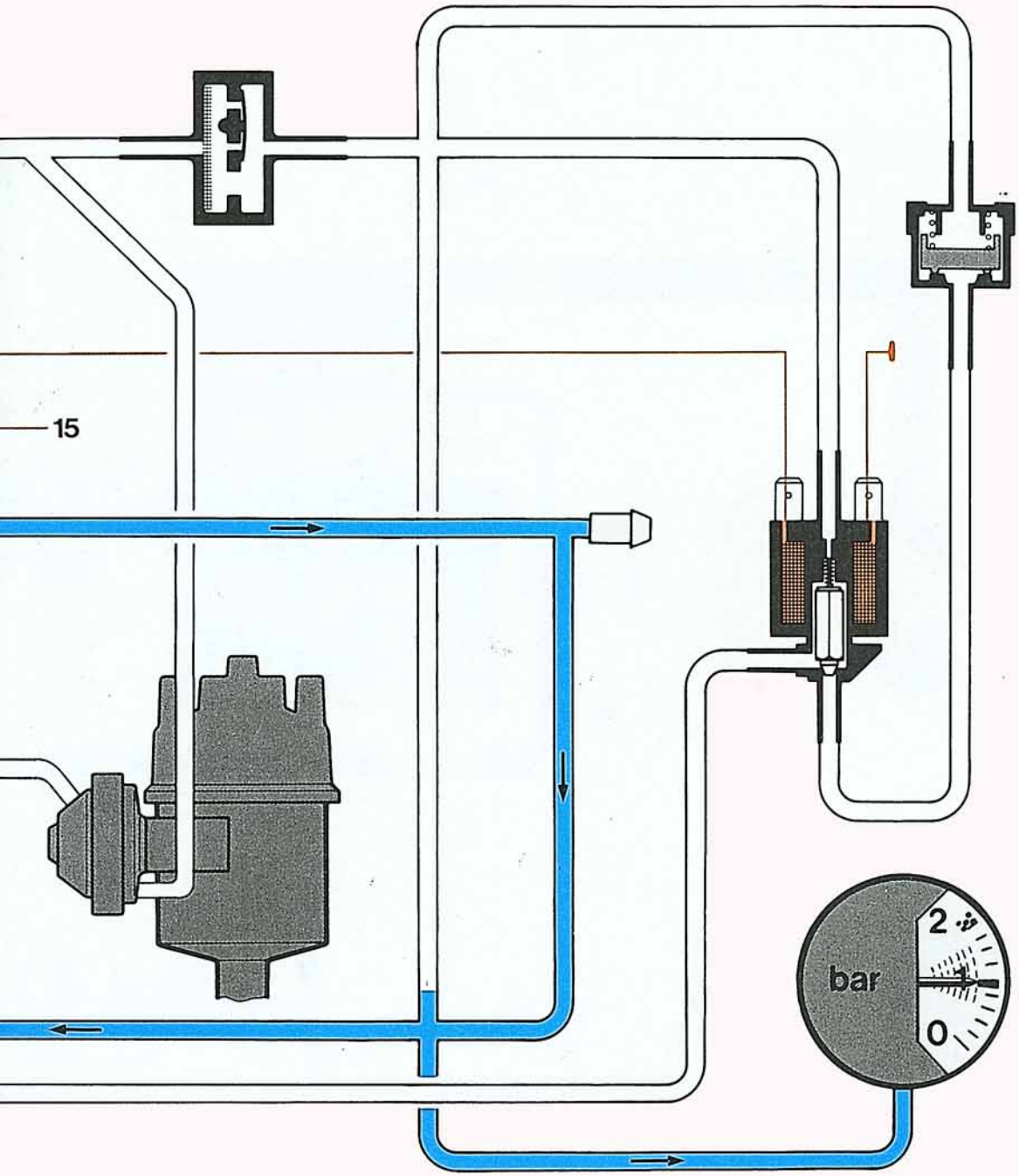
Betriebszustand „kalt abfahren"

Bei kaltem Motor muß beim plötzlichen Gasgeben schon ab mittlerer Teillast angereichert werden. Dadurch werden die Laufeigenschaften bei mittlerer Teillast verbessert.



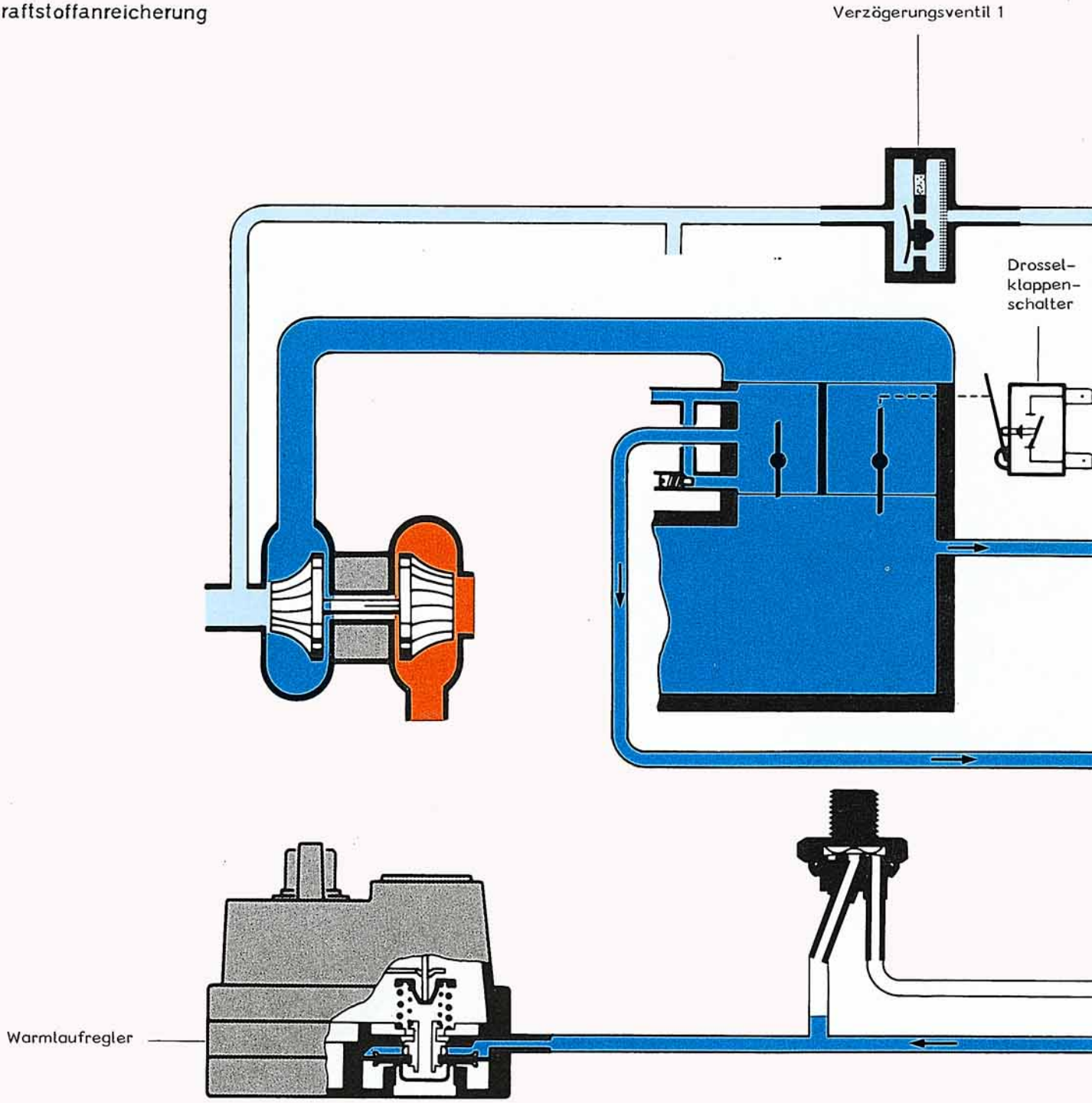
So funktioniert es

Bei einer Kühlmitteltemperatur unter 58°C gelangt Saugrohrdruck durch das geöffnete thermopneumatische Ventil zum Anreicherungssystem mit Warmlaufregler.
Steigt der Saugrohrdruck auf ca. 1 bar an,
wird die Membran mit Hilfe der inneren Feder nach unten bewegt.
Die Ventilmembran wird entlastet, der Steuerdruck wird abgebaut und das Gemisch angefettet.


15
bar
2
1
0

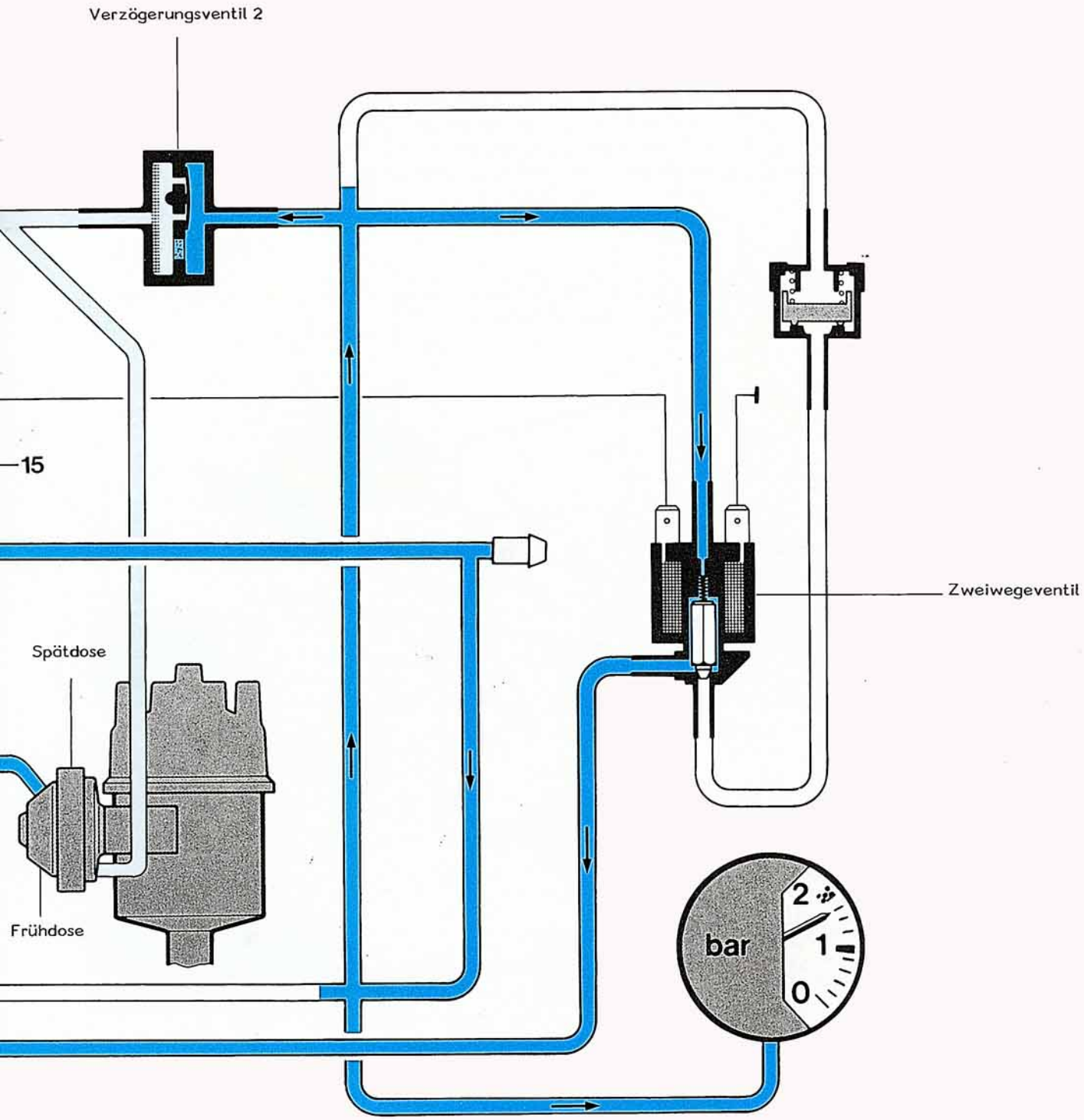
Betriebszustand „Vollast"

Kraftstoffanreicherung



So funktioniert es

Bei voll geöffneter Drosselklappe Stufe 2 unterbricht der Drosselklappenschalter den Stromkreis der Magnetspule im Zweiwegeventil. Das Zweiwegeventil schaltet um und leitet den Überdruck vom Saugrohr zum Anreicherungssystem des Warmlaufreglers. Die Membrane wird mit Hilfe der Feder nach unten bewegt, das Kraftstoff-Luftgemisch wird angereichert, weil der Steuerdruck etwas abfällt.



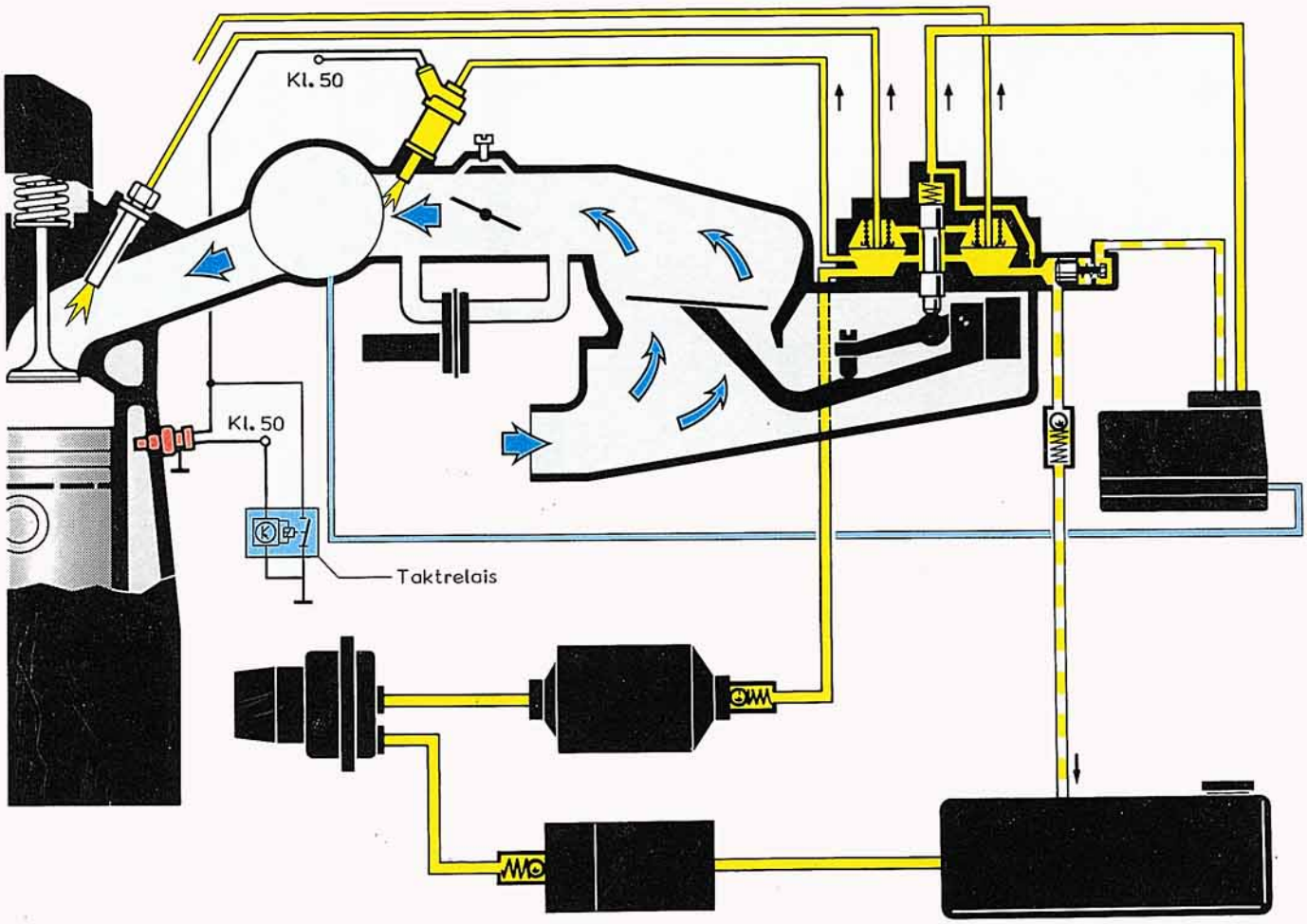
Im Selbststudienprogramm Audi 200 sind die einzelnen Betriebszustände beschrieben.

5 Zylinder-Turbomotor

Das ist neu

Heißstart über Taktrelais und Kaltstartventil

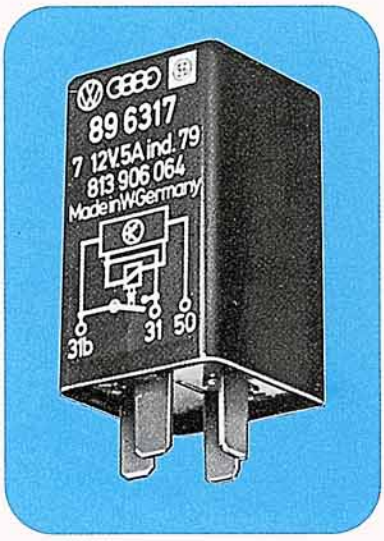
Vorübergehend wurden 5-Zylinder-Turbomotoren mit einem Taktrelais für das Kaltstartventil ausgerüstet.
Wird der Turbomotor nach längerer Fahrt mit hoher Leistung abgestellt, entsteht ein Wärmestau.
Das kann dazu führen, daß in den Einspritzleitungen Dampfblasen entstehen,
die den Heißstart erschweren, weil bei erneutem Start kein Kraftstoff eingespritzt wird.



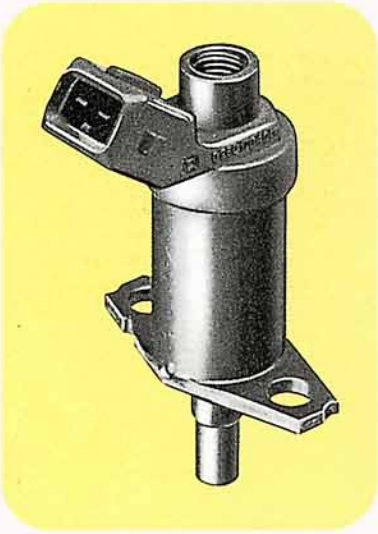
So funktioniert es

Beim Heißstart ist der Bimetallkontakt im Thermozeitschalter geöffnet.
Über das elektronische Taktrelais wird das Kaltstartventil getaktet, mit Spannung versorgt.
Das heißt, es wird kurz ein- und wieder ausgeschaltet.
Durch den eingespritzten Kraftstoff springt der Motor an.
Weil der Luftbedarf sofort größer wird, geht die Stauscheibe und damit der Steuerkolben hoch.
Die Einspritzleitungen werden schneller mit Kraftstoff gefüllt.
Der Motor läuft dann über die Einspritzventile weiter.

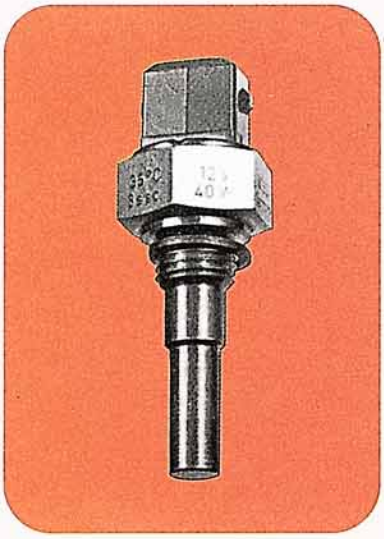
Taktrelais

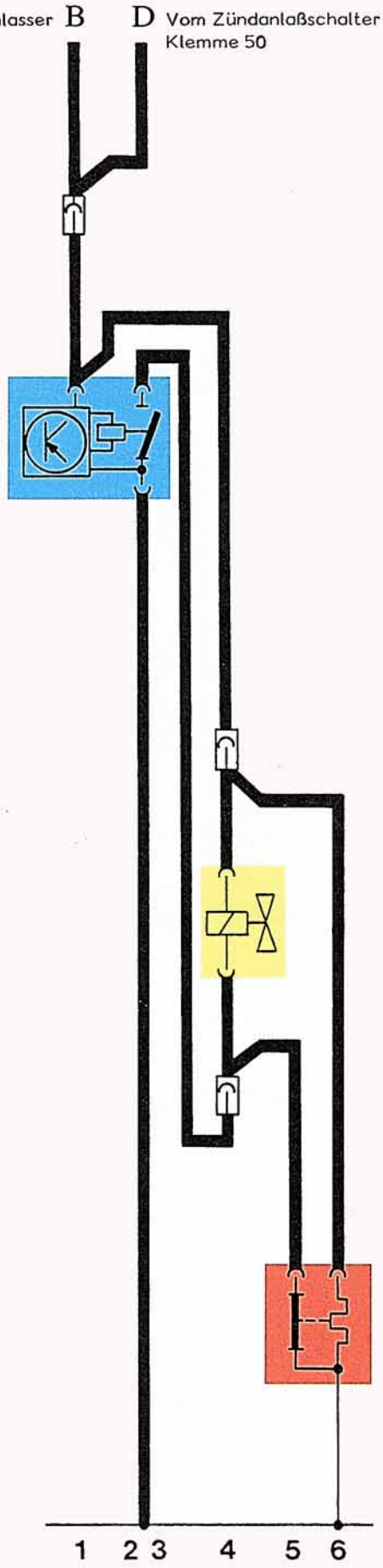


Kaltstartventil



Thermozeitschalter



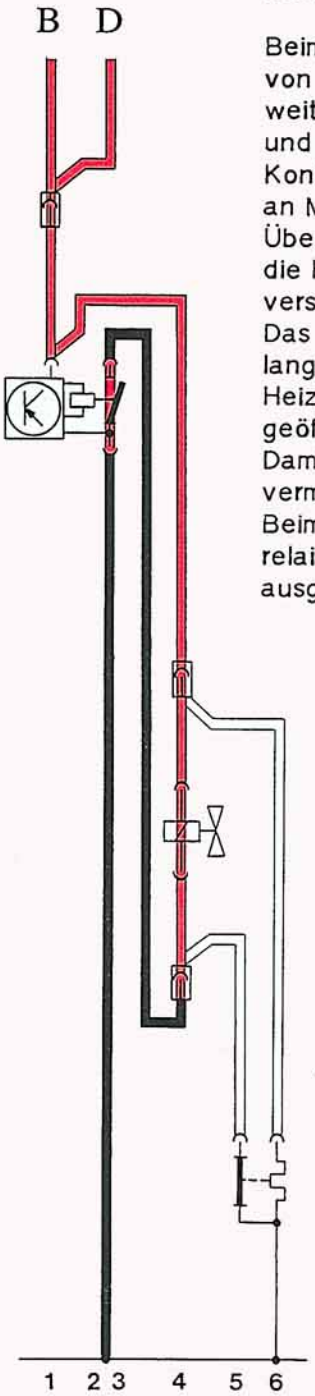


Das Taktrelais J 95 öffnet und schließt in Abhängigkeit von der Anlaßzeit die Masseverbindung für das Kaltstartventil.

Das Kaltstartventil N 17 liegt über dem Thermozeitschalter an Masse, beim Heißstart über Taktrelais.

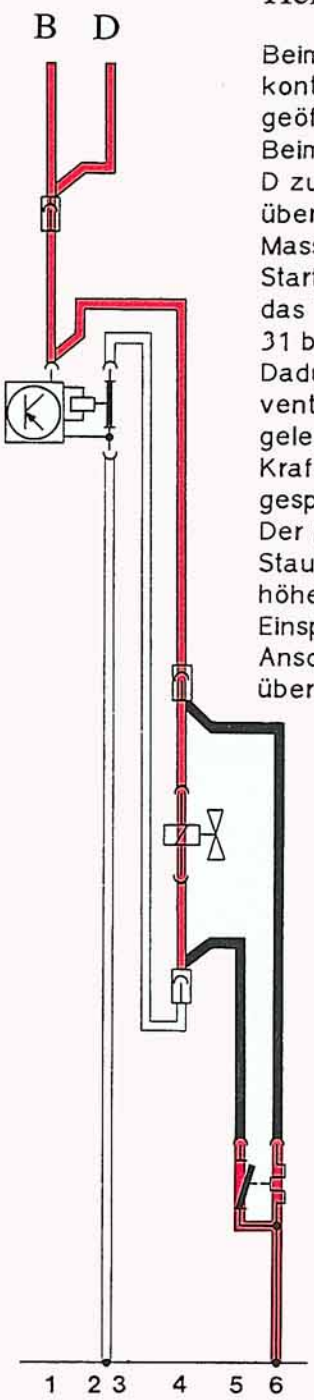
Der Thermozeitschalter F 26 gibt in Abhängigkeit von der Anlaßzeit Massekontakt für das Kaltstartventil.
Beim betriebswarmen Motor ist der Bimetallkontakt offen.

So funktioniert es



Kaltstart

Beim Kaltstart fließt der Strom von D zum Taktrelais Kl. 50 weiter durch das Kaltstartventil und über den geschlossenen Kontakt im Thermozeitschalter an Masse.
Über eine zweite Leitung wird die Heizwicklung mit Strom versorgt.
Das Kaltstartventil spritzt so lange Kraftstoff ein, bis die Heizwicklung den Kontakt geöffnet hat.
Damit wird Überfetten vermieden.
Beim Kaltstart wird das Taktrelais vom Thermozeitschalter ausgeschaltet.



Heißstart

Beim Heißstart ist der Bimetallkontakt im Thermozeitschalter geöffnet.
Beim Start fließt der Strom von D zum Taktrelais Kl. 50 und über Kl. 31 im Strompfad 3 an Masse. Nach 2 Sekunden Startzeit schließt und öffnet das Taktrelais den Kontakt 31 b - 31.
Dadurch wird das Kaltstartventil getaktet an Masse gelegt und im gleichen Rhythmus Kraftstoff in das Saugrohr gespritzt.
Der Motor springt an, hebt Stauscheibe und Steuerkolben höher und entlüftet so die Einspritzleitungen.
Anschließend läuft der Motor über die Einspritzventile weiter.

Achtung

Zur Fehlersuche sollte immer der zum Fahrzeug gehörende Stromlaufplan verwendet werden, weil es sonst zu Verwechselungen kommen kann.
Weil Heißstartprobleme ihre Ursachen nicht ausschließlich in Dampfblasenbildung haben, muß das Luft- und Zündsystem ebenfalls berücksichtigt werden.

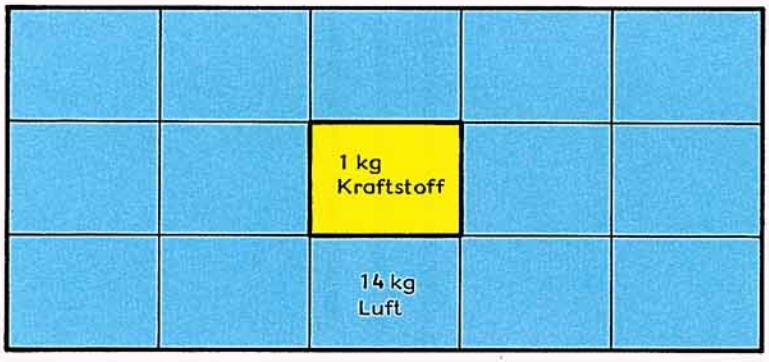
Grundlagen der Gemischbildung

Durch die unterschiedlichen Gesetze in den einzelnen Ländern müssen die Fahrzeughersteller die Fahrzeuge marktgerecht ausrüsten. Dabei geht es zum Beispiel um Beleuchtung oder Geräusche vor allem aber um verschärfte Abgasbestimmungen.

Gemischbildung, Entstehung von Schadstoffen und die Beseitigung wird auf den nächsten Seiten beschrieben.

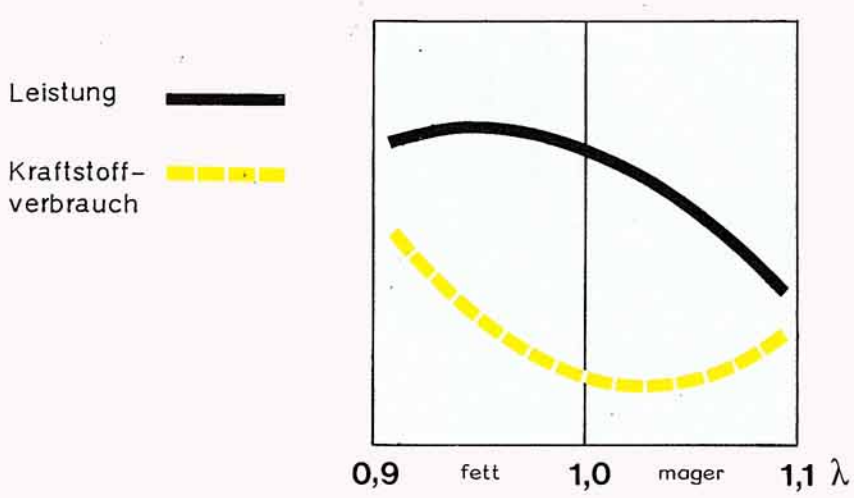
Gemischbildung:

Unter Gemisch wird die Aufbereitung von Kraftstoff und Luft verstanden.
Als Zeichen für das Kraftstoff-Luftverhältnis wurde der griechische Buchstabe λ = Lambda gewählt.



Um 1 kg Kraftstoff vollständig zu verbrennen, sind 14 kg Luft erforderlich.
Man spricht von einem Verhältnis 1 : 14.

Dieses Verhältnis nennt man das stöchiometrische Verhältnis mit der Luftzahl λ Lambda 1.



Otto-Motoren erreichen bei λ 0,9 bis 0,95 die größte Leistung und bei λ 1,0 bis λ 1,1 den geringsten Kraftstoffverbrauch.
Die Laufgrenzen liegen bei λ 0,7 im fetten Bereich und bei λ 1,3 im mageren Bereich.

Je nach Mischungsverhältnis stoßen die Motoren dabei mehr oder weniger Schadstoffe aus.

Wie entstehen Schadstoffe?

Kohlenwasserstoffe = CH

Kohlenwasserstoffe bleiben unverbrannt zurück, weil das Gemisch an den Wänden zu kalt ist, oder weil Gase zum Beispiel in der Kolbenringzone nicht erreicht werden.
Die CH-Anteile steigen bei zu fettem, aber auch bei zu magerem Gemisch an.

Kohlenmonoxyd = CO

Dieses Gas ist hochgiftig und entsteht durch Sauerstoffmangel oder durch ein zu fettes Gemisch.

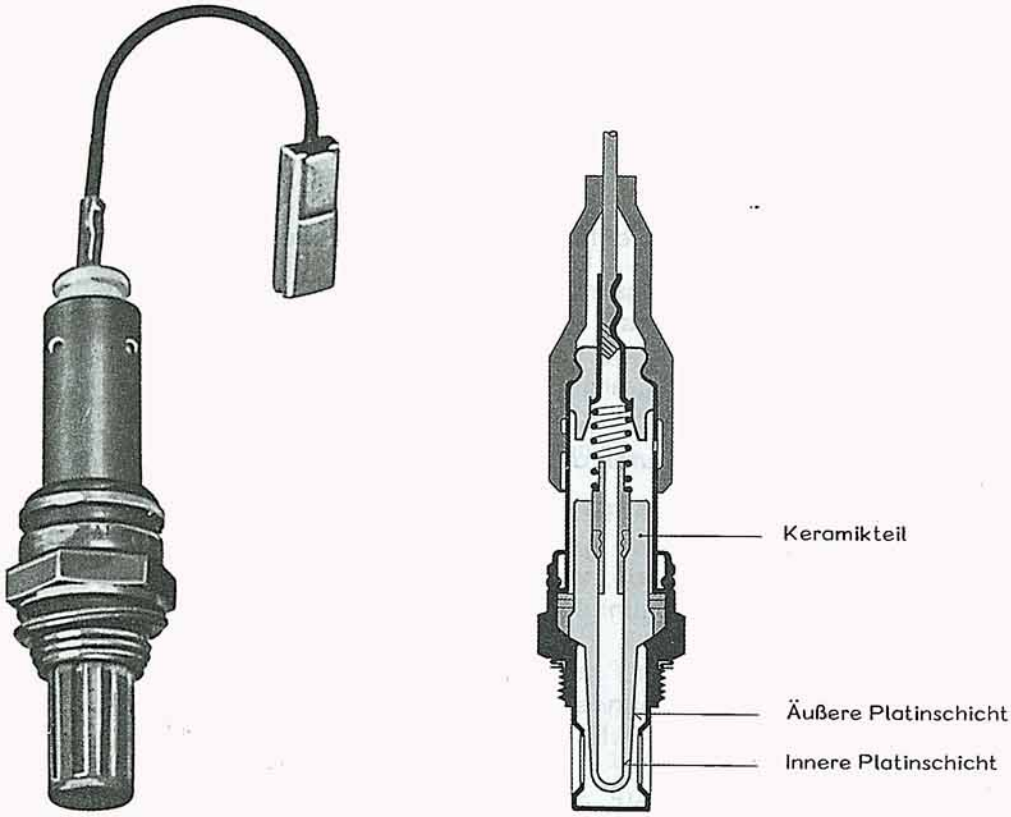
Stickoxyd = NO_x

Stickoxyd entsteht bei Temperaturen und Drücken wie sie beim Verbrennungsvorgang im Ottomotor üblich sind.

Lambda-Technik

Mit der Lambda-Sonde können geringste Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Abgas "gefühlt" werden.
Die Lambda-Sonde gibt Signale zum elektronischen Steuergerät,
das über ein Ventil die Kraftstoffmenge beeinflußt.

Lambda-Sonde



Aufbau der Lambda-Sonde

In einem Stahlgehäuse ist ein Keramikteil eingebaut.
Die Flächen sind innen und außen mit Platin beschichtet.
Eine außen aufgebrachte Schutzschicht ist porös.
Bei ca. 300°C wird die Schicht für Sauerstoffionen leitend.

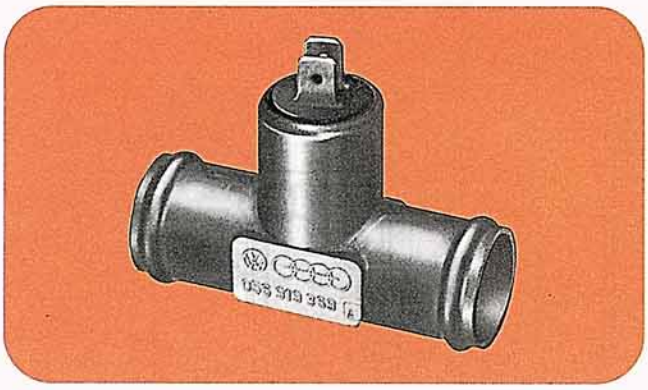
So funktioniert es

Der Sauerstoffanteil im Abgas und in der Außenluft ist unterschiedlich.
Darum entsteht zwischen den beiden Platinflächen eine elektrische Spannung.
Ändert sich der Sauerstoffanteil im Abgas ändert sich auch die Spannung,
die als Signal zum Steuergerät geht.

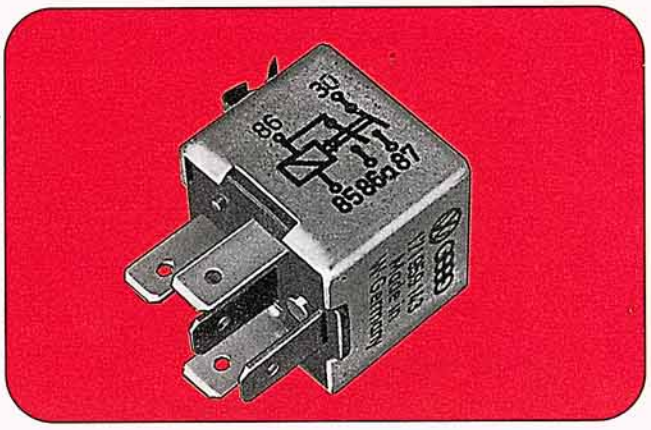
Dabei ergeben sich folgende Vorteile

- Gleichmäßige Gemischzusammensetzung
- Korrektur von höhenbedingter Gemischanfettung
- Korrektur von Veränderungen durch kalte oder warme Luft.

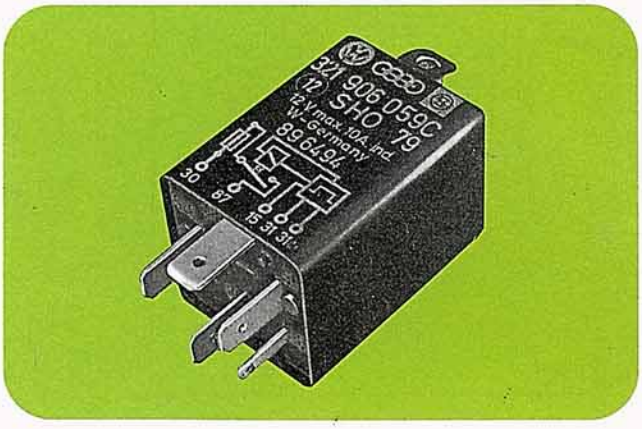
Weil während der Warmlaufphase andere Gesetze für die Gemischzusammensetzung gelten, setzt die Regelung erst ein, wenn der Thermoschalter im Kühlkreislauf bei vorgegebener Temperatur die Lambda-Regelung zuschaltet.



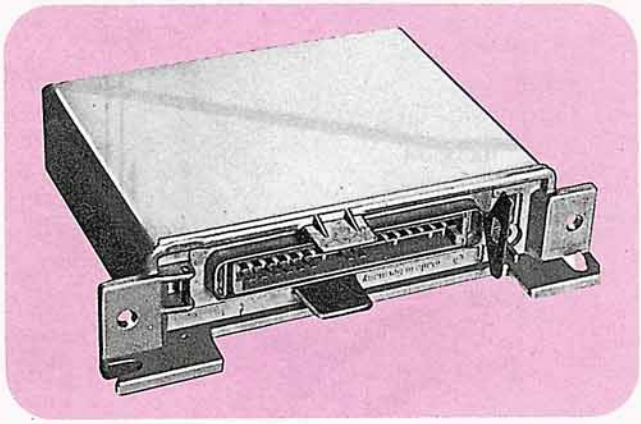
Der Thermoschalter schaltet bei einer Kühlmitteltemperatur von 60°C.



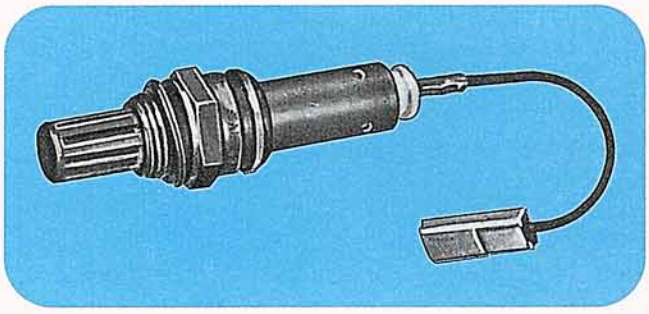
Das Relais J 16 versorgt das Lambda-Steuergerät und die Lambda-Sonde mit Spannung.



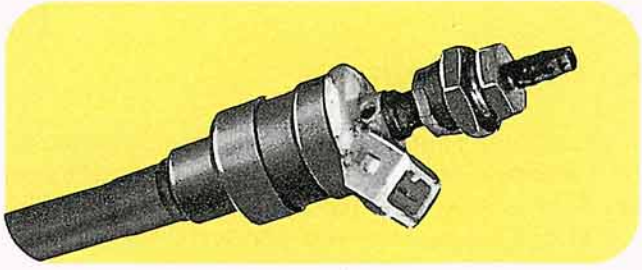
Elektronisches Relais für Elektro-Kraftstoffpumpe



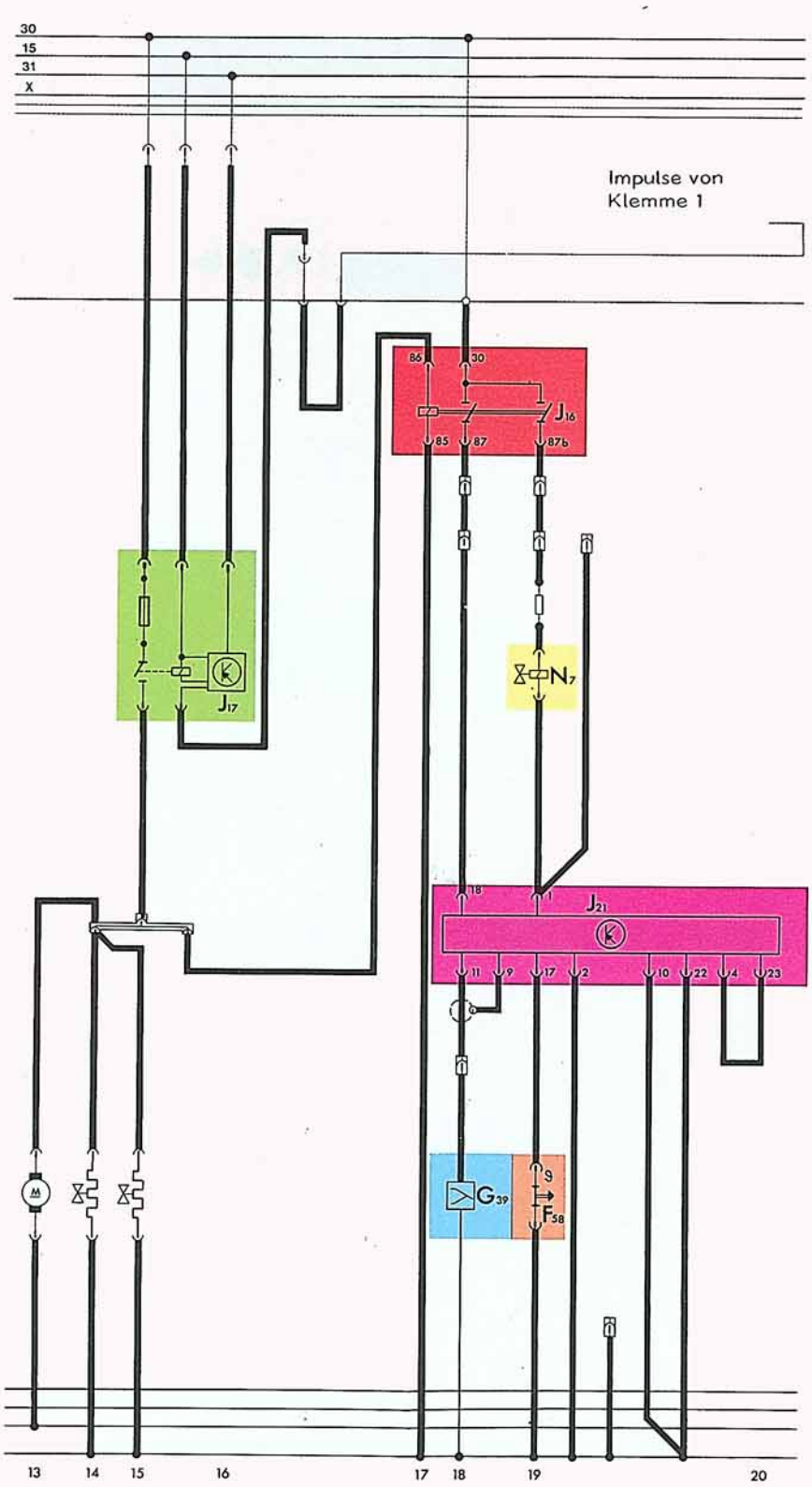
Das Steuergerät verarbeitet die Spannungssignale und gibt Impulse an das Taktventil.



Die Lambda-Sonde gibt Spannungssignale an das Steuergerät.



Das Taktventil wird vom Steuergerät angesteuert und dadurch geöffnet und geschlossen. Dadurch wird der Kraftstoffdruck in den Unterkammern des Mengenteilers ständig den Erfordernissen angepaßt.



So funkioniert es

Der Thermozeitschalter F 58 schaltet die Lambda-Regelung erst bei vorgegebener Kühlmitteltemperatur ein.

Nach dem Einschalten der Zündung wird das Relais für die Kraftstoffpumpe J 17 mit Spannung versorgt.

Beim Anlassen und wenn der Motor läuft, gehen Impulse von der Zündspule Klemme 1 zum Relais J 17. Das Relais zieht an. Von Klemme 30 gelangt Spannung über das Relais J 17 zum Leitungsverbinder T und damit zur Elektro-Kraftstoffpumpe.

Das Relais J 16 zieht an und versorgt das Lambda-Steuergerät J 21 und die Lambda-Sonde G 39 mit Spannung.

Die Lambda-Sonde G 39 gibt Spannungssignale an das Steuergerät.

Das Steuergerät J 21 verarbeitet die Signale der Lambda-Sonde und gibt "getaktet" Massesignale zum Taktventil N 7.

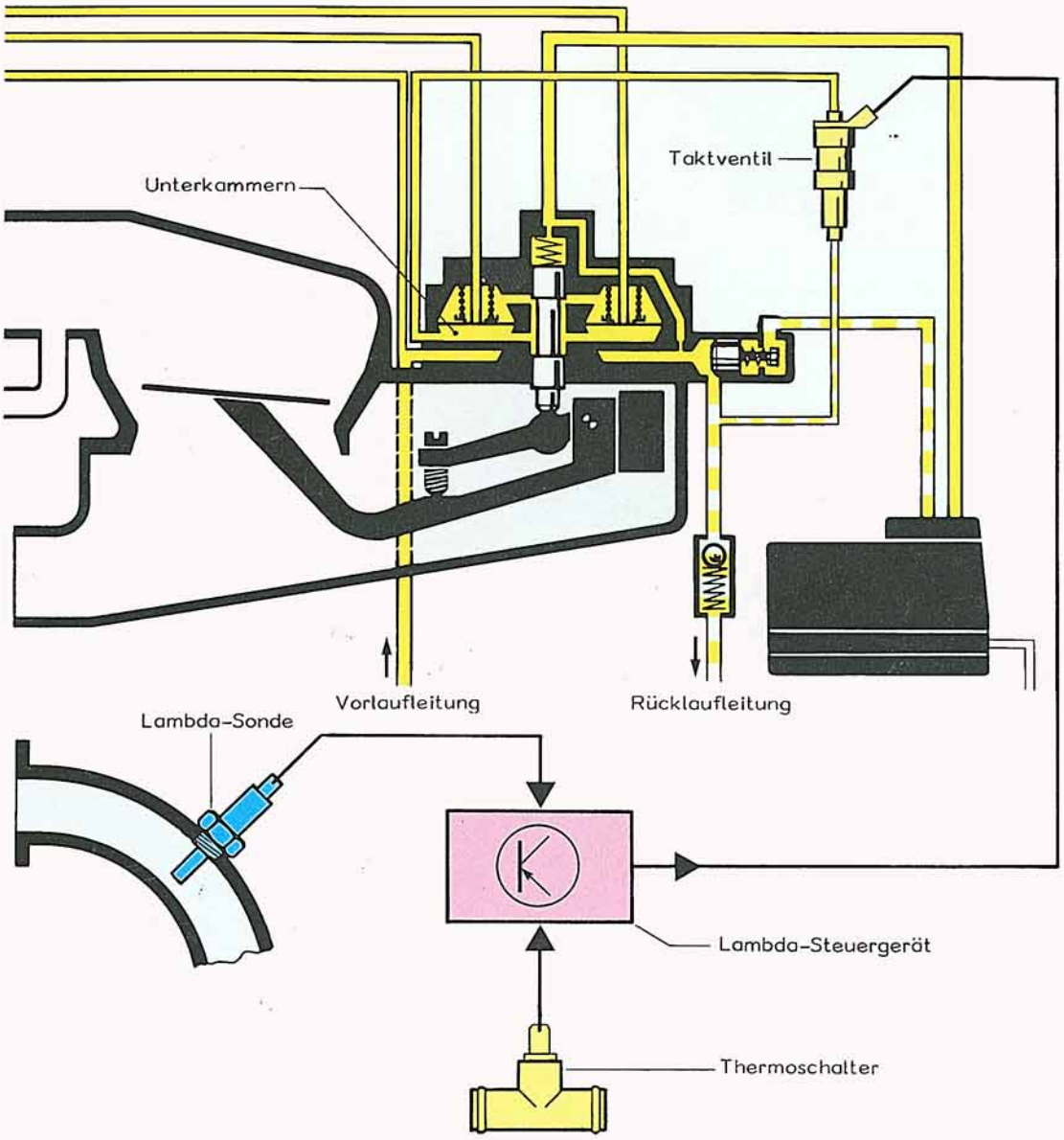
Durch die "getakteten Massesignale" öffnet und schließt das Taktventil. Dadurch wird die Gemischzusammensetzung ständig beeinflußt.

Hier wird nur ein Beispiel beschrieben. Für die Fehlersuche muß immer der zugehörige Stromlaufplan verwendet werden.

Lambda-Technik

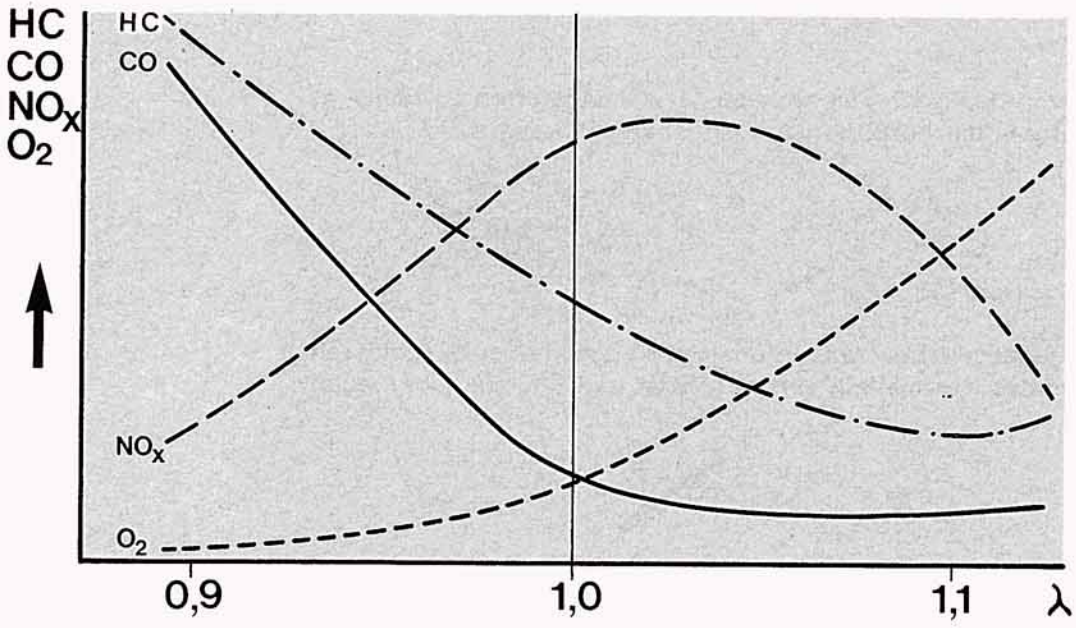
Taktventil und Kraftstoffmengenteiler

Das Taktventil ist ein elektromagnetisches Ventil. Es ist in eine Leitung eingebaut, die die Unterkammern des Kraftstoffmengenteilers mit der Rücklaufleitung verbindet. Mit dem Taktventil wird die Gemischzusammensetzung ständig beeinflußt.



So funktioniert es

Nachdem der Thermoschalter die Lambda-Regelung zugeschaltet hat, werden die Spannungssignale der Lambda-Sonde im Lambda-Steuergerät verarbeitet.
Das Taktventil wird entsprechend der Abgaszusammensetzung "getaktet" mit Strom versorgt.
Offnet das Taktventil, wird der Systemdruck in den Unterkammern geringer.
Das Gemisch wird angefettet. Schließt das Taktventil, steigt der Systemdruck in den Unterkammern.
Das Gemisch wird abgemagert.
Durch diese zusätzliche Regelung wird das Gemisch nahe an Lambda 1 gehalten.
Damit werden CO- und CH-Anteile im Abgas auf einen kleinen Wert begrenzt.
Die NO_x-Anteile liegen noch verhältnismäßig hoch,
weil Druck und Temperatur im Motor die Bildung von NO_x begünstigen.



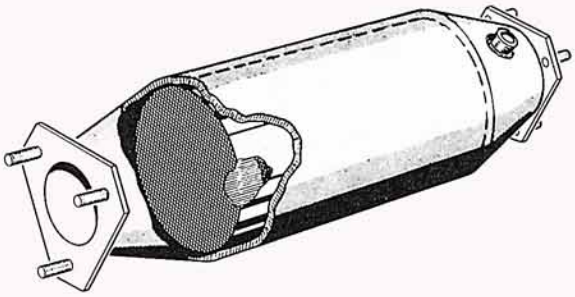
Dieses Diagramm zeigt den Verlauf der Abgaszusammensetzung.
Im Bereich Lambda 1 sind die CO- und HC-Anteile verhältnismäßig gering.
In einigen Ländern liegen die vorgeschriebenen Werte noch darunter.
Um das Abgas von den noch vorhandenen Restschadstoffen zu befreien,
muß es in einem Katalysator nachbehandelt werden.

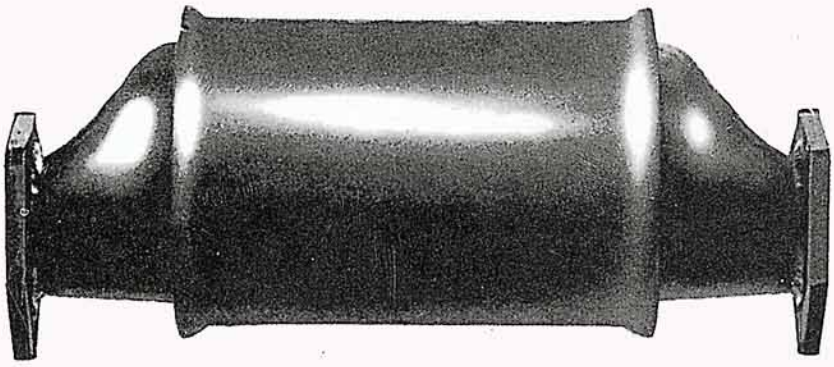
Nachverbrennung

Um das Abgas von den noch vorhandenen Restschadstoffen zu reinigen, ist ein Katalysator in die Auspuffanlage eingebaut.

So ist der Katalysator aufgebaut

In einem Blechgehäuse ist ein wabenförmiges Keramikteil eingeschlossen. Die Oberflächen des Keramikteils sind mit Platin und Rhodium überzogen.





So wird das Abgas von Schadstoffen gereinigt

Bei einer Temperatur von 300°C ist der Katalysator betriebsbereit und es setzen folgende chemische Reaktionen ein.

1. CH-Anteile werden zu CO_2 und H_2O verbrannt.
   CO_2=Kohlendioxyd und H_2O = Wasser verlassen als ungiftige Bestandteile den Auspuff.

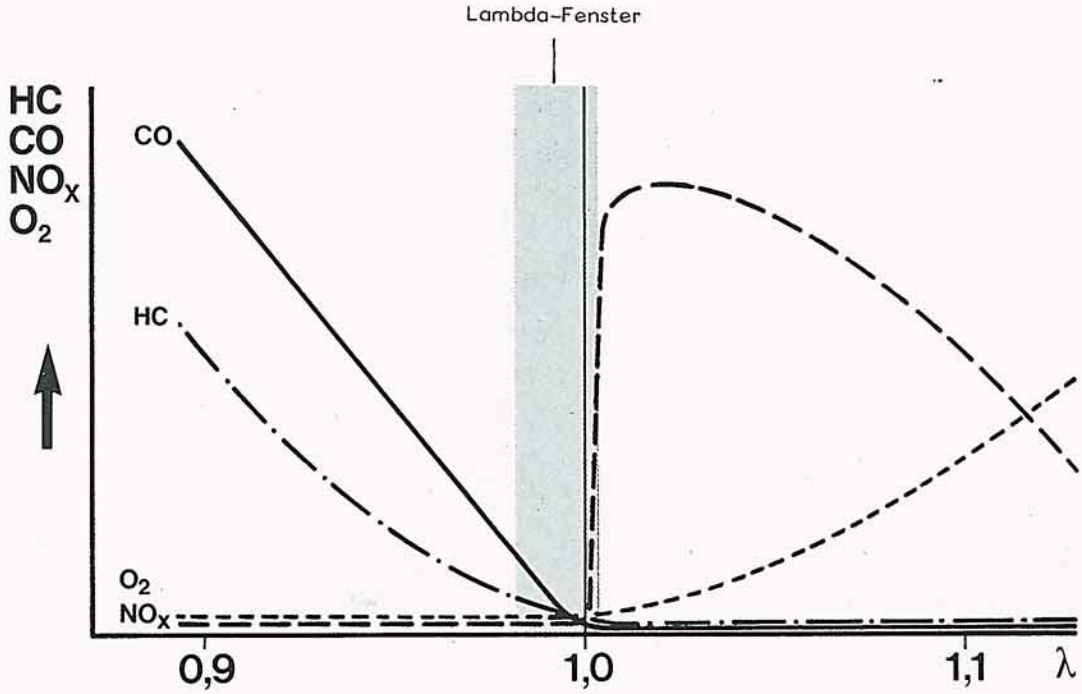
2. CO-Anteile werden zu CO_2verbrannt.

3. NO_x wird durch CO zerlegt. N = reiner Stickstoff verläßt den Auspuff.
   CO wird durch frei werdenden Sauerstoff O zu CO_2 verbrannt und verläßt als ungiftiges Kohlendioxyd den Auspuff.

Ohne Lambda-Technik waren zwei Katalysatoren bzw. ein Zweibett-Katalysator erforderlich. Einer für die Reduktion von NO_x und der zweite für die Verbrennung von CO- und HC-Anteilen.

Abgas hinter dem Katalysator

Wie die Grafik zeigt, sind die Schadstoffe im Abgas durch die Nachbehandlung im Katalysator fast ganz verschwunden.
Diese geringen Mengen an Schadstoffen liegen nur im engen Bereich um Lambda 1 vor.
Man spricht dabei auch vom Lambda-Fenster.
Links und rechts von diesem Tiefpunkt steigen die Werte sofort an.

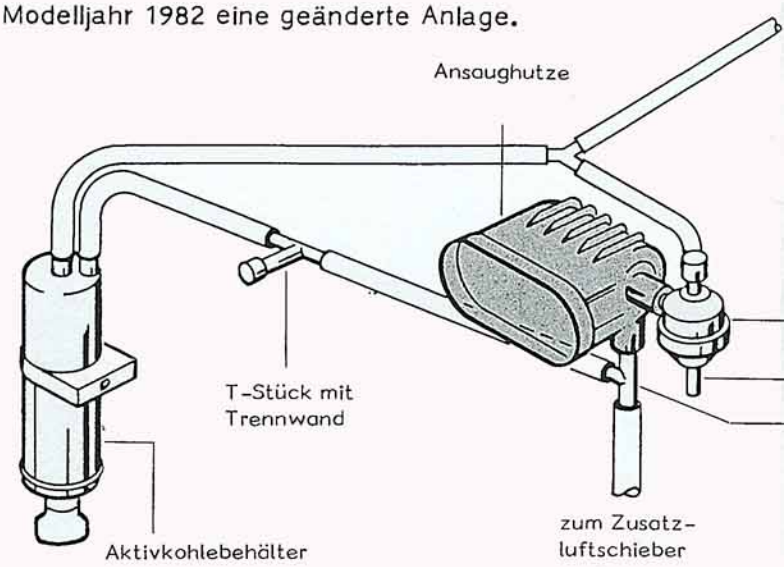


Um günstige Abgaswerte zu erzielen,
müssen die für jedes Fahrzeug geltenden Einstellvorschriften und Toleranzen genau eingehalten werden.
Diese finden Sie in den entsprechenden Reparaturleitfäden.

Aktivkohlebehälter

Der Aktivkohlebehälter kann Kraftstoffgase aus dem System aufnehmen und im Betrieb wieder abgeben.
US-Fahrzeuge und Fahrzeuge für Japan haben ab Modelljahr 1982 eine geänderte Anlage.

Fahrzeuge mit längs eingebautem Motor



So funktioniert es

Stillstand des Motors

Gase vom Kraftstoffbehälter können zum Aktivkohlebehälter strömen.

Leerlauf

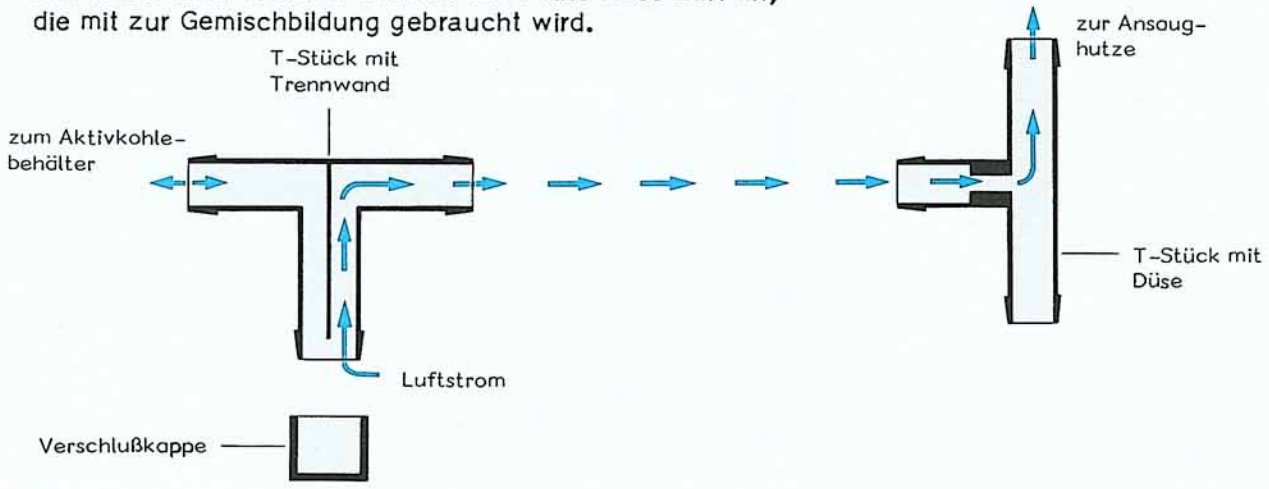
Im Leerlauf wird der Unterdruck in der Leitung zwischen Luftführungshutze und Aktivkohlebehälter wirksam.
Gase strömen vom Aktivkohlebehälter über das T-Stück mit Trennwand zum T-Stück mit Düse und weiter zur Luftführungshutze. Der Aktivkohlebehälter wird "gespült" und die Gase werden verbrannt.

Last

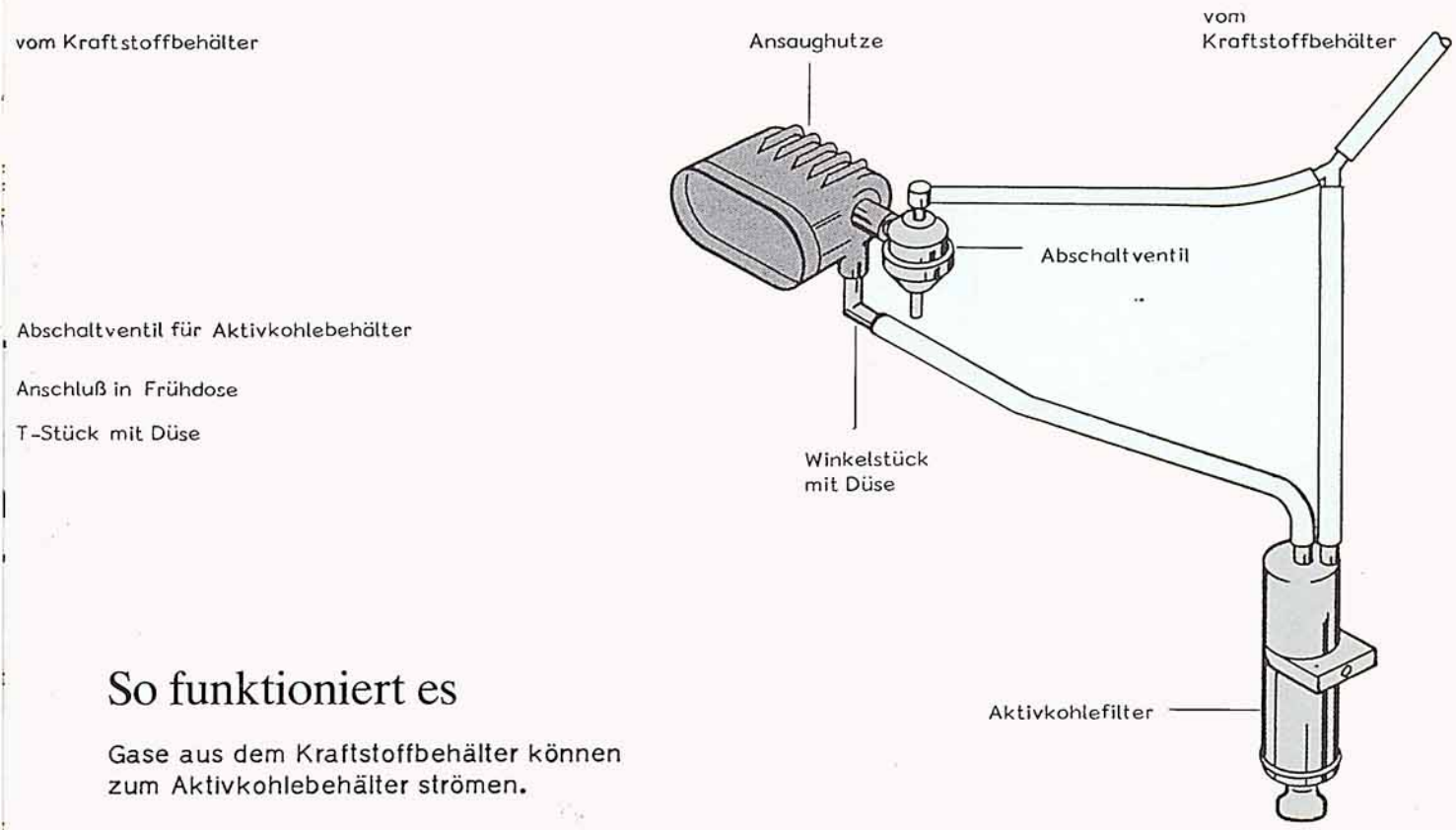
Steigt bei Teillast der Unterdruck so hoch, daß die Zündfrühverstellung anspricht, öffnet das Abschaltventil.
Gase vom Kraftstoffbehälter strömen über das Abschaltventil direkt zur Luftführungshutze. Der Aktivkohlebehälter wird mit Gasen nicht belastet.

Achtung

Bei der CO-Einstellung darf das Gemisch nicht durch Kraftstoffgase aus dem Aktivkohlebehälter angereichert werden.
Nach den Angaben im Reparaturleitfaden muß je nach Ausführung des Motors zur Belüftung eine Verschlußkappe oder ein Verbindungsschlauch gelöst werden.
Der Motor zieht dann im Leerlauf über eine Düse Luft an, die mit zur Gemischbildung gebraucht wird.



Bei Fahrzeugen mit quer eingebautem Motor arbeitet die Anlage ähnlich.



So funktioniert es

Gase aus dem Kraftstoffbehälter können zum Aktivkohlebehälter strömen.

Leerlauf

Gase aus dem Kraftstoffbehälter strömen zum Aktivkohlebehälter und weiter zur Luftführungshutze. Der Aktivkohlebehälter wird "gespült" und die Gase werden verbrannt.

Last

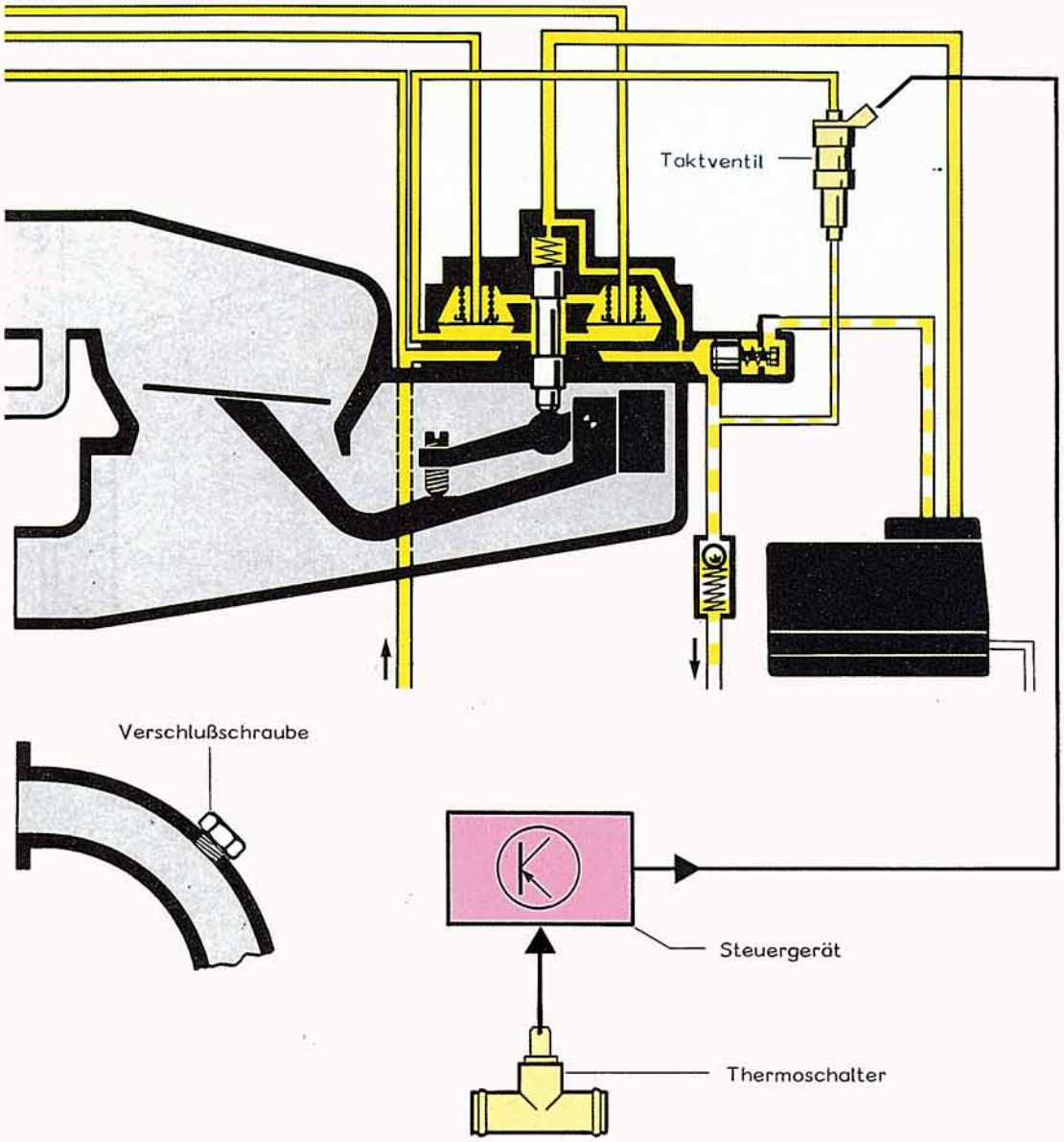
Ist der Unterdruck an der Frühdose wirksam, öffnet das Abschaltventil.
Gase strömen durch das Abschaltventil zur Luftansaughutze.
Der Aktivkohlebehälter wird nicht mehr belastet.

Achtung

Bei der CO-Einstellung muß der Schlauch am Winkelstück mit Düse gelöst werden.
Der Motor zieht über diese Düse nur Luft.
Damit können Gase vom Aktivkohlebehälter das Ergebnis nicht verfälschen.

US Fahrzeuge in Europa

Weil in Europa der Kraftstoff verbleit ist, werden diese Fahrzeuge ohne Katalysator und ohne Lambda-Sonde ausgeliefert.

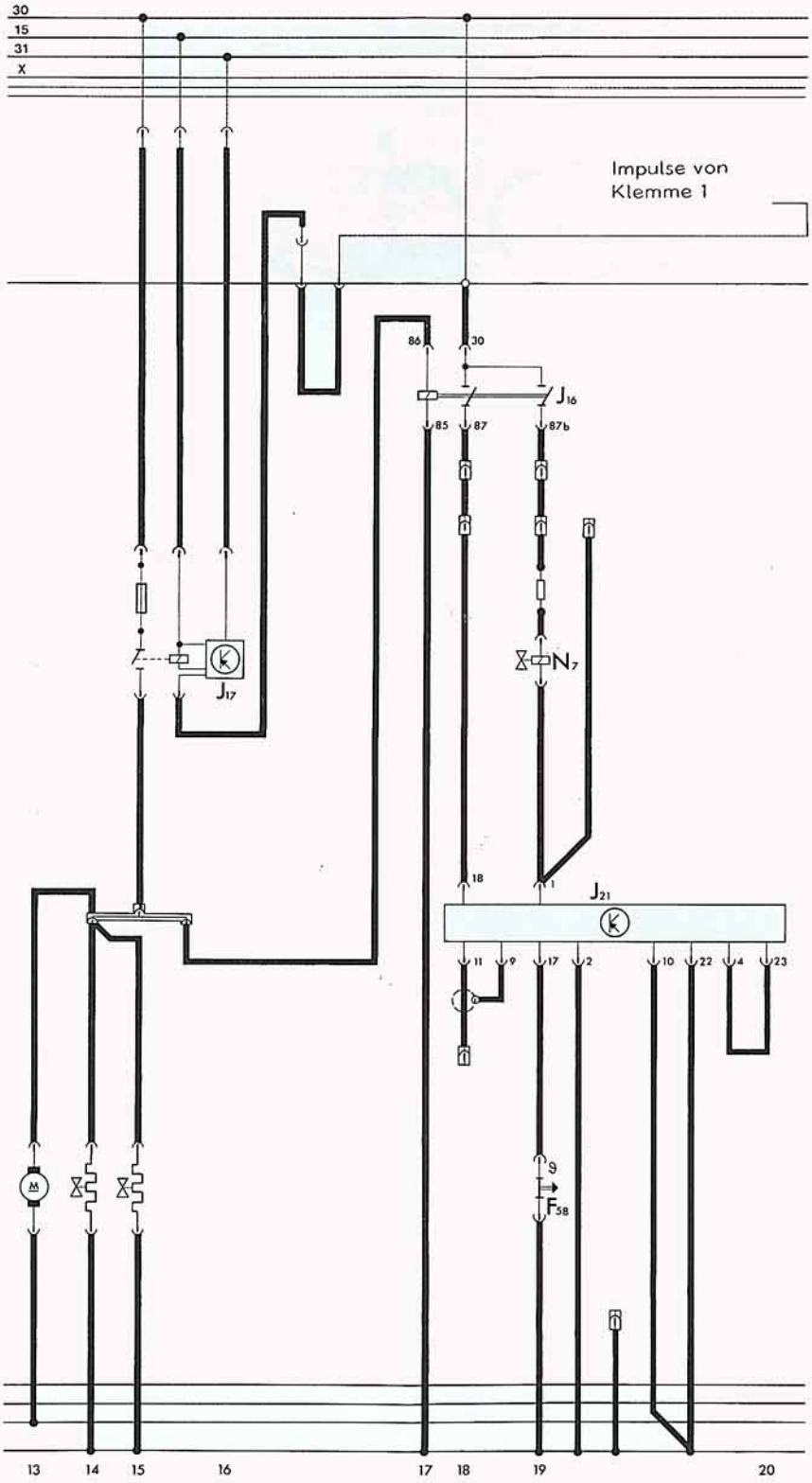


So funktioniert es

Wenn der Thermoschalter die Anlage zuschaltet,
arbeitet das Lambda-Steuergerät ohne Spannungssignale, weil die Lambda-Sonde ausgebaut ist.
Das Lambda-Steuergerät schaltet automatisch von Regelung auf Steuerung.
Das heißt, das Taktventil ist ca. 50 % geöffnet und 50 % geschlossen.

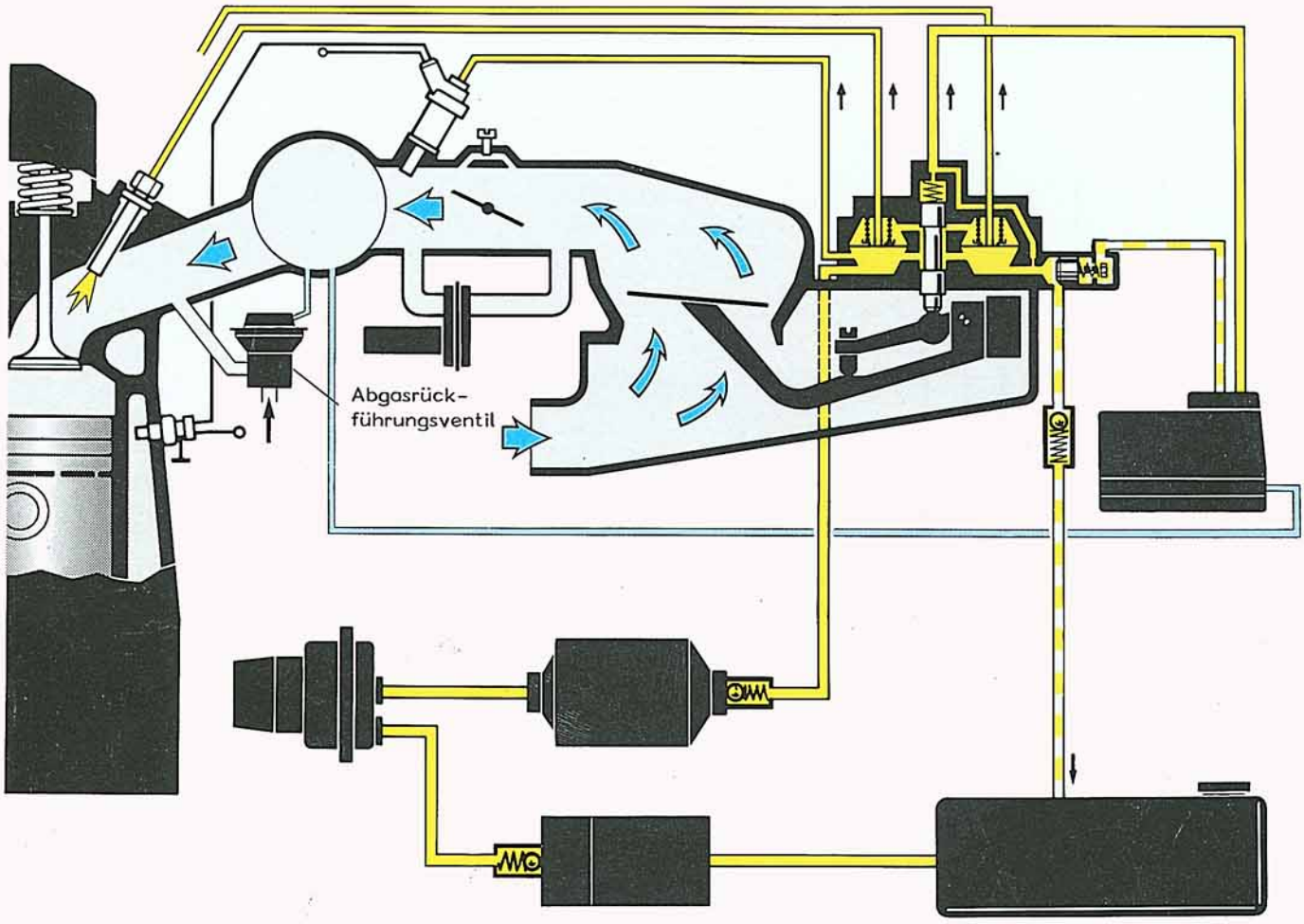
Durch diese Steuerung des Taktventils wird der Druck auf einen bestimmten Mittelwert gebracht.
Das bedeutet eine gleichbleibende Gemischzusammensetzung,
bei der auch die Leerlauf- und CO-Einstellung vorgenommen wird.

Das Steuergerät wird mit Spannung versorgt und schaltet auf 50 % "takten" (öffnen und schließen). Das Taktventil wird entsprechend angesteuert und die Gemischzusammensetzung auf einen mittleren Wert gebracht, weil ohne Lambda-Sonde gefahren wird.



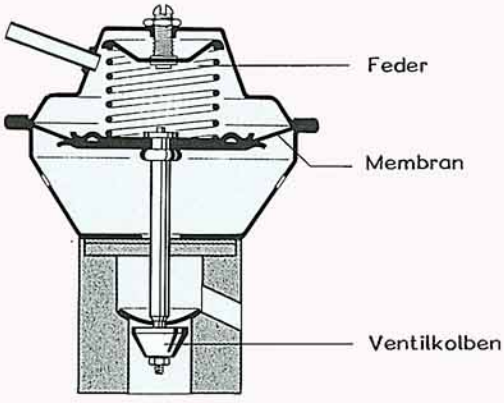
5-Zylinder Abgasrückführung – Schweden

Um die Anteile von NO_x (Stickoxyde) im Abgas gering zu halten, wird im mittleren Lastbereich Abgas zurückgeführt.
Durch die Abgasrückführung wird die Brennraumtemperatur gesenkt und die Entstehung von NO_x gemindert.



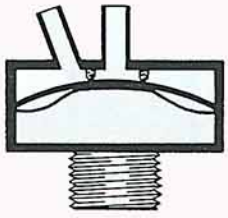
Diese Motoren sind zusätzlich mit folgenden Bauteilen ausgerüstet:

Abgasrückführungsventil

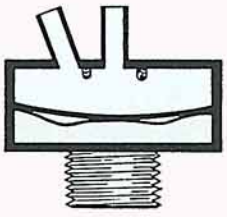


Thermopneumatisches Ventil

- befindet sich im Kühlmittelkreislauf



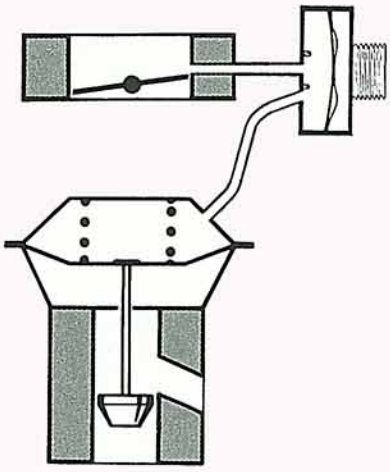
Unter 45°C geschlossen



Über 61°C geöffnet

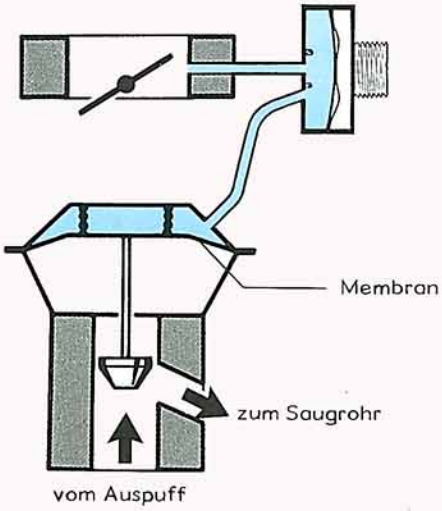
So funktioniert es

Bei einer Kühlmitteltemperatur von 60°C schaltet das thermopneumatische Ventil auf Durchgang.
Der Unterdruck kann im Abgasrückführungsventil wirksam werden.
Unter 45°C schließt das thermopneumatische Ventil.



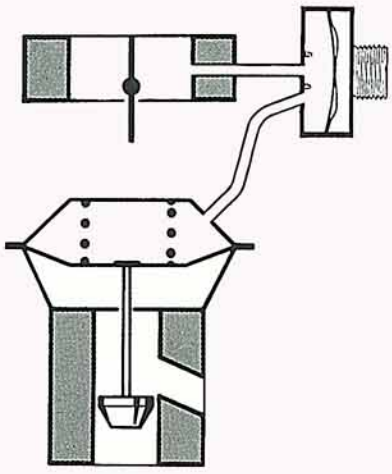
Leerlauf

Im Leerlauf wird kein Abgas zurückgeführt,
weil noch kein Unterdruck wirksam werden kann.
Das ist für ein einwandfreies Leerlaufverhalten wichtig.



Teillast

Wenn der Unterdruck oberhalb der Membran
wirksam wird, hebt das Ventil ab.
Abgas kann vom Auspuffrohr in das Saugrohr gelangen.
Die Anteile von NO_x werden gemindert.



Vollast

Bei Vollast ist der Unterdruck im Saugrohr
so gering, daß die Membran gegen den
Federdruck nicht angezogen werden kann.
Es wird kein Abgas zurückgeführt und
damit die volle Leistung sichergestellt.

Nur für den internen Gebrauch in der V.A.G Organisation.
© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg.
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
100.2808.57.00 Technischer Stand Dezember 1981