

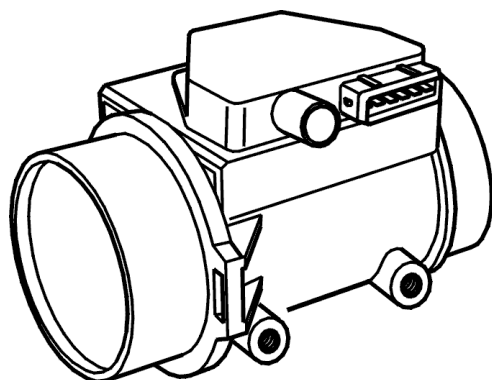
## Übersicht

Das Einspritzsystem LH 2.4 kann in fünf Untersysteme unterteilt werden:

- \* **Das Steuerungssystem** regelt die Kraftstoff- und Luftversorgung, um für ein optimales Kraftstoff-Luft-Gemisch zu sorgen und die richtige Leerlaufdrehzahl aufrecht zu erhalten.
- \* **Das Sensorsystem** liefert dem Steuerungssystem Informationen, die für die Optimierung des Steuerungsprozesses verwendet werden.
- \* **Das Kraftstoffverteilungssystem** wird vom Steuerungssystem gesteuert, um den Kraftstoff auf die Zylinder zu verteilen.
- \* **Das Kraftstoffdampf-Rückhaltesystem** ist für den Dampf vom Kraftstofftank verantwortlich (nicht B 204 E/FT/GT).
- \* **Das On-Board-Diagnosesystem** ist beim Einspritz- und Zündsystem vorhanden. Es besitzt drei Diagnosearten, um die Fehlersuche zu erleichtern.

## Sensorsystem

### Luftmassenmesser



Der Luftmassenmesser mißt die Luftmasse, die in den Motor gezogen wird. Er gleicht automatisch den Luftdruck und die Temperatur aus, die die Dichte der Luft beeinflussen. Im Luftmassenmesser befindet sich ein Draht, der auf eine Temperatur aufgeheizt wird, die 150 °C über der Temperatur der Ansaugluft liegt. Strömt die Luftmasse an diesem Draht vorbei, wird sie abgekühlt und es ist ein höherer Strom erforderlich, um den Draht auf der richtigen Temperatur zu halten. Dieser Strom sorgt für eine Messung der Luft, die am aufgeheizten Draht vorbeiströmt.

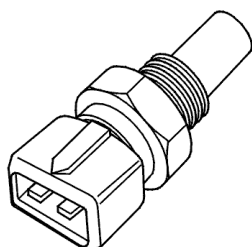
Stoppt der Motor, werden Ablagerungen am Draht verbrannt, indem er für eine Sekunde elektronisch auf eine Temperatur von 1000 °C aufgeheizt wird. Könnten sich die Ablagerungen ansammeln, würde das Steuermodul falsche Signale erhalten, die zu einem falschen Kraftstoffgemisch führen würden.

Der Luftmassenmesser bei den Motoren B200 G, B204 E, B230 G, B234 G und B204 GT besitzt eine Einstellschraube zum Einstellen

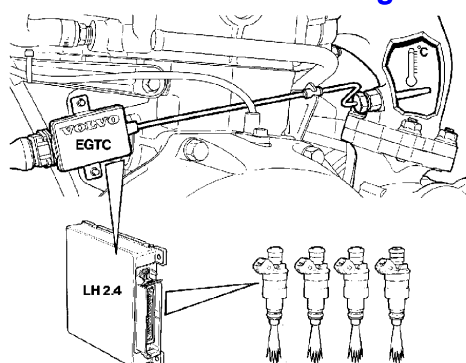
des CO-Gehalts, wenn der Motor im Leerlauf läuft. Diese Schraube wurde bei den anderen Motoren weggelassen, da die beheizte Lambda-Sonde in diesem gesamten Bereich adaptiv ist.

### Motortemperaturfühler

Er sendet Signale zum Steuermodul, so daß es die Einspritzzeit und die Leerlaufdrehzahl im Verhältnis zur Motortemperatur steuern kann. Er ist im Zylinderkopf angebracht und wird durch das Kühlmittel gekühlt.



### Abgastemperaturfühler (B 204 FT/GT)



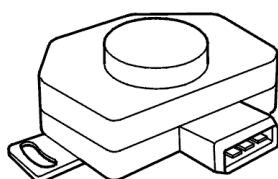
Der Abgastemperaturfühler besteht aus einem thermischen Element im Auspuffkrümmer vor der Turboladereinheit. Dieses stellt die Abgastemperatur fest und sendet ein Signal zum Steuermodul für das Einspritzsystem, das die Einspritzdauer allmählich erhöht, wenn die Abgastemperatur einen kritischen Wert erreicht (ca. 950 °C).

Dies trägt zu einer niedrigeren Verbrennungstemperatur bei, wodurch wiederum die Abgastemperatur verringert wird, anschließend stoppt die erhöhte Kraftstoffzufuhr, wenn die Abgastemperatur einen normalen Wert erreicht hat.

### Drosselklappenschalter

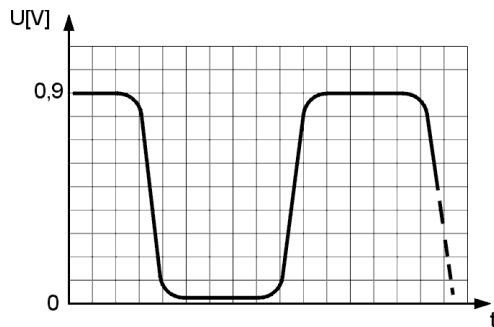
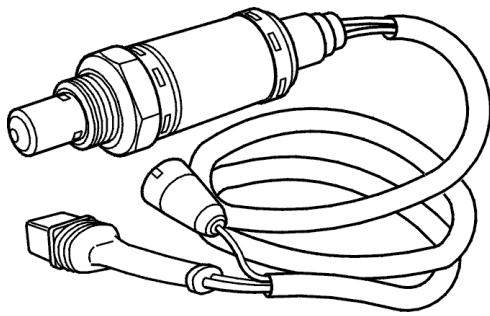
Er sendet Signale zur Kraftstoffanlage und zum Steuermodul der Zündanlage, damit die Drosselklappe geschlossen oder ganz geöffnet wird.

Der Motor B204 FT/GT besitzt einen Drosselklappenschalter, der ebenfalls mit einem Potentiometer ausgestattet ist, der das Steuerungssystem des Turboladers mit Informationen über den Drosselklappenwinkel versorgt. Bei Modellen mit Turbolader ist kein Vollscharter vorhanden.



### Beheizte Lambda-Sonde

Normalerweise werden 14,7 kg Luft auf 1 kg Kraftstoff als das ideale Gemisch für eine vollständige Verbrennung angegeben. Dieses Gemisch wird als  $\lambda = 1$  bezeichnet. Das Gemisch kann ebenfalls durch Messen des Sauerstoffgehalts der Abgase nach der



Verbrennung durch eine beheizte Lambda-Sonde gemessen werden.

Die beheizte Lambda-Sonde erzeugt eine Signalspannung, die proportional zum Sauerstoffgehalt der Abgase ist. Dieses Signal schwankt beim Idealgemisch von 14,7 kg Luft/ 1 kg Kraftstoff zwischen hoch und niedrig. Ein fettes Gemisch erzeugt eine hohe Spannung, während ein mageres Gemisch eine niedrige Spannung erzeugt. Die Spannung schwankt zwischen 0,1–0,9 V. Die Berechnungen des Steuermoduls für die einzuspritzende Kraftstoffmenge werden ständig zu diesem Signal in Beziehung gesetzt, um das ideale Gemisch zu erzielen,  $\lambda = 1$ .

Die beheizte Lambda-Sonde funktioniert nur über einer bestimmten Temperatur, ca. 285 °C. Sie wird elektrisch beheizt, so daß sie die Betriebstemperatur schnell erreicht. Wird die Zündung eingeschaltet, wird Str an den PTC-Widerstand angelegt (PTC=Positiver Temperaturkoeffizient), dessen Widerstand mit der Temperatur zunimmt. Dies sorgt für eine kurze Warmlaufzeit und hält den Fühler auf der richtigen Betriebstemperatur, wenn die Abgastemperatur niedrig ist.

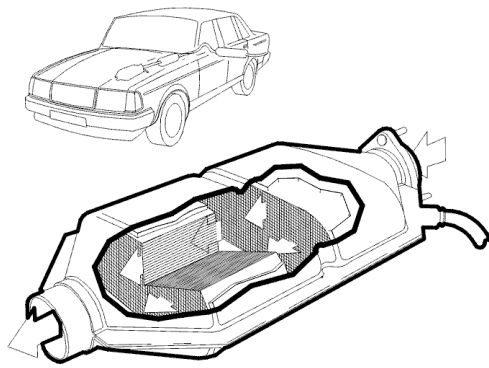
Bei Motoren ohne Dreiweg-Katalysator (B 230 GT, B 204 GT), d.h. Motoren für Länder, in denen unverbleites Benzin nicht überall erhältlich ist, muß eine beheizte Lambda-Sonde verwendet werden, die verbleites Benzin aushalten kann. Diese beheizte Lambda-Sonde besitzt jedoch eine begrenzte Lebensdauer und muß regelmäßig ausgewechselt werden.

### Dreiweg-Katalysator

Der Dreiweg-Katalysator wandelt 90–95 % der schädlichen Substanzen in den Abgasen in nicht-toxische Substanzen um.

Der Dreiweg-Katalysator reinigt durch:

- \* Oxidation von unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) in Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
- \* Oxidation von Kohlenmonoxid (CO) in



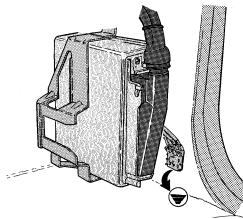
### Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

- \* Reduzierung von Stickoxiden (Nox) zu Stickstoffgas (N<sub>2</sub>).

Soll der Dreiweg-Katalysator ordnungsgemäß arbeiten, muß die beheizte Lambda-Sonde das richtige Signal erzeugen, so daß der gesamte Kraftstoff verbrannt wird, bevor er in den Abgasen freigesetzt wird. Geschieht dies nicht, wird der Dreiweg-Katalysator durch die erzeugten übermäßig hohen Temperaturen beschädigt.

## Steuerungssystem

### Steuergerät



Das Steuergerät befindet sich vor der Verkleidung vor dem rechten Türpfosten. Es enthält einen Mikroprozessor, der Signale von den verschiedenen Sensoren/Fühlern speichert. Er bestimmt über das Kabel, wieviele Millisekunden pro Umdrehung die Einspritzventile geöffnet sind.

Er steuert das Leerlaufventil, so daß die richtige Leerlaufdrehzahl erreicht wird, und andere Funktionen, wie z. B. das Kaltstartventil und die Kraftstoffpumpen. Eine wichtige Funktion ist die Kommunikation mit dem Datenverbindungsanschluß für die Fehlersuche.

Das Steuergerät ist adaptiv - es paßt seine Berechnungen an die Werte an, wenn es sie erhält.

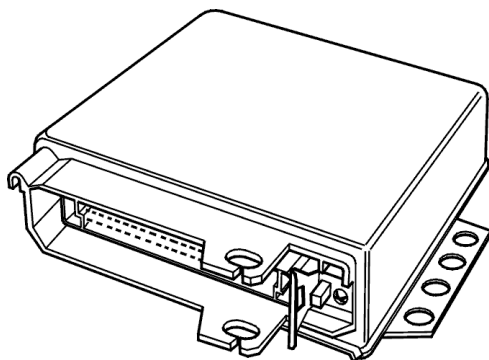
**Beim Anlassen** läuft ein spezielles Programm, durch das zwei Einspritzungen pro Umdrehung erfolgen.

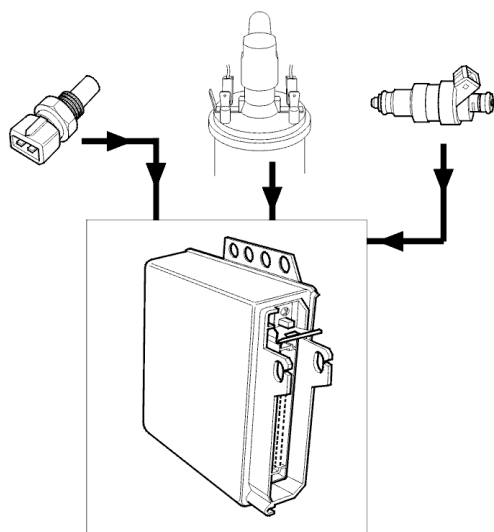
Bei sehr niedrigen Motortemperaturen (unter ca. -16 °C) wird ebenfalls das Kaltstartventil aktiviert, falls der bestimmte Motor damit ausgestattet ist.

Die Einspritzdauer steigt **während der Beschleunigung**.

Die **Klopfanreicherung** (gilt nicht für B 204 FT/GT, B 230 F) tritt ein, wenn die Klopfsteuerung der Zündanlage alle Zylinder um einige Grad zurückzieht, das Klopfen jedoch noch immer vorhanden ist. Bei Klopfen, wodurch hohe

Verbrennungstemperaturen entstehen, erhöht das Steuergerät die Kraftstoffmenge. Dadurch sinkt die Verbrennungstemperatur, wodurch wiederum das Vorkommen von Klopfen vermindert wird.





Die **Drosselfunktion** funktioniert bei einer Motortemperatur von bis zu ca. 60 °C. Unter normalen Fahrbedingungen wird die Einspritzzeit durch das Signal vom Luftmassenmesser und der beheizten Lambda-Sonde gesteuert.

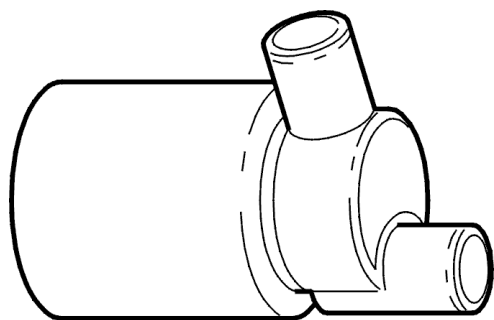
**Bei Vollast** wird das Kraftstoffluft-Gemisch angereichert, so daß der Motor die maximale Leistung erreicht und um die Wärmebelastung des Motors und des Dreiweg-Katalysators zu reduzieren.

Ein **Überdrehen** wird durch einen Drehzahlbegrenzer verhindert, der die Einspritzventile abschaltet.

**Beim Verlangsamen** (Drosselklappenschalter im Leerlaufmodus) wird die Kraftstoffeinspritzung bei Motordrehzahlen über ca. 2000 U/min abgeschaltet. Sie tritt bei ca. 1400-2000 U/min wieder ein, je nach Motortemperatur. Diese Funktion wurde allmählich beim Motor B 230 FB während des Modelljahrs —92 abgeschafft.

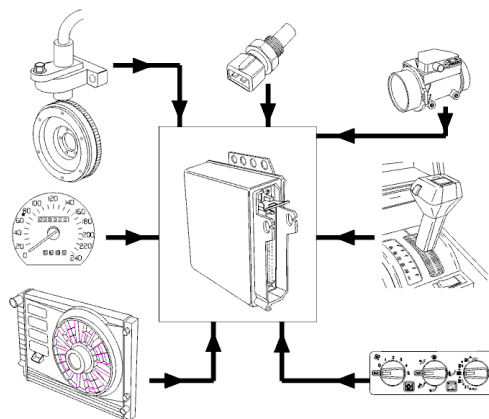
Das Steuergerät initiiert ein **Notprogramm** (Notlaufprogramm), falls bestimmte Signale fehlerhaft sind oder fehlen. Die Signale haben einen bestimmten Wert, d. h. das Fahrzeug kann zur Werkstatt gefahren werden.

### Leerlaufluftsteuerventil



Das Leerlaufluftsteuerventil übernimmt zwei Funktionen. Es muß die Motordrehzahl ungeachtet der Last vom Automatikgetriebe, der Klimaanlage, dem Motorlüfter, der Servolenkung oder der Lichtmaschine konstant halten. Es muß den Motor ebenfalls mit Luft versorgen, wenn das Fahrzeug durch den Motor gebremst wird, so daß der Unterdruck im Ansaugkrümmer auf einem zulässigen Wert gehalten wird. Das Ventil funktioniert nur und wird vom Steuergerät gesteuert, wenn der Leerlaufschalter geschlossen ist, ist der Leerlaufschalter offen, geht das Ventil in den Bereitschaftsmodus über, während es noch immer Signale vom Steuergerät erhält.

Damit das Steuergerät für den richtigen Öffnungswinkel des Leerlaufluftsteuerventils sorgen kann, nutzt es Informationen über Motordrehzahl, Motortemperatur und Luftmengenstrom. Das Steuergerät verwendet ebenfalls Daten vom Tachometer,



um herauszufinden, ob sich das Fahrzeug bewegt oder nicht, ob der Motorlüfter mit hoher Drehzahl läuft (B 230 F/FT, B 234 Modelljahr 92-, B 204 FT/GT), von der Klimaanlagesteuerung, wenn die Klimaanlage eingeschaltet ist sowie vom Klimaanlagekompressor, wenn dieser startet und stoppt. Bei Fahrzeugen mit Automatikgetriebe empfängt die Leerlaufsteuerung auch Informationen über den eingelegten Gang.

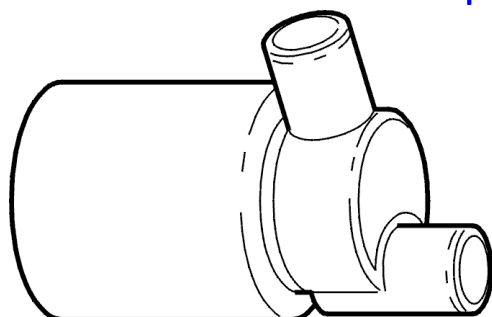
Die Leerlaufdrehzahl wird hauptsächlich durch die Motortemperatur bestimmt. Je nach Fahrzeugmodell kann die Leerlaufdrehzahl jedoch durch das Einschalten der Klimaanlage, das Umschalten des Motorlüfters auf hohe Drehzahl, oder den eingelegten Gang (Fahrzeuge mit Automatikgetriebe) beeinflusst werden.

In der Leerlauf-Trim-Funktion (Steuergerät) sind Sicherheitsfunktion integriert, durch die verhindert wird, daß die Leerlaufdrehzahl zu hoch wird, indem ein Signal an das Leerlaufsteuerventil gesendet wird, das einem Öffnungswinkel von 0 entspricht. In diesen Zustand ist es so, als ob das Ventil ohne Strom ist, wenn es durch eine Feder zum mechanischen Anschlag gezogen wird.

In beiden Fällen beträgt die Leerlaufdrehzahl ca. 1000-2000 U/min.

Diese Sicherheitsfunktion wird oft ausgelöst, wenn ein zu großer Strom über die Drosselklappenscheibe vorhanden ist (Drosselklappe falsch eingestellt).

### Adaptiver Leerlauf-Trim

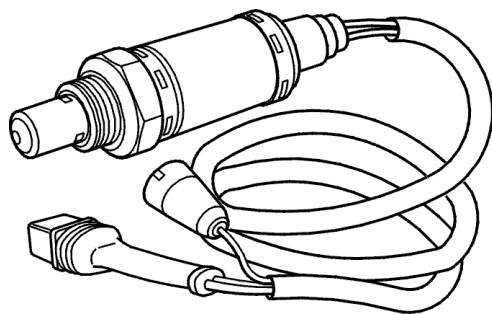


Mit der Zeit beeinträchtigen Verschleiß und Ablagerungen die Drosselklappe, so daß sie mehr oder weniger Luft hindurchströmen läßt. Anstatt einen vorprogrammierten Wert einzustellen, sendet das Steuergerät ein Signal, das auf Informationen basiert, die während einer früheren Operation empfangen wurden. Durch dieses Signal wird das Leerlaufsteuerventil um exakt den richtigen Wert geöffnet, um den Leerlauf auf der richtigen Drehzahl zu halten.

### Adaptive Steuerung der beheizten Lambda-Sonde

Durch die adaptive Kraftstoff-Trimregelung kann das Steuergerät die Einspritzzeiten





anpassen, um den Motorverschleiß, kleine Luftlecks, verstopfte Einspritzventile und ähnliches auszugleichen, wodurch die beheizte Lambda-Sonde die Motorfunktionen optimal steuern kann.

Die langfristige Kraftstoff-Trimmregelung besitzt zwei Arten von Funktionen, additive und multiplikative Kompensation. Die additive Kompensation wirkt schnell bei niedrigen Motordrehzahlen auf die Einspritzzeit ein, z.B. wenn der Motor im Leerlauf läuft. Die additive Steuerung entspricht der grundlegenden CO-Einstellung, die in anderen Systemen durch ein Potentiometer durchgeführt wird. Die multiplikative Steuerung wird allgemein bei langsamen Veränderungen wirksam.

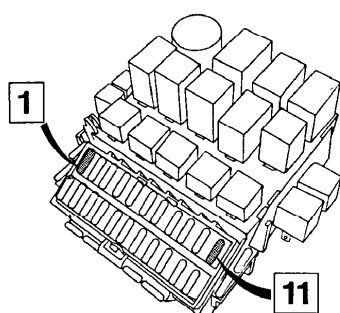
Die Fähigkeit der beheizten Lambda-Sonde, große Fehler auszugleichen, ist begrenzt. Das Steuergerät speichert den Fehlercode 2-3-1 oder 2-3-2 je nachdem, ob eine additive oder multiplikative Kompensationsgrenze überschritten wurde.

### Systemrelais

Das Systemrelais wird von einem Steuergerät gesteuert und versorgt die Kraftstoffpumpen, die Einspritzventile, das Leerlaufuftsteuerventil, das Kaltstartventil, den Luftmassenmesser, den Vorwärmwiderstand der beheizten Lambda-Sonde und einige der Steuergerätfunktionen mit Strom.

### Sicherungen

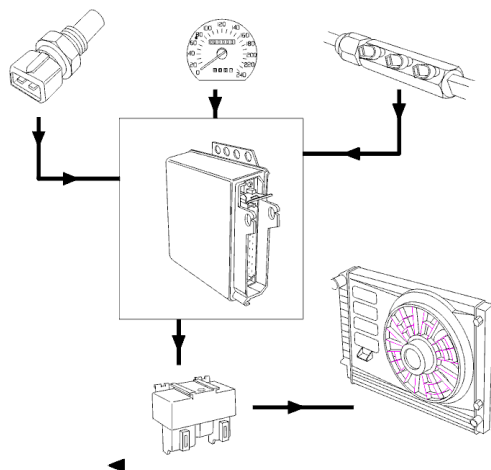
Das Systemrelais ist durch eine 25 A-Sicherung abgesichert und die Kraftstoffpumpe sowie der Vorwärmwiderstand der beheizten Lambda-Sonde durch eine 15 A-Sicherung.



### Motorlüfter steuern (gilt nicht für B204FT)

(Gilt für alle Modelle 1992- mit Klimaanlage)  
Der Motorlüfter wird über ein Relais für niedrige Drehzahl sowie ein Relais für hohe Drehzahl auf der Grundlage der Informationen über die Motortemperatur, die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Systemdruck der Klimaanlage gesteuert.

\* Der Motorlüfter läuft mit niedriger Drehzahl,



falls:

Die Kühlmitteltemperatur über 102°C liegt.

\* Der Motorlüfter läuft mit niedriger Drehzahl, falls:

Der Klimaanlageindruck über 17 bar auf der Hochdruckseite und die Fahrzeuggeschwindigkeit unter 100 km/h liegt.

\* Der Motorlüfter läuft mit hoher Drehzahl, falls:

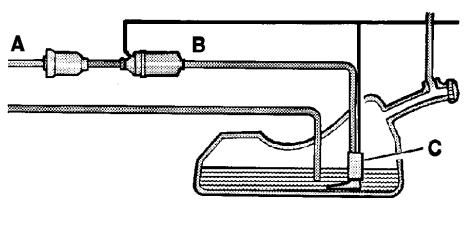
Die Kühlmitteltemperatur über 115°C liegt, oder der Klimaanlageindruck auf der Hochdruckseite 22 bar überschreitet.

Der Motorlüfter läuft stets mit einer niedrigen Drehzahl für ca. 15 Sekunden an, bevor er mit hoher Drehzahl laufen kann. Hört er auf, mit hoher Drehzahl zu laufen, läuft er stets für 5 Sekunden mit niedriger Drehzahl. Wird die Zündung ausgeschaltet, wenn der Lüfter mit hoher Drehzahl läuft, läuft er für 5 Sekunden weiter mit niedriger Drehzahl.

Um den Motor nicht zu überlasten, kommt es zu einer Verzögerung, durch die verhindert wird, daß der Lüfter 9 Sekunden lang nach dem Anlassen des Motors anläuft, ungeachtet der Motortemperatur oder des Klimaanlageindrucks.

Um den Motor zu kühlen und eine Überhitzung zu vermeiden, läuft der Motorlüfter weiterhin für 3 Minuten mit niedriger Drehzahl, falls die Motortemperatur bei ausgeschalteter Zündung 105°C überschreitet.

### Kraftstoffverteilungssystem



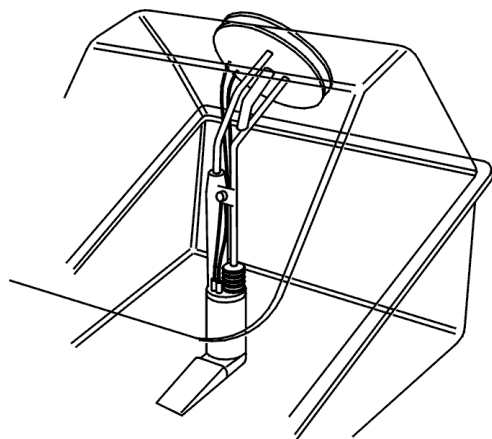
Das Kraftstoffverteilungssystem besteht aus:

- A Kraftstofffilter.
- B Kraftstoffpumpe.
- C Tankpumpe.

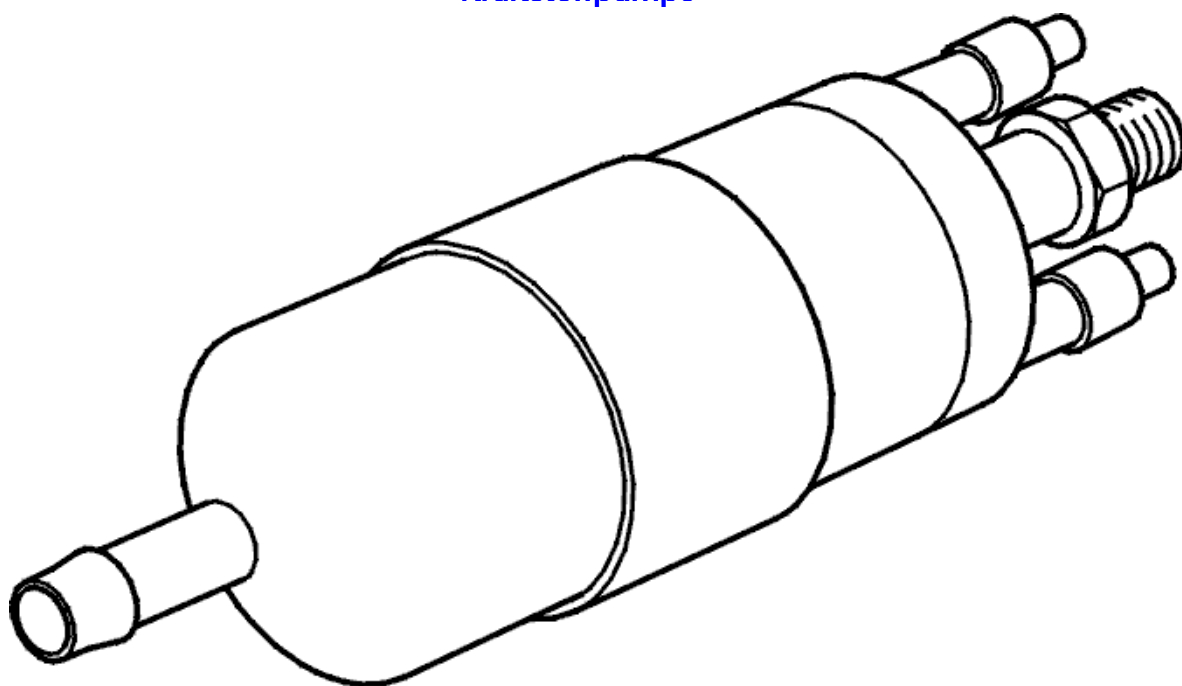
### Kraftstofftankpumpe

Durch eine elektrische Kreiselradpumpe wird der Druck in der Leitung zur Hauptkraftstoffpumpe aufrechterhalten, um dem Unterdruck in der unteren Seite der Hauptpumpe entgegenzusteuern. Die Tankpumpe besitzt einen Grobfilter.



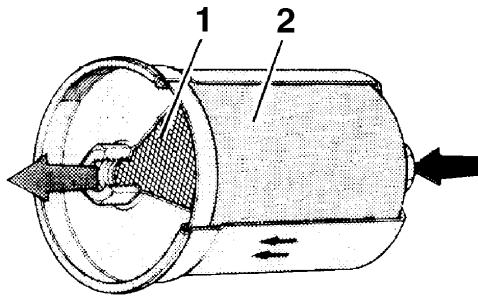


**Kraftstoffpumpe**



**Kraftstofffilter**

Der Kraftstofffilter besitzt einen Papierfilter mit einem zusätzlichen Grobfilter, um Partikel aufzufangen, die vom Filterpapier

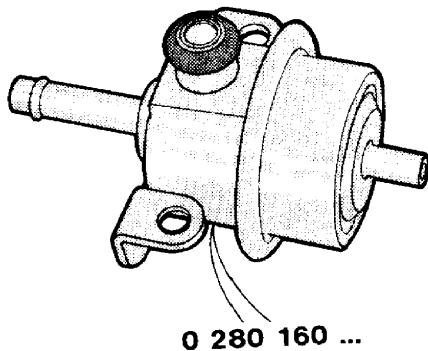


herunterfallen könnten.

### Verteilerrohr

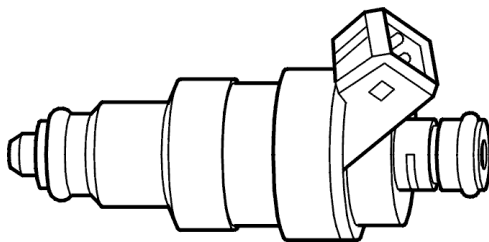
Die Kraftstoffeinlaufleitung, der Druckregler, die Einspritzventile und das Kaltstart-Einspritzventil sind an das Verteilerrohr angeschlossen.

### Druckregler



Steuert den Kraftstoffdruck in den Einspritzventilleitungen. Eine an den Motoransaugkrümmer angeschlossene Vakuumleitung hält den Kraftstoffdruck konstant bei 300 kPa über dem Druck im Ansaugkrümmer. Der Druckabfall über den Einspritzventilen ist daher stets konstant, ungeachtet der Drosselklappenstellung. Die eingespritzte Kraftstoffmenge hängt daher nur davon ab, wie lange die Einspritzventile offen sind. Überschüssiger Kraftstoff kehrt über die Rücklaufleitung zum Kraftstofftank zurück.

### Einspritzventile

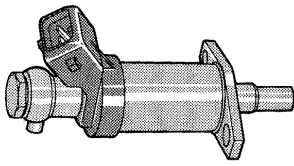


Sie sind mit einem Magnetschalter sowie einer Kraftstoffmeßnadel ausgerüstet, die eine Düse öffnen und schließen. Das Steuermodul erdet die Einspritzventile für eine bestimmte Zeit über ein Zusatzrelais, so daß sich die Ventile öffnen, und fein zerstäubten Kraftstoff einspritzen. Die Einspritzung erfolgt zwei Mal pro Umdrehung, wenn der Anlasser in Betrieb ist (Motor kalt) und ein Mal pro Umdrehung, wenn der Motor läuft. Die Einspritzung erfolgt im Ansaugkrümmer neben den Einlaßventilen.

### Kaltstartventil (2-Ventilmotoren)

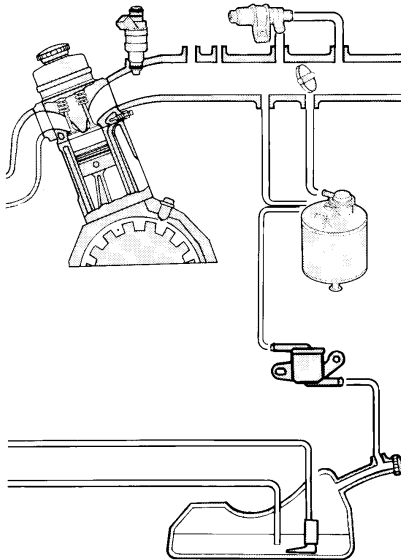
Die Kaltstartfunktion wurde 1991 für bestimmte Motoren und für die 1992er Modelle komplett abgeschafft.

Wird der Motor aus kaltem Zustand angelassen, kondensiert eine große Menge Kraftstoff in Form von Tröpfchen auf kalten Flächen. Durch ein separates Kaltstartventil werden die Kaltstarteigenschaften verbessert. Es ist weiter vom Motor entfernt als die



Einspritzventile und liefert Kraftstoff in einer stark verdampften Form anstatt in Form von Tröpfchen. Das Ventil wird bei ca.  $-16^{\circ}\text{C}$  aktiviert sowie bei Motordrehzahlen unter ca. 900 U/min. Hat die Motordrehzahl diesen Grenzwert erreicht, wird es vollständig deaktiviert.

### Kraftstoffdampf-Rückhaltesystem



Beim Kraftstoffdampf-Rückhaltesystem handelt es sich um ein System, das für die Gase zuständig ist, die sich aus dem Kraftstoff im Kraftstofftank bilden, wobei es verhindert, daß diese Gase in die Umwelt gelangen. Der Kraftstoffdampf durchläuft ein System aus Schläuchen von der Kraftstofftankeinfüllöffnung durch ein Überschlag-Sicherheitsventil in einen Kohlefilterbehälter. Dieser absorbiert den Kraftstoffdampf und verhindert, daß er in die Atmosphäre gelangt.

#### Aktivkohlefilter, Aktivkohlebehälter

Kraftstoffdampf aus dem Tank wird in den oberen Teil des Aktivkohlefilters geleitet und in der Aktivkohle gebunden. Luft wird durch einen Tunnel im Boden des Behälters herausgedrückt. Je nach Temperatur usw. kann der Aktivkohlefilter bis zu ca. 90 g Kraftstoff binden.

#### Überschlag-Sicherheitsventil

Dieses Ventil schließt sich, wenn sich das Fahrzeug um mehr als  $45^{\circ}$  zur Seite neigt und verhindert, daß Kraftstoff bei einem Unfall austritt.

#### Ventil des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems (Vakuum)

Es befindet sich oben auf dem Aktivkohlefilter und wird geschlossen, wenn der Motor nicht läuft. Es wird ebenfalls geschlossen, wenn der Motor im Leerlauf läuft, so daß es das automatische Leerlaufsteuerungssystem und die Leerlaufeigenschaften des Motors nicht stört. Das Ventil wird von einem Vakuum vom Ansaugkrümmer gesteuert, der mit der positiven Seite der Drosselklappe verbunden ist.

Nimmt die Motorlast zu, öffnet sich das Ventil des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems und

Kraftstoffdampf kann vom Kohlefilter zum Ansaugkrümmer des Motors strömen. Gleichzeitig wird Luft durch den Kanal im Boden des Filters eingesaugt. Normalerweise wird der Kohlefilter innerhalb von 15–20 Minuten geleert.

#### **Ventil des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems (elektrisch)**

Beim Motor B 234 F wurde das Vakuumventil des Kraftstoffdampf-Rückhaltesystems durch ein elektrisch aktiviertes Ventil ersetzt, das sich zwischen dem Behälter und dem Motoransaugkrümmer befindet. Es funktioniert auf die gleiche Weise wie das Vakuumventil.