

Abb. 142: Schema der KE-Jetronic.

- |                          |                                       |                           |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 Kraftstoffbehälter     | 8 Sammelsaugrohr                      | 14 Motortemperaturfühler  |
| 2 Elektrokraftstoffpumpe | 9 Drosselklappe                       | 15 Zusatzluftschieber     |
| 3 Kraftstoffspeicher     | 10 Luftmengenmesser                   | 16 Drosselklappenschalter |
| 4 Kraftstofffilter       | 11 Kraftstoffmengen-teiler            | 17 Gemischregler          |
| 5 Systemdruckregler      | 12 elektro-hydraulischer Drucksteller | 18 Steuergerät            |
| 6 Einspritzventil        | 13 Thermozeitschalter                 | 19 Zünd-Start-Schalter    |
| 7 Elektro-Startventil    |                                       | 20 Batterie               |

**KE-Jetronic**

Wie bei der K-Jetronic handelt es sich auch bei der KE-Jetronic um eine mechanisch arbeitende Benzineinspritzung ohne Fremdantrieb. Sie besitzt einen Stauscheiben-Luftmengenmesser, der den Zumeskolben im Kraftstoffmengen-teiler steuert. Der Druck vor den Einspritzventilen, die selbsttätig bis 2000 Mal pro Sekunde einspritzen, beträgt etwa 4 bar. Der Warmlaufregler ist durch ein elektrisches Stellglied ersetzt.

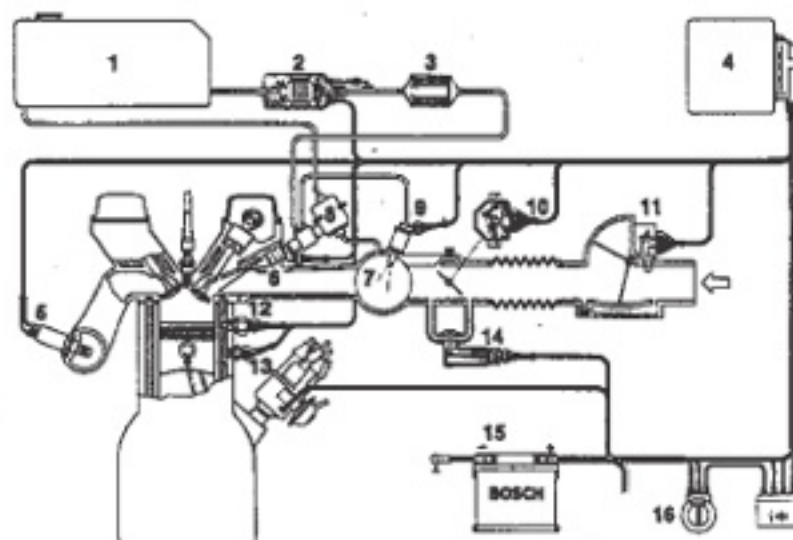
**L-Jetronic**

Die wesentlichen Komponenten und deren Zusammenwirken sind aus Abb. 143 ersichtlich. Zur Kraftstoffförderung und Erzeugung des Einspritzdrucks dient eine elektromotorisch angetriebene Kraftstoffpumpe. Die Ansaugluftmenge wird durch die Drosselklappenstellung gesteuert. Zur Erzielung des richtigen Kraftstoff-Luftgemischs (1:14) wird die Stellung des Luftmengenmessers mit einem Potentiometer erfasst und dem Steuergerät zugeführt. Um bei allen Betriebszuständen das optimale Kraftstoff-Luftgemisch zu erhalten, wer-

den dem Steuergerät noch die Motor- und Ansauglufttemperatur sowie die Leerlauf- und Vollaststellung der Drosselklappe eingegeben. Der Zusatzluftschieber (im kalten Zustand offen) dient zur Erhöhung der Ansaugluftmenge während des Kaltstarts und der Warmlaufphase. Ein einstellbarer Bypass (Nebenschluss) im Luftmengenmesser ermöglicht eine Veränderung des Ansaugquerschnitts und somit des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses. Während der Warmlaufphase des Motors ist das Kaltstartventil geöffnet, wodurch zusätzlich Kraftstoff in den Ansaugverteiler gelangt. Das Schließen des Kaltstartventils wird durch den Thermozeitschalter ausgelöst. Die Einspritzventile sind elektromagnetisch betätigt und sprühen je Kurbelwellenumdrehung gleichzeitig die Hälfte der jeweils benötigten Kraftstoffmenge vor die Einlassventile, die bei der ersten Einspritzung noch geschlossen, bei der zweiten (Ansaugtakt) geöffnet sind. Die Einspritzmenge wird durch die Öffnungsdauer der Einspritzventile bestimmt, die vom Steuergerät ermittelt wird.

Abb. 143: Schema der L-Jetronic.

- 1 Kraftstoffbehälter
- 2 Elektrokraftstoffpumpe
- 3 Kraftstofffilter
- 4 Steuergerät
- 5 Lambda-Sonde
- 6 Einspritzventil
- 7 Sammelsaugrohr
- 8 Kraftstoffdruckregler
- 9 Elektro-Startventil
- 10 Drosselklappenschalter
- 11 Luftmengenmesser
- 12 Thermozeitschalter
- 13 Motor-Temperaturfühler
- 14 Zusatzluftschieber
- 15 Batterie
- 16 Zünd-Start-Schalter

**LH-Jetronic**

Grundlage der LH-Jetronic ist die L-Jetronic. Bei der LH-Jetronic findet jedoch ein Hitzdraht-Luftmengenmesser Verwendung. Der Hitzdraht befindet sich im Ansaugkanal, wird elektrisch auf 100 °C aufgeheizt und auf diesem Wert geregelt. Entsprechend der Ansaugluftmenge wird der Hitz-

draht mehr oder weniger stark abgekühlt. Um eine Temperatur von 100 °C konstant halten zu können, wird die Heizstromstärke der Ansaugluftmenge angepasst. Somit ist die Heizstromstärke ein Maß für die Ansaugluftmenge. Das elektronische Steuergerät arbeitet digital und fragt den Messwert tausendmal pro Sekunde ab.

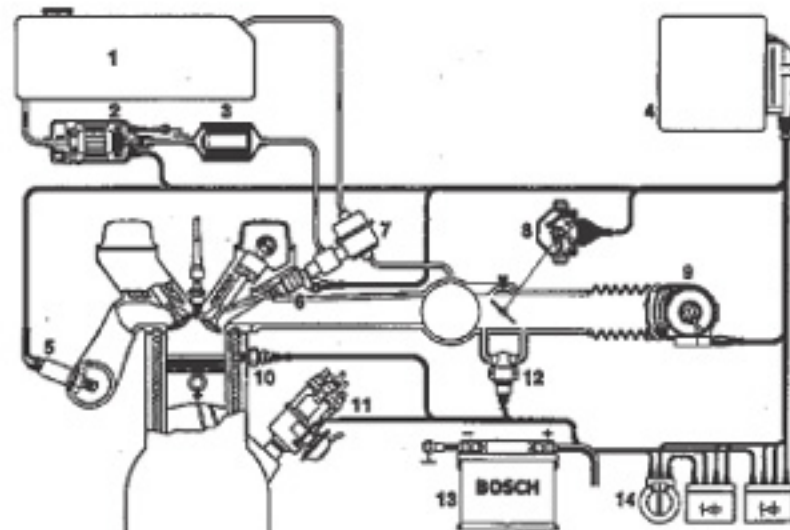


Abb. 144: Schema der LH-Jetronic.

- 1 Kraftstoffbehälter
- 2 Elektrokraftstoffpumpe
- 3 Kraftstofffilter
- 4 Steuergerät
- 5 Lambda-Sonde
- 6 Einspritzventil
- 7 Kraftstoffdruckregler
- 8 Drosselklappenschalter
- 9 Hitzdraht-Luftmassenmesser
- 10 Temperaturfühler
- 11 Zündverteiler
- 12 Leerlaufsteller
- 13 Batterie
- 14 Zünd-Start-Schalter

Hauptkomponenten der Benzineinspritzanlagen										Beschreibung auf Seite	
●		Mechanisch mit Fremdantrieb									Fabrikat/System
● ●		Mechanisch ohne Fremdantrieb									
		● ● ● ● ● ● ● ●									Komponente
		Elektronisch gesteuert									
Schäfer/Kugelfischer	Zenith	K-Jetronic	KE-Jetronic	L-Jetronic	LH-Jetronic	Mono-Jetronic	Motronic	ME-Motronic	MULTEC		
●										Wärmelaufregler	98
●		●								Einspritzpumpe	
●	●			●	●	●	●		●	Einspritzventil, elektrisch	94
		●	●							Einspritzventil, mechanisch	93
						●				Zentraleinspritzventil, elektrisch	94
●										Kraftstoffzuteiler mit Einspritzpumpe	
●		●	●	●	●	●	●		●	Drosselklappe	96
									●	Drosselklappenstellung	
						●				Drosselklappenansteller	96
			●	●	●	●	●			Drosselklappenschalter	97
								●		Drosselvorrichtung (EGAS)	
						●	●			Drosselklappenpotentiometer	
	●	●	●	●		●	●			Stauscheiben-Luftmengenmesser	94
	●				●					Hitzdrahtluftmengenmesser	95
		●	●							Kraftstoffspeicher	93
		●	●	●	●	●	●		●	Kraftstoffdruckregler	92
	●	●	●							Kraftstoffmehrenteiler	93
									●	Kraftstoffzuteiler mit Einspritzventilen	
	●									Systemdruckventil	
	●									Steuerdruckventil	
							●	●	●	Saugrohr-Drucksensor	
								●		Drucksteller	
		●	●	●					●	Sammelsaugrohr	
						●	●	●	●	Ansaugluft-Temperaturfühler	
		●	●						●	Gemischregler/Gemischzusammensetzung	
	●	●	●		●	●				Zusatzluftschieber	97
	●									Zusatzluftventil	
				●	●		●			Leerlaufsteller	98
									●	Leerlaufüllungsschrittmotor	94
		●	●	●			●			Thermostschalter	97
								●		Zündspule mit Zündkerzen	
		●	●	●	●	●	●	●	●	Motortemperaturfühler	
								●		Bezugsmarkengeber Kurbelwelle	

Hauptkomponenten der Benzineinspritzanlagen										Beschreibung auf Seite	
●		Mechanisch mit Fremdantrieb									Fabrikat/System
● ●		Mechanisch ohne Fremdantrieb									
		● ● ● ● ● ● ● ●									Komponente
		Elektronisch gesteuert									
Schäfer/Kugelfischer	Zenith	K-Jetronic	KE-Jetronic	L-Jetronic	LH-Jetronic	Mono-Jetronic	Motronic	ME-Motronic	MULTEC		
								●		Bezugsmarkengeber Nockenwelle	
							●	●	●	Drehzahlgeber	
			●	●		●	●	●	●	Elektronisches Steuergerät	98
			●				●	●		Elektrisches Stellglied	
							●	●		Aktivkohlebehälter	
			●	●	●	●		●	●	Lambda-Sonde	
							●	●		Tankentlüftungsventil	
							●	●		Absperrventil	
							●	●		Abgasrückführventil	99
								●		Elektrische Sekundärluftpumpe	
								●		Heißfilm-Luftmassenmesser	96
							●	●		Sekundärluftventil	
								●		Klopfsensor	
								●		Tankdrucksensor	
										Regenerierventil	
							●			Einspritzaggregat	
							●			Differenzdrucksensor	

#### Elektrokraftstoffpumpe

Die Elektrokraftstoffpumpe kann direkt im Kraftstoffbehälter (»Intank«) oder außerhalb in die Kraftstoffleitung (»Inline«) eingebaut sein. Die heute in der Regel verwendeten Intank-Pumpen sind in Tankeinbaueinheiten integriert. Bei Inline-Pumpen kann zur Vermeidung von Heißförderproblemen eine Vorförderpumpe in den Kraftstoffbehälter montiert werden, die den Kraftstoff mit geringem Druck zur Hauptpumpe fördert.

#### Rollenzellenpumpe

Die Rollenzellenpumpe und der Elektromotor befinden sich in einem gemeinsamen Gehäuse und werden vom Kraftstoff umspült. Die Rollen der Rollenzellenpumpe werden während der Rotation

durch die Zentrifugalkraft an das exzentrisch ausgebildete Pumpengehäuse gepresst. Die Pumpenwirkung kommt dadurch zustande, dass am Kraftstoffeintritt ein sich vergrößerndes und am Kraftstoffaustritt ein sich verkleinerndes Volumen entsteht.

Bei einem Druckmaximum wird die Druck- und Saugseite durch Öffnen eines in der Pumpe integriertes Überdruckventil verbunden. Ein Rückschlagventil verhindert bei Motorstillstand einen Kraftstoffrücklauf in den Kraftstoffbehälter.

**Heißfilm-Luftmassenmesser**

Der Heißfilm-Luftmassenmesser ist ein Strömungssensor, der den vom Motor angesaugten Luftmassenstrom erfasst. Er ist zwischen Luftfilter und Drosselklappe eingebaut. Der in Mikromechanik realisierte Heißfilm-Luftmassenmesser enthält eine Heizzone, die auf eine bestimmte Temperatur gebracht wird. Ohne Luftanströmung ist der Temperaturverlauf auf beiden Seiten gleich. Während einer Luftausströmung besteht eine Temperaturdifferenz, die direkt von der angesaugten Luftmasse abhängt. Die Auswertelektronik ist im Heißfilm-Luftmassenmesser integriert.

**Kaltstartventil**

Elektromagnetisch betätigtes Ventil einer Benzin-Einspritzanlage, das durch den Thermosteinschalter in Abhängigkeit von der Motortemperatur gesteuert wird. Während des Startens und bei kaltem Motor ist es geöffnet, wodurch zusätzlich Kraftstoff in das Sammelsaugrohr gespritzt wird.

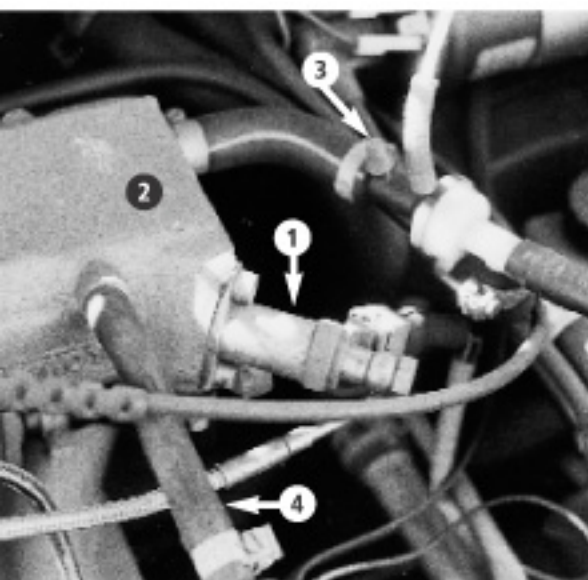


Abb. 161: Kaltstartventil.

- 1 Kaltstartventil (K-Jetronic)
- 2 Ansaugkrümmer
- 3 Rückschlagventil Bremskraftverstärker
- 4 Unterdruckleitung zum Druckregler

**Drosselklappe**

Die Drosselklappe ist eine im Saugrohrquerschnitt drehbar gelagerte Klappe. Sie wird durch das Gaspedal betätigt und regelt die vom Motor angesaugte Luftzufuhr. Die Zumessung der Kraftstoffmenge erfolgt in Abhängigkeit der Luftmenge; die Stellung der Drosselklappe bestimmt beim Ottomotor die Leistung.

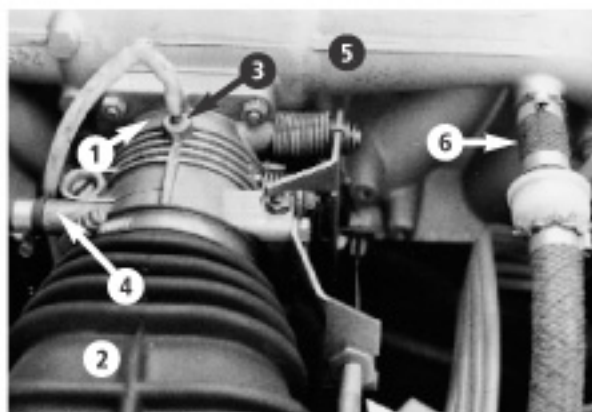


Abb. 162: Drosselklappe im Saugrohr einer K-Jetronic.

- 1 Drosselklappe (K-Jetronic)
- 2 Schlauch für Ansaugluft
- 3 Unterdruckleitung
- 4 Wasservorwärmung
- 5 Ansaugkrümmer
- 6 Unterdruckschlauch Bremskraftverstärker

Bei der ME-Motronic ist die Drosselklappe mit dem Drosselklappenantrieb (Gleichstrommotor) und dem Drosselklappenwinkelsensor als Einheit zusammengefasst und wird als Drosselvorrichtung EGAS bezeichnet. Bei der EGAS (elektronische Motorfüllungssteuerung) übernimmt ein elektronisches Steuergerät die Ansteuerung der Drosselklappe. Zur Ansteuerung der Drosselvorrichtung wird die Stellung des Fahrpedals erfasst.

**Drosselklappenansteller**

Stellglied zur Verstellung der Drosselklappe, das zur Leerlaufregelung bzw. Leerlaufstabilisierung dient. Es besteht im Wesentlichen aus Gleichstrommotor, Schnecke, Schneckenrad, Stellwelle, Betätigungsstößel. Die Steuerbefehle an den Elektromotor kommen vom Steuergerät der Benzineinspritzanlage.

**Drosselklappenschalter**

Der Drosselklappenschalter wird durch die Drosselklappenwelle betätigt. Erreicht die Drosselklappe eine der Endstellungen (Leerlauf oder Vollast), wird je ein Kontakt geschlossen (s. Abb. 163A). Der Drosselklappenschalter sitzt am Saugrohr des Motors (s. Abb. 163B). Er gewährleistet, dass das Triebwerk in allen Betriebszuständen einwandfrei funktioniert, und setzt den Katalysator nicht außer Funktion. Das Prinzip der Vollastanreicherung findet generell Anwendung und ist keinesfalls speziell für Katalysator-Autos entwickelt worden.

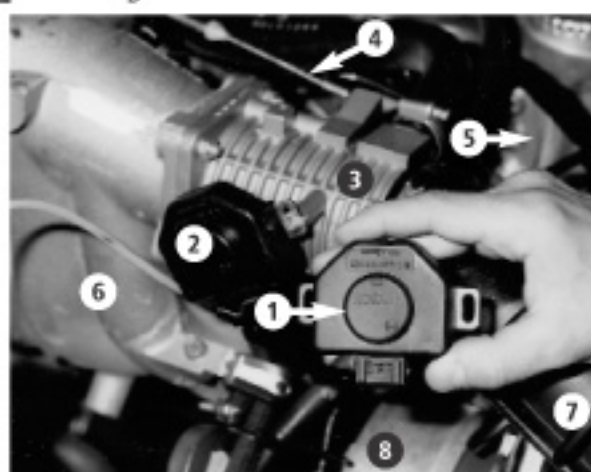
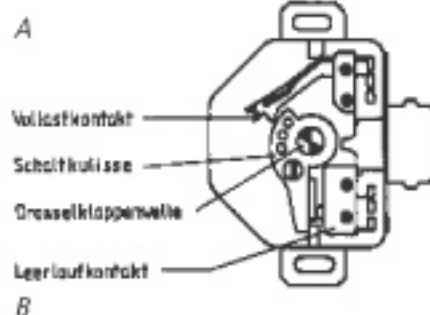


Abb. 163: Drosselklappenschalter, A: Prinzip, B: Einbauposition.

- 1 Drosselklappenschalter (ausgebaut)
- 2 Drosselklappenschalter (eingebaut)
- 3 Drosselklappenstutzen
- 4 Gaszug
- 5 Ventildeckel
- 6 Ansaugkrümmer
- 7 Ansaugrohr/Resonanzrohr
- 8 Lichtmaschine

**Zusatzluftschieber**

Der Zusatzluftschieber besteht aus einer Bimetallfeder, einer elektrischen Heizung und einer Lochblende. Die Lochblende wird durch die Bimetallfeder betätigt und ist im kalten Zustand offen.

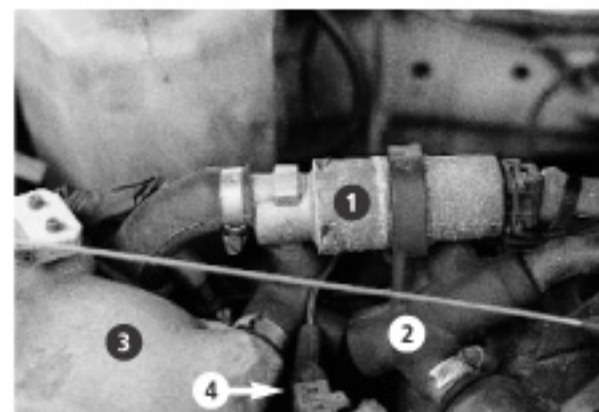
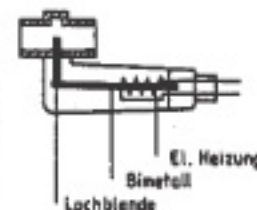


Abb. 164: Zusatzluftschieber, A: Prinzip, B: Einbauposition.

- 1 Zusatzluftschieber
- 2 Kurbelgehäuseentlüftung
- 3 Ansaugkrümmer
- 4 Kaltstartventil

**Thermosteinschalter**

Der Thermosteinschalter besteht aus einem elektrisch beheizten Bimetallstreifen, der nach einer bestimmten Zeit einen Kontakt öffnet und dadurch den Stromkreis des Startventils unterbricht.

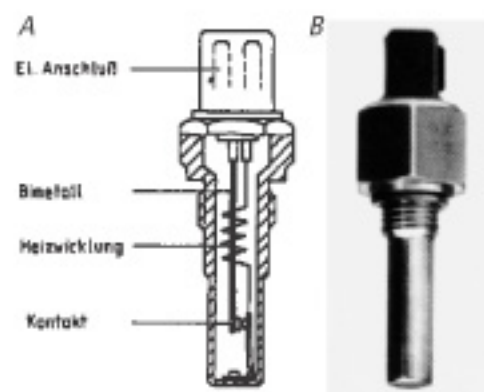


Abb. 165: Thermosteinschalter, A: Prinzip, B: Bauform.

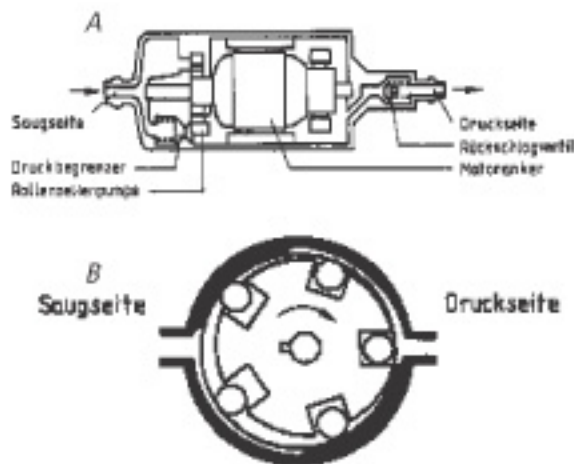


Abb. 150: Rollenzellenpumpe, A: Prinzip, B: Wirkungsweise.

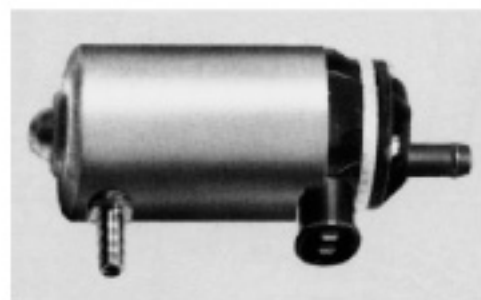
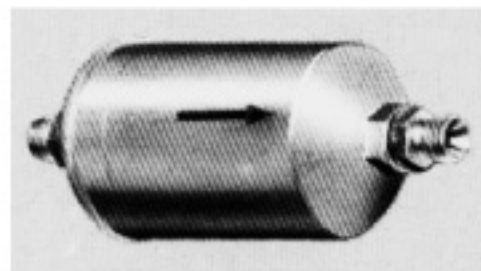


Abb. 151: Bauform einer Rollenzellenpumpe.

**Kraftstofffilter**

Das Kraftstofffilter besteht im Wesentlichen aus Papiereinsatz und Sieb.



**Kraftstoffdruckregler**

Der Druckregler hält den Kraftstoffdruck auf etwa 2,5 bzw. 3,0 bar konstant. Gemäß Abb. 153A besteht zwischen der Federkammer (Unterdruck im Sammelsaugrohr) und der Kraftstoffkammer (Druckseite der Kraftstoffpumpe) eine Druckdifferenz. Überschreitet der Druck im Kraftstoffsystem den eingestellten Wert, dann öffnet das membranbetätigte Ventil den Rücklauf zum Kraftstoffbehälter. Das Schließen des Ventils bewirkt die Druckfeder.

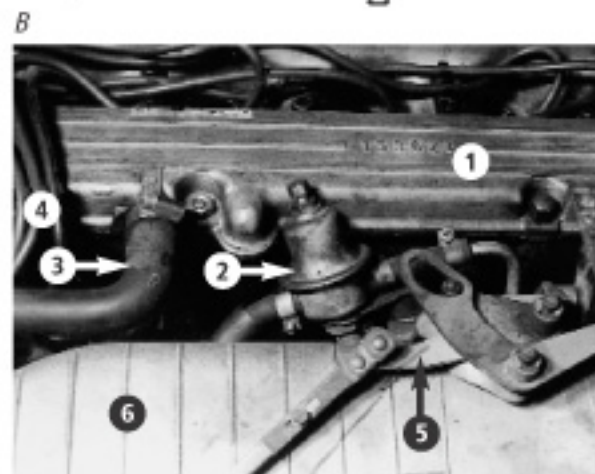
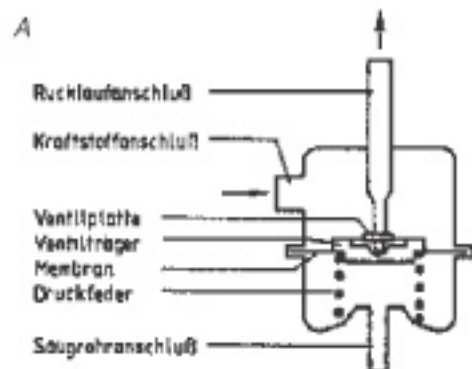


Abb. 153: Kraftstoffdruckregler, A: Prinzip, B: Einbauort.

- 1 Zylinderkopfdeckel
- 2 Druckregler (Kraftstoff)
- 3 Kurbelgehäuseentlüftung
- 4 Zündkabel
- 5 Gasgestänge
- 6 Ansaugkrümmer

**Kraftstoffmengenteiler**

Er verteilt den Kraftstoff gleichmäßig auf die Motorzylinder. Hierzu befinden sich in einem Schlitzträger so viele Steuerdrosseln (Öffnungen) wie Motorzylinder. Im Schlitzträger befindet sich ein Steuerkolben, der vom Hebel des Luftmengenmessers bewegt wird. Die zugeteilte Kraftstoffmenge ist nur vom Querschnitt der Steuerdrossel abhängig. Jeder Steuerdrossel ist ein Differenzdruckventil nachgeschaltet.

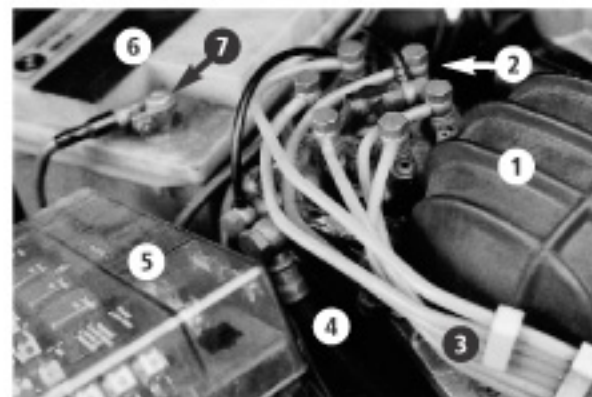


Abb. 154: Kraftstoffmengenteiler.

- 1 Luftgehäuse
- 2 Kraftstoffmengenteiler
- 3 Einspritzleitungen
- 4 Kraftstoffleitung
- 5 Sicherungskasten
- 6 Batterie
- 7 Batteriepol

**Kraftstoffspeicher**

Bauteil einer Benzineinspritzung. Er ist zwischen Kraftstoffpumpe und Kraftstofffilter eingebaut und hat die Aufgabe das Fördergeräusch zu dämpfen, den Druckaufbau zu verzögern und den Druck nach Abstellen des Motors zu speichern (gutes Heißstartverhalten).

Der Kraftstoffspeicher beinhaltet eine Federkammer und eine Speicherkammer, die durch eine Membran getrennt sind. Bei laufender Kraftstoffpumpe ist die Speicherkammer ganz mit Kraftstoff gefüllt.



Abb. 155: Kraftstoffspeicher.

**Einspritzventil (mechanisch)**

Das Einspritzventil öffnet selbständig bei etwa 3,5 bar Überdruck. Es hat keine Zumessfunktion und öffnet bzw. schließt mit einer Frequenz von ca. 1500 Hz, wodurch eine gute Kraftstoffaufbereitung erzielt wird. Zur Befestigung dient ein Gummiformteil, in das das Einspritzventil eingesteckt (nicht eingeschraubt) ist. Ein Feinsieb dient zur Reinigung des Kraftstoffs.



Abb. 156: Mechanisches Einspritzventil, A: Einbauposition, B: Ausgebaut.

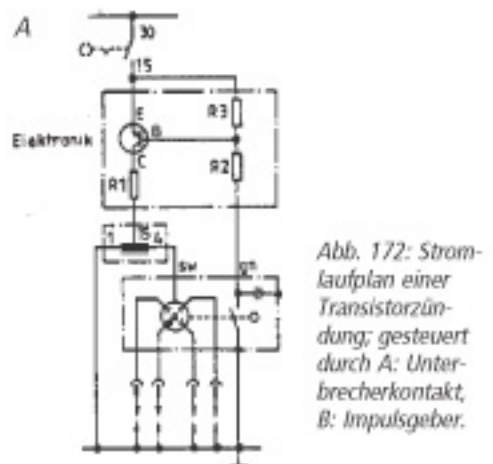


Abb. 172: Stromlaufplan einer Transistorzündung; gesteuert durch A: Unterbrecherkontakt, B: Impulsgeber.

Die Zündspule dient zur Erzeugung der Zündspannung, die Verteilung der Zündimpulse auf die Zündkerzen erfolgt durch den Zündverteiler.



Abb. 173: Elektronisches Steuergerät einer Transistorzündung.

**Elektronische Zündung (EZ)**

Die Hochspannungsverteilung erfolgt, wie bei der Spulen- und Transistorzündung mechanisch, Fliehkraft- und Unterdruckverstellung entfallen, Drehzahl und Motorlast werden von Sensoren erfasst, in elektrische Größen umgewandelt und dem Steuergerät zur Verarbeitung zugeleitet.

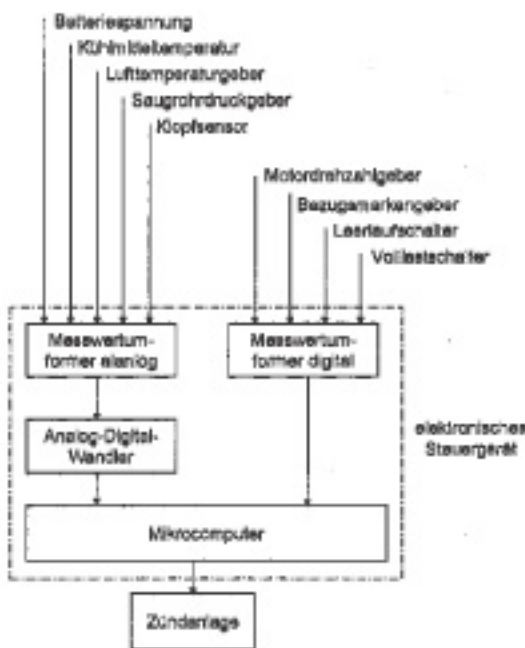
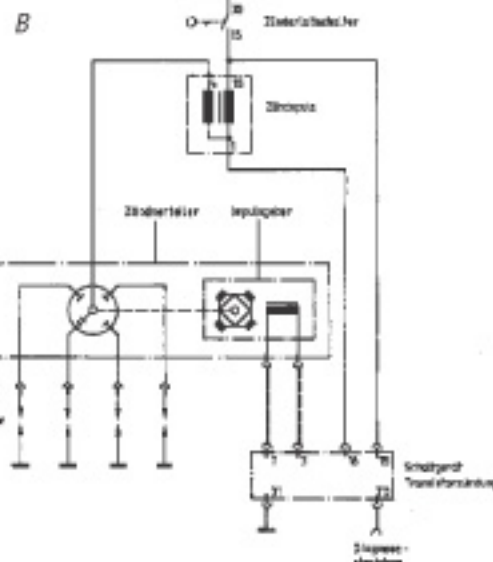


Abb. 174: Aufbau einer elektronischen Zündanlage.



Zur kontaktlosen Steuerung von elektronischen Zündanlagen werden vorwiegend permanentmagnetische Impulsgeber eingesetzt, die im Zündverteiler untergebracht sind und mit der Nockenwellendrehzahl umlaufen. Die annähernd sinusförmige Spannung eines permanentmagnetischen Impulsgebers wird in der Elektronik in steilflankige Impulse umgewandelt, damit die Steuerung des Leistungstransistors und somit die Auslösung der Zündfunken mit der erforderlichen Genauigkeit stattfindet. Sämtliche Messsignale dienen zur Ermittlung des optimalen Zündzeitpunktes.

Die Drehzahl und die Stellung der Kurbelwelle werden direkt am Starterzahnkranz an einer separaten Scheibe oder einer speziellen Stiftfolge mit einem oder zwei induktiven Stabsensoren gemessen. Die Bezugsmarke gibt eine definierte Stellung des Kolbens im Zylinder 1 an, während die Zähne des Zahnkranzes eine elektrische Abbildung der Kurbelwellenwinkel erlauben. Es ist auch eine Auslösung mit einem Zündverteiler möglich, der keinen Verstellmechanismus mehr hat. In diesem Fall erfolgt die Auslösung mit einem Hallgeber. Der Schließwinkel zur Aufladung der Zündspule wird durch den Rechner im Steuergerät vorgegeben. Ein Hochspannungsverteiler verteilt den Zündfunken sicher der Zündfolge entsprechend an die Zündkerzen.

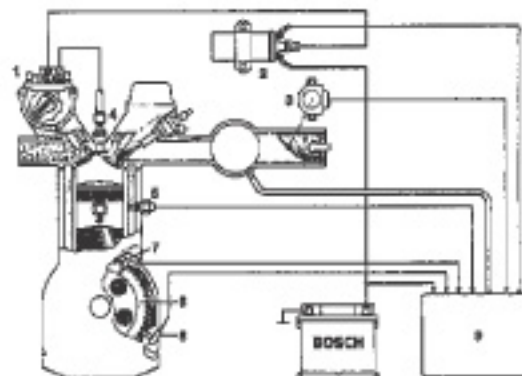


Abb. 175: Schema einer elektronischen Zündanlage.  
 1 Hochspannungsverteiler  
 2 Zündspule  
 3 Drosselklappenschalter  
 4 Zündkerze  
 5 Motortemperaturfühler  
 6 Schwungrad  
 7 Bezugsmarkengeber  
 8 Drehzahlgeber  
 9 Steuergerät

**Vollelektronische Zündung (VZ)**

Die Spannungsverteilung erfolgt rein elektronisch im Zündungssteuergerät (ruhende Spannungsverteilung, RUV). Da der Hochspannungsverteiler wegfällt, werden über zwei Leistungsstufen z.B. zwei Zündspulen mit je zwei Hochspannungsausgängen (Zweifunkenspulen) angesteuert. Dies stellt die gebräuchliche statische Hochspannungsverteilung

bei 4-Zylinder-Motoren dar. Dabei entstehen gleichzeitig zwei Funken verschiedener Polarität. Der eine zündet in den Arbeitstakt und der andere in den Auspufftakt.

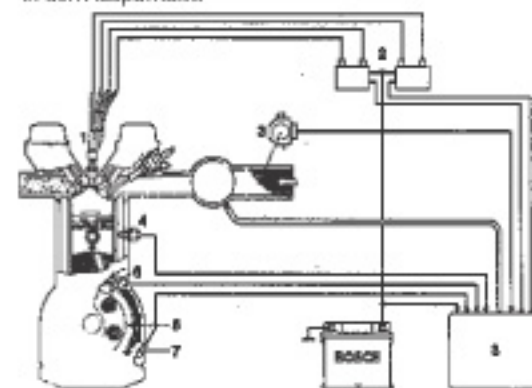


Abb. 176: Schema einer vollelektronischen Zündanlage.  
 1 Zündkerze  
 2 Zweifunkenspulen  
 3 Drosselklappenschalter  
 4 Motortemperaturfühler  
 5 Schwungrad  
 6 Bezugsmarkengeber  
 7 Drehzahlgeber  
 8 Steuergerät.

Mittlerweile werden ausnahmslos induktive Zündsysteme mit ruhender Spannungsverteilung und Einzelfunken-Zündspulen eingesetzt.

Abb. 177: Zündanlage mit ruhender Zündspannungsverteilung und Einzelfunken-Zündkerzen.

