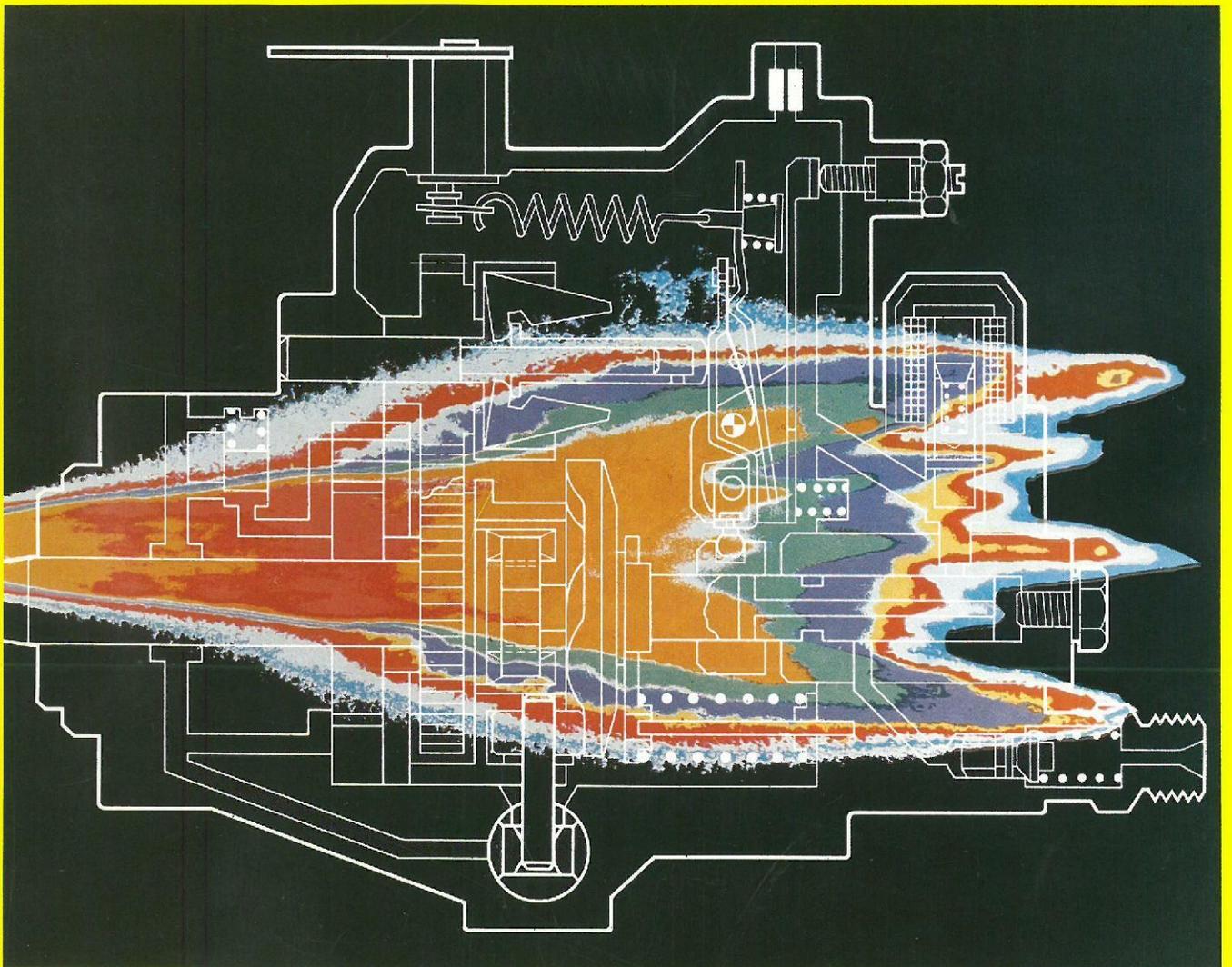




BOSCH

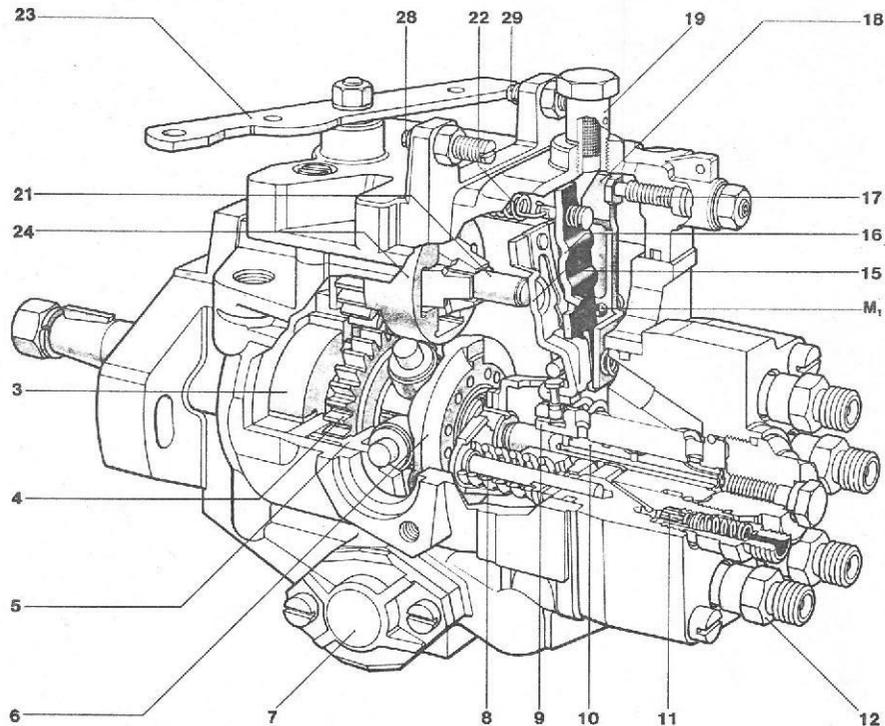
Verteilereinspritzpumpe

Typ VE

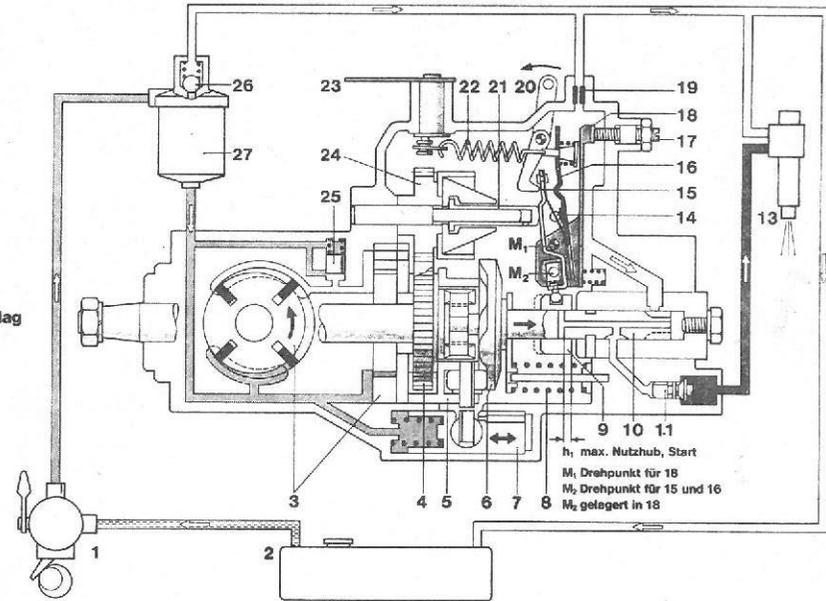


Technische Unterrichtung

BOSCH Verteiler-Einspritzpumpe VE...F..



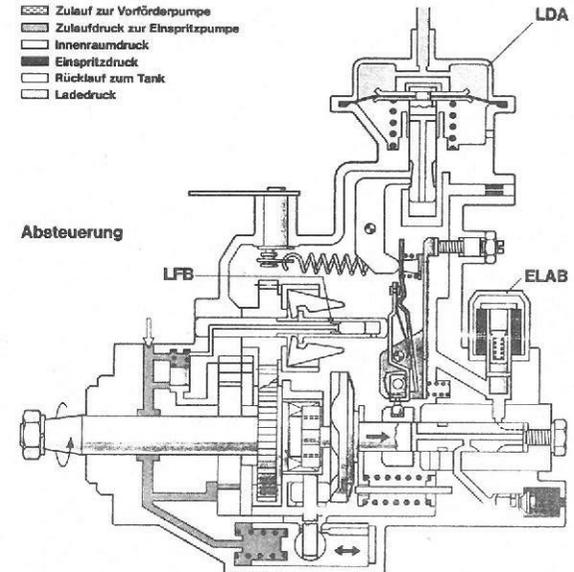
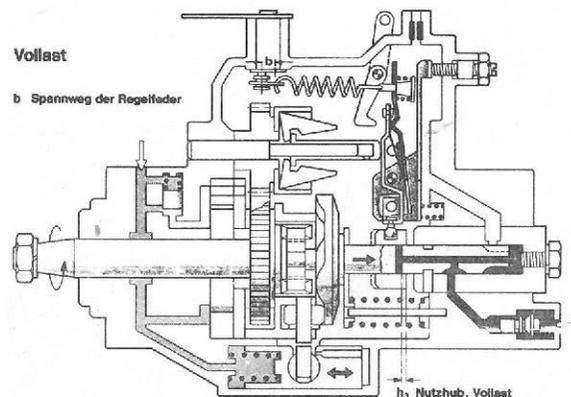
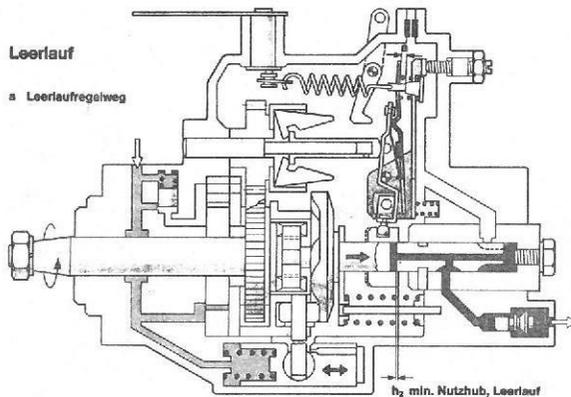
- 1 Vorförderpumpe
- 2 Kraftstoffbehälter
- 3 Förderpumpe
- 4 Reglerantrieb
- 5 Rollenring
- 6 Hubscheibe
- 7 Spritzversteller
- 8 Kolbenrückholfedern
- 9 Regelschieber
- 10 Verteilerkolben
- 11 Druckventil
- 12 Druckventilhalter
- 13 Einspritzdüse
- 14 Spannhebelanschlag
- 15 Starthebel
- 16 Spannhebel
- 17 Einstellschraube Vollastmenge
- 18 Einstellhebel
- 19 Überströmdrossel
- 20 Abstellhebel
- 21 Reglermuffe
- 22 Regelfeder
- 23 Verstellhebel
- 24 Regelgruppe
- 25 Drucksteuerventil
- 26 Überströmventil
- 27 Feinfilter
- 28 Einstellschraube Nenndrehzahl
- 29 Einstellschraube Leerlaufdrehzahl

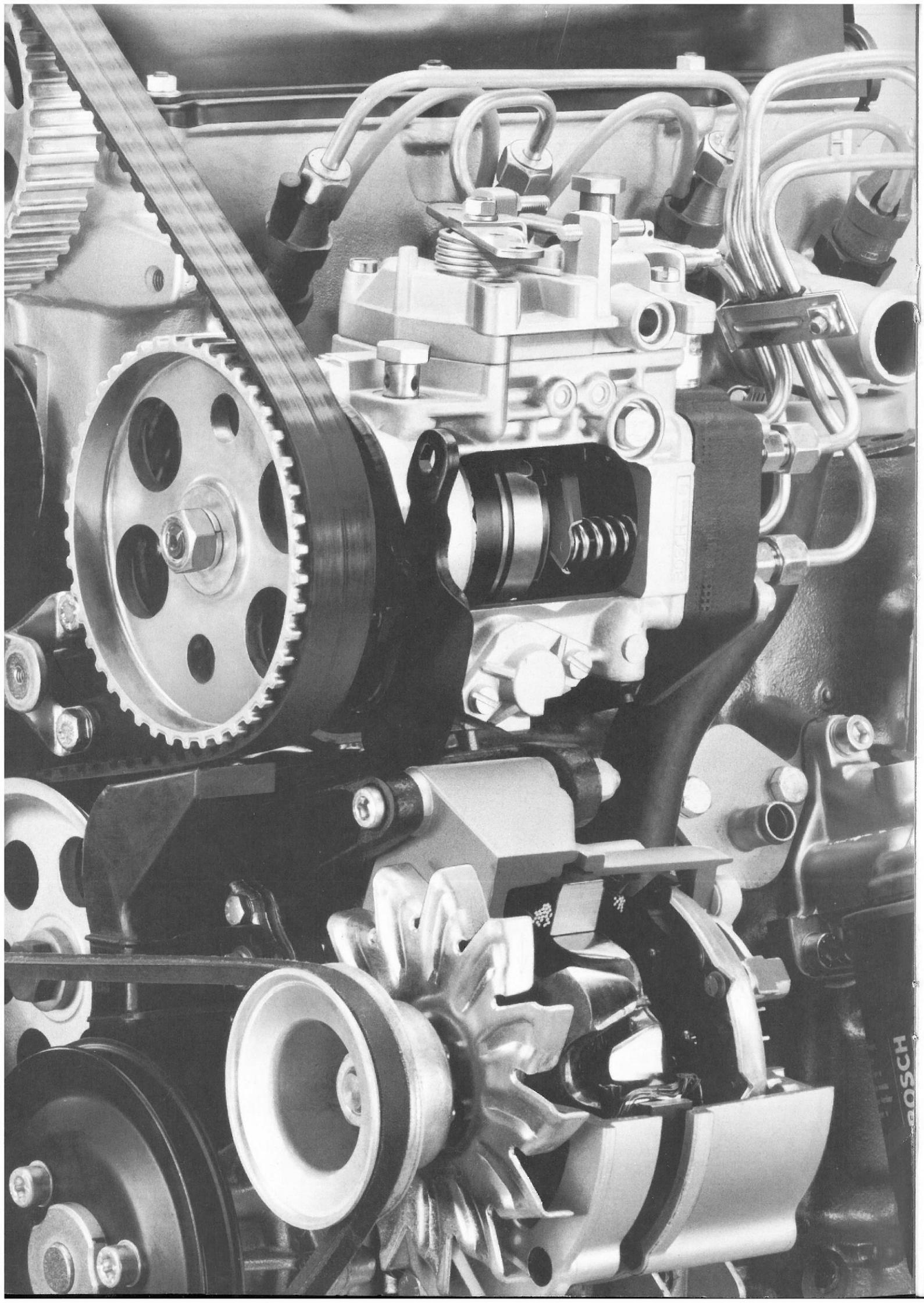


Zusatzeinrichtungen

- LDA: ladedruckabhängiger Vollastanschlag
- ELAB: elektrische Abstellung
- LFB: lastabhängiger Förderbeginn

- ▨ Zulauf zur Vorförderpumpe
- ▨ Zulaufdruck zur Einspritzpumpe
- ▨ Innenraumdruck
- ▨ Einspritzdruck
- ▨ Rücklauf zum Tank
- ▨ Ladedruck





Verteilereinspritzpumpe Typ VE

Warum Dieselfahrzeuge so gefragt sind, läßt sich auf einen einfachen Nenner bringen: Ihr Verbrauch ist deutlich günstiger als der von Benzinmotoren. Hinzu kommt, daß das Startverhalten und die Laufkultur der Selbstzünder sich dem Benzinmotor sehr genähert haben.

Zur Popularität auch von schnellaufenden Dieselmotoren in Personenwagen hat die Bosch-Dieseleinspritzanlage beigetragen. Durch die hohe Präzision der Verteilereinspritzpumpe Typ VE ist es gelungen, auch kleinste Einspritzmengen exakt zu dosieren. Eine besondere Reglervariante, der Pkw-Regler, ergibt durch ein feinfühliges Ansprechen des Motors auf die Gaspedalbetätigung die guten Fahreigenschaften eines modernen Pkw.

Wie die Verteilereinspritzpumpe Typ VE aufgebaut ist und wie sie Einspritzmenge, Spritzbeginn und Spritzdauer den verschiedenen Motorbetriebszuständen anpaßt, ist nachstehend beschrieben.

Dieselmotor	2
Dieselprinzip, Abgasverhalten	
Einspritzanlage	3
Verteilereinspritzpumpe Typ VE	4
Anwendungsbereich, Aufbau und Pumpenantrieb	
Kraftstoff-Förderung	6
Niederdruckförderung, Hochdruckförderung, Druckventil, Druckleitungen, Düsenhalter, Einspritzdüsen	
Drehzahlregelung	14
Alldrehzahlregler, Leerlauf- und Enddrehzahlregler	
Spritzverstellung	18
Anpaßeinrichtungen	20
Angleichung, Ladedruck-Anpassung, Lastabhängige Anpassung, Atmosphärendruckabhängige Anpassung und Kaltstartanpassung	
Abstellen	28

Das Titelbild zeigt eine Verteilereinspritzpumpe Typ VE im Aufriß mit einem Dieseleinspritzstrahl und seiner Kraftstoffverteilung im Brennraum.

Bild links: Schnittmodell einer Verteilereinspritzpumpe am Dieselmotor. Unten im Bild ein Drehstromgenerator.

Dieselmotor

Das Dieselprinzip

Der Dieselmotor saugt nur Luft an. Diese erhitzt sich während des Verdichtungshubes. An der erhitzten Luft entzündet sich der eingespritzte Dieselmotorkraftstoff.

Beim Dieselmotor als Selbstzünder erhitzt sich die angesaugte Luft während des Verdichtungshubes so stark, daß der eingespritzte Kraftstoff sich von selbst entzündet. Der Kraftstoff wird durch die Einspritzpumpe dosiert und unter hohem Druck über die Einspritzdüse in den Verbrennungsraum eingespritzt. Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt:

- in genau bemessener Menge entsprechend der Motorbelastung und Drehzahl,
- zum richtigen Zeitpunkt, bezogen auf die Stellung der Kurbelwelle,
- in der für das jeweilige Verbrennungsverfahren angepaßten Weise.

Für die Einhaltung dieser Bedingungen sorgt die Einspritzanlage. Diese erfaßt bestimmte Betriebsbedingungen wie Motordrehzahl, Gaspedalstellung und andere Betriebsdaten und bestimmt hieraus die Einspritzmenge. Der Kraftstoff wird entweder in eine Vor- oder Wirbelkammer oder direkt in den Brennraum eingespritzt (Bild 2). Der 4-Takt-Dieselmotor arbeitet so:

1. Takt: Ansaugen der Luft oder bereits vorverdichteter Luft.
2. Takt: Verdichten. Verdichtungsverhältnis etwa 1:20, bei Aufladung etwa 1:18 und Verdichtungsdrücken zwischen 30 und 55 bar. Die Luft erhitzt sich dabei sehr stark (etwa 500 bis 750°C). In die verdichtete Luft wird Kraftstoff eingespritzt.

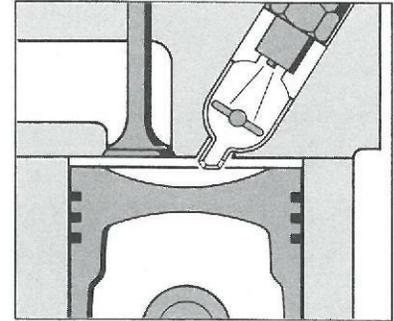
3. Takt: Verbrennen (Arbeiten). Der Kraftstoff entzündet sich an der erhitzten Luft und verbrennt. Die entstehende Verbrennungsenergie treibt den Kolben zum unteren Totpunkt.
4. Takt: Ausstoßen der Abgase.

Abgasverhalten

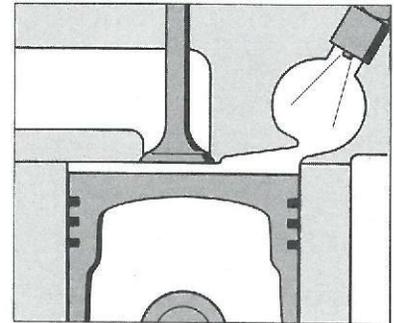
Dieselmotoren verbrennen Mineralölprodukte, die auf der Kohlen-Wasserstoff-Basis beruhen. Bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff entsteht bei der vollständigen Verbrennung Kohlendioxid und Wasser. In Verbrennungsmotoren findet jedoch eine unvollkommene Verbrennung statt. Unterschiedliche Lastzustände und Drehzahlbereiche, mangelnde Vermischung von Luft und Kraftstoff, ungenügende Temperaturen im Verbrennungsraum führen zu Teilreaktionen oder Nebenreaktionen, die schädliche Abgase bilden. Da die dieselmotorische Verbrennung mit hohem Luft-/Sauerstoff-Überschuß ablaufen kann, treten keine Probleme mit der CO-Emission auf. Dagegen ist die Bildung teilverbrannter Kohlenwasserstoffe ein Dieselproblem bei Niedriglast- oder Kaltlaufbetriebsbedingungen. Stickoxide bilden sich bei örtlich sehr hohen Temperaturen, die kurzzeitig durch Druckspitzen beim Verbrennungsablauf entstehen, also meist bei hohen Drehzahlen und Belastungen auftreten.

Die als Dieselrauch allgemein bekannte Schwarzauchentwicklung ist die Folge eines während der Verbrennung auftretenden örtlichen Sauerstoffmangels, der die Abspaltung reinen Kohlenwasserstoffs bewirkt. Er bildet als eine Wolke kleinster Partikel den Dieselrauch.

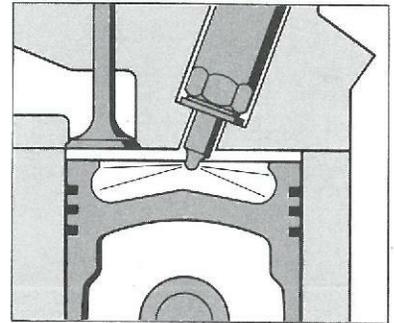
Brennraumgestaltung und Einspritzverfahren.



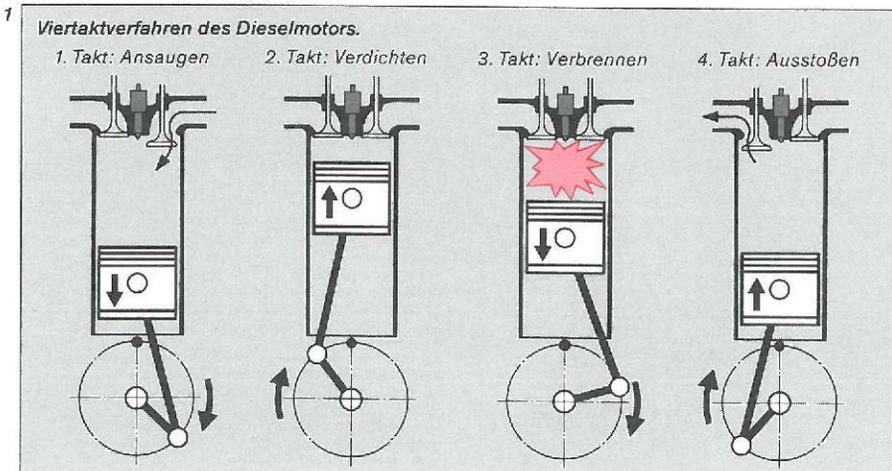
Vorkammereinspritzung.



Wirbelkammereinspritzung.



Direkteinspritzung.



2) Bei Vor- und Wirbelkammernmotoren entzündet sich das fette Gemisch in einer kleinen Kammer und schießt dann durch einen relativ engen Kanal in den Hauptbrennraum, in dem es sich mit hoher Turbulenz mit der dort komprimierten Luft vermischt und verbrennt. Eine Unterteilung des Brennraums in einen Hauptbrennraum und eine Vor- oder Wirbelkammer ergibt einen ruhigen Verbrennungsablauf. Vor- und Wirbelkammer-Motoren werden deshalb vorwiegend bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen eingesetzt.

Direkteinspritzmotoren arbeiten mit besonders niedrigem Kraftstoffverbrauch. Ihr Einsatzbereich erstreckt sich über mobile und stationäre Anwendung, wie zum Beispiel Lkw, Schlepper und Schiffe sowie Baumaschinen.

Einspritzanlage

Aufgabe

Die Einspritzanlage fördert bei jedem Arbeitshub die erforderliche Menge Kraftstoff unter hohem Druck bei einer ganz bestimmten Kurbelwellenstellung zur Einspritzdüse, die den Kraftstoff fein zerstäubt in den Brennraum einspritzt.

Einspritzmenge

Um ein gutes Abgasverhalten zu erzielen, muß die Einspritzmenge so dosiert werden, daß auch bei Vollast Luftüberschuß vorhanden ist. Außerdem muß die Einspritzmenge so geregelt werden, daß die Leerlaufdrehzahl nicht unter- und die Höchstdrehzahl nicht überschritten wird. Die Anpassung an besondere Betriebsbedingungen kann weitere Korrekturen der Einspritzmenge erforderlich machen.

Einspritzzeitpunkt

Der Einspritzzeitpunkt richtet sich nach der Motordrehzahl und der Last. Er wird in Abhängigkeit von der Drehzahl so verändert, daß die Hauptentflammung nach Überschreiten des oberen Totpunktes erfolgt.

Einspritzverlauf

Beim Dieselprinzip ist man bestrebt, nach dem Zündbeginn eine Gleichdruckverbrennung zu erreichen: Die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffes soll über die Einspritzzeit so verteilt werden, daß der Verbrennungsdruck möglichst gleich bleibt. Es soll nur so viel Kraftstoff je Grad Kurbelwinkel eingespritzt werden, wie in diesem Zeitraum verbrannt werden kann, ohne daß der Druck übermäßig ansteigt und die Schadstoffemission zunimmt.

Übersicht

Kleine, schnellaufende Dieselmotoren, insbesondere in Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen, erfordern eine Einspritzanlage mit geringem Gewicht und kleinem Einbauvolumen. Die Verteilereinspritzpumpe Typ VE erfüllt diese Forderungen durch Zusammenfassen von Förderpumpe, Drehzahlregler und Spritzversteller in einem kleinen, kompakten Aggregat.

Niederdruckteil

Zum Niederdruckteil einer Einspritzanlage gehören Kraftstoffbehälter, Kraftstofffilter, Flügelzellen-Förderpumpe und Überströmventil sowie die Kraftstoffzuleitungen.

Hochdruckteil

Im Hochdruckteil der Einspritzpumpe wird der zum Einspritzen benötigte Kraftstoffdruck erzeugt. Der Kraftstoff wird hierbei über Druckventil, Druckleitung und Düsenhalter zur Einspritzdüse gefördert.

Leitungsanordnung

Für die Funktion der Einspritzpumpe ist es erforderlich, daß der Kraftstoff dem Hochdruckteil der Einspritzpumpe kontinuierlich, blasenfrei und unter Druck zugeführt wird. Bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen ist in der Regel der Höhenunterschied zwischen Kraftstofftank und Einspritzpumpe gering, die Leitungslänge günstig und der Leitungsquerschnitt so groß bemessen, daß die Saugleistung der in der Verteilereinspritzpumpe eingebauten Flügelzellen-Förderpumpe ausreichend ist.

In Fahrzeugen mit größerem Höhenunterschied oder (und) längerer Leitung zwischen Kraftstofftank und Einspritzpumpe wird eine Vorförderpumpe installiert. Sie überbrückt die Leitungs- und Filterwiderstände und erhöht die Filterstandzeit.

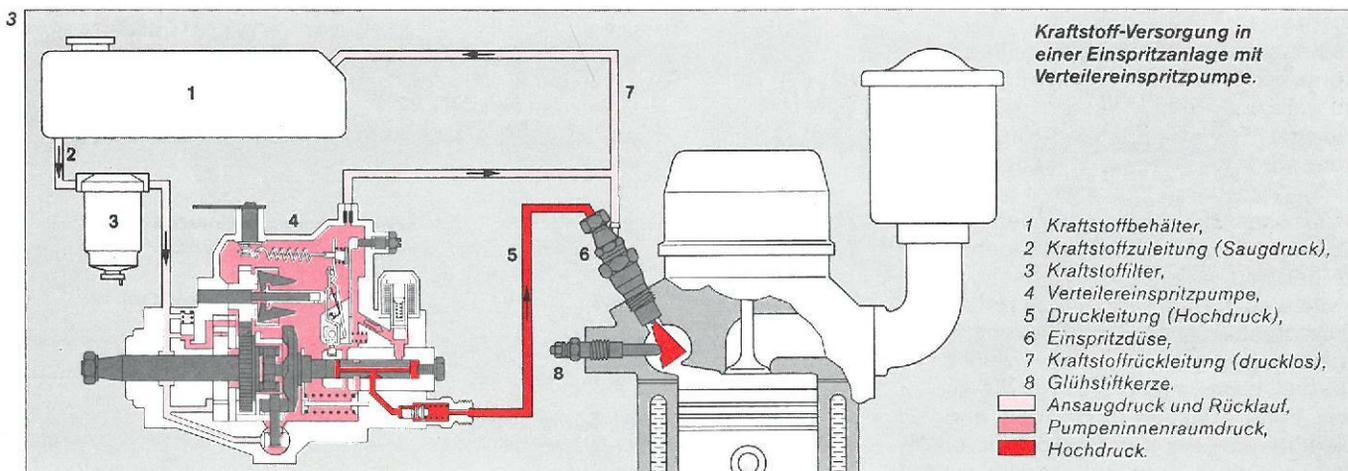
Ein Falltankbetrieb wird hauptsächlich bei Schleppern und Stationärmotoren angewandt.

Kraftstofffilter

Der Hochdruckteil der Einspritzpumpe und die Einspritzdüsen sind mit einer Genauigkeit von wenigen Tausendstel Millimetern gefertigt. Dies bedeutet, daß Verunreinigungen im Kraftstoff die Funktion beeinträchtigen können. Eine schlechte Filterung kann zu Schäden an Pumpenkomponenten, Druckventilen und Einspritzdüsen führen. Der Einsatz eines speziell auf die Erfordernisse der Einspritzanlage abgestimmten Kraftstofffilters ist deshalb Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer.

Kraftstoff kann Wasser in gebundener oder ungebundener Form (z. B. Kondenswasserbildung infolge Temperaturwechsels) enthalten. Wenn dieses Wasser zur Einspritzpumpe gelangt, bleiben Schäden durch Korrosion nicht aus. Verteilereinspritzpumpen benötigen deshalb Kraftstofffilter mit Wassersammelraum. Das Wasser muß in entsprechenden Intervallen abgelassen werden.

Mit zunehmender Anwendung des Dieselmotors in Pkw hat sich ein Bedarf für eine automatische Wasserwarneinrichtung ergeben. Sie zeigt über eine Warnlampe an, wenn Wasser abgelassen werden muß.



Verteilereinspritzpumpe

Typ VE

Anwendungsbereich

Die Verteilereinspritzpumpen Typ VE bieten aufgrund ihrer Flexibilität eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Nennzahl, Leistung und Bauform des Dieselmotors geben den Anwendungsbereich und die Auslegung der Verteilereinspritzpumpe vor. Zum Einsatz gelangen die Verteilereinspritzpumpen bei Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Schleppern und Stationärmotoren.

Allgemeine Angaben

In der Verteilereinspritzpumpe Typ VE ist im Gegensatz zur Reiheneinspritzpumpe auch für Mehrzylindermotoren nur ein Pumpenzylinder und ein Pumpenkolben vorhanden. Der von dem Pumpenkolben geförderte Kraftstoff wird über eine Verteilernut auf die der Zylinderzahl des Motors entsprechenden Auslässe verteilt. In dem geschlossenen Gehäuse der Verteilereinspritzpumpe sind folgende Baugruppen vereint:

- Hochdruckpumpe mit Verteiler,
- mechanischer Drehzahlregler,
- hydraulischer Spritzversteller,
- Flügelzellen-Förderpumpe und
- Abstellvorrichtung.

In Bild 4 sind die Baugruppen und ihre Aufgaben zusammengestellt. Zusätzlich kann die Verteilereinspritzpumpe mit verschiedenen Anpaßeinrichtungen ausgestattet werden. Sie ermöglichen eine weitere individuelle Anpassung an die spezifischen Eigenschaften des Dieselmotors. Wann und wozu die Anpaßeinrichtungen eingesetzt werden, wie sie aufgebaut sind und wie sie funktionieren, erfahren Sie später.

Aufbau

Die Antriebswelle der Verteilereinspritzpumpe ist in dem Pumpengehäuse gelagert. Auf ihr ist außerdem die Flügelzellen-Förderpumpe angeordnet. Hinter der Antriebswelle befindet sich der Rollenring, der nicht mit der Antriebseinrichtung verbunden ist, aber ebenfalls in dem Pumpengehäuse gelagert ist. Über die Hubscheibe – die sich auf den Rollen des Rollenrings abstützt und von der Antriebswelle angetrieben wird – wird eine Dreh-Hub-Bewegung erzeugt, die auf den Verteilerkolben übertragen wird. Geführt wird der Verteilerkolben von dem mit dem Pumpengehäuse ver-

schraubten Verteilerkopf. In ihm sind die elektrische Abstellvorrichtung zur Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr, die Verschlußschraube mit Entlüftungsschraube und die Druckventile mit den Druckventilhaltern befestigt. Ist die Verteilereinspritzpumpe mit einer mechanischen Abstellvorrichtung ausgestattet, so befindet sich diese im Reglerdeckel.

Mit dem Reglerantrieb – der mit der Antriebswelle über ein Zahnrad verbunden ist – wird die Reglergruppe angetrieben. Sie ist mit den Fliehgewichten und der Reglermuffe ausgestattet. Die Reglermechanik, die sich aus Einstellhebel, Starthebel und Spannhebel zusammensetzt, ist in dem Gehäuse drehbar gelagert. Von ihr wird die Position des Regelschiebers auf dem Pumpenkolben beeinflusst. An der Oberseite der Reglermechanik greift die Regelfeder ein, die über die Verstellhebelwelle mit dem Verstellhebel verbunden ist. Die Verstellhebelwelle ist in dem Reglerdeckel gelagert, wo-

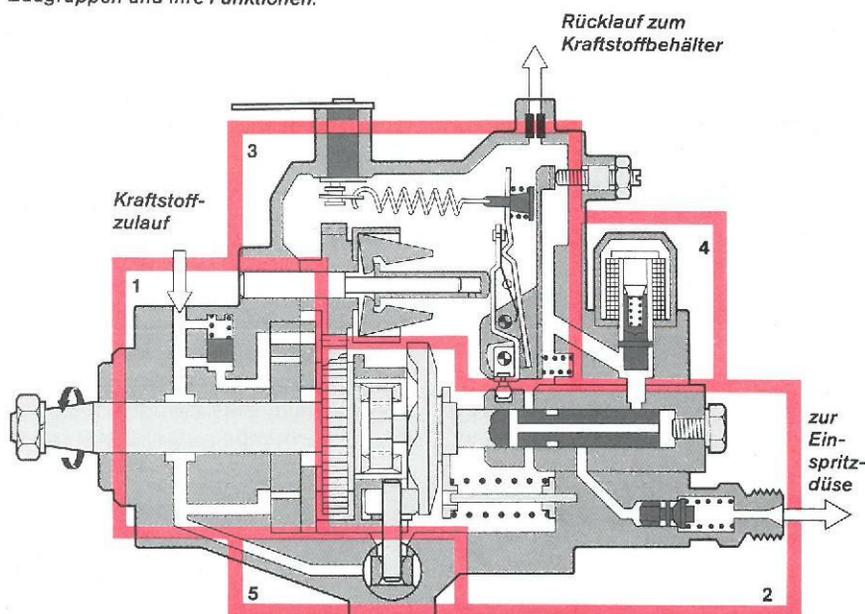
bei über den Verstellhebel die Pumpenfunktion beeinflusst wird. Der Reglerdeckel schließt die Verteilereinspritzpumpe nach oben ab. In ihm sind außerdem die Vollastmengen-Einstellschraube, die Überströmdrossel und die Drehzahl-Einstellschrauben angebracht.

An der Unterseite der Verteilereinspritzpumpe ist quer zur Pumpenlängsachse der hydraulische Spritzversteller eingebaut. Seine Funktion wird von dem Innenraumdruck – der von der Flügelzellen-Förderpumpe und dem Drucksteuerventil bestimmt wird – beeinflusst. Er ist auf beiden Pumpenseiten durch einen Verschlußdeckel eingegrenzt.

Pumpenantrieb

Über eine Antriebseinrichtung des Dieselmotors erfolgt der Antrieb der Verteilereinspritzpumpe. Bei Viertaktmotoren beträgt hierbei die Pumpendrehzahl die Hälfte der Kurbelwellendrehzahl des Dieselmotors. Das heißt,

4 Baugruppen und ihre Funktionen.



1 Flügelzellen-Förderpumpe
Kraftstoff ansaugen und dem Pumpeninnenraum zuführen.

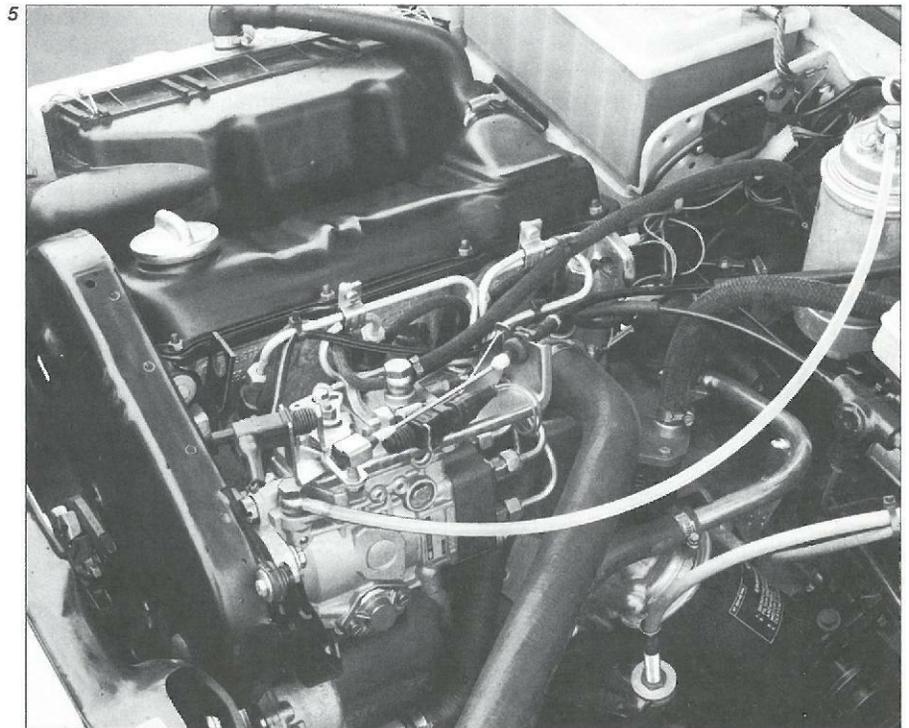
2 Hochdruckpumpe mit Verteiler
Einspritzdruck erzeugen, Kraftstoff fördern und verteilen.

3 mechanischer Drehzahlregler
Drehzahl regeln, Fördermenge durch die Regeleinrichtung im Regelbereich verändern.

4 elektromagnetisches Abstellventil
Kraftstoffzufuhr unterbrechen.

5 Spritzversteller
Förderbeginn in Abhängigkeit von der Drehzahl verstellen.

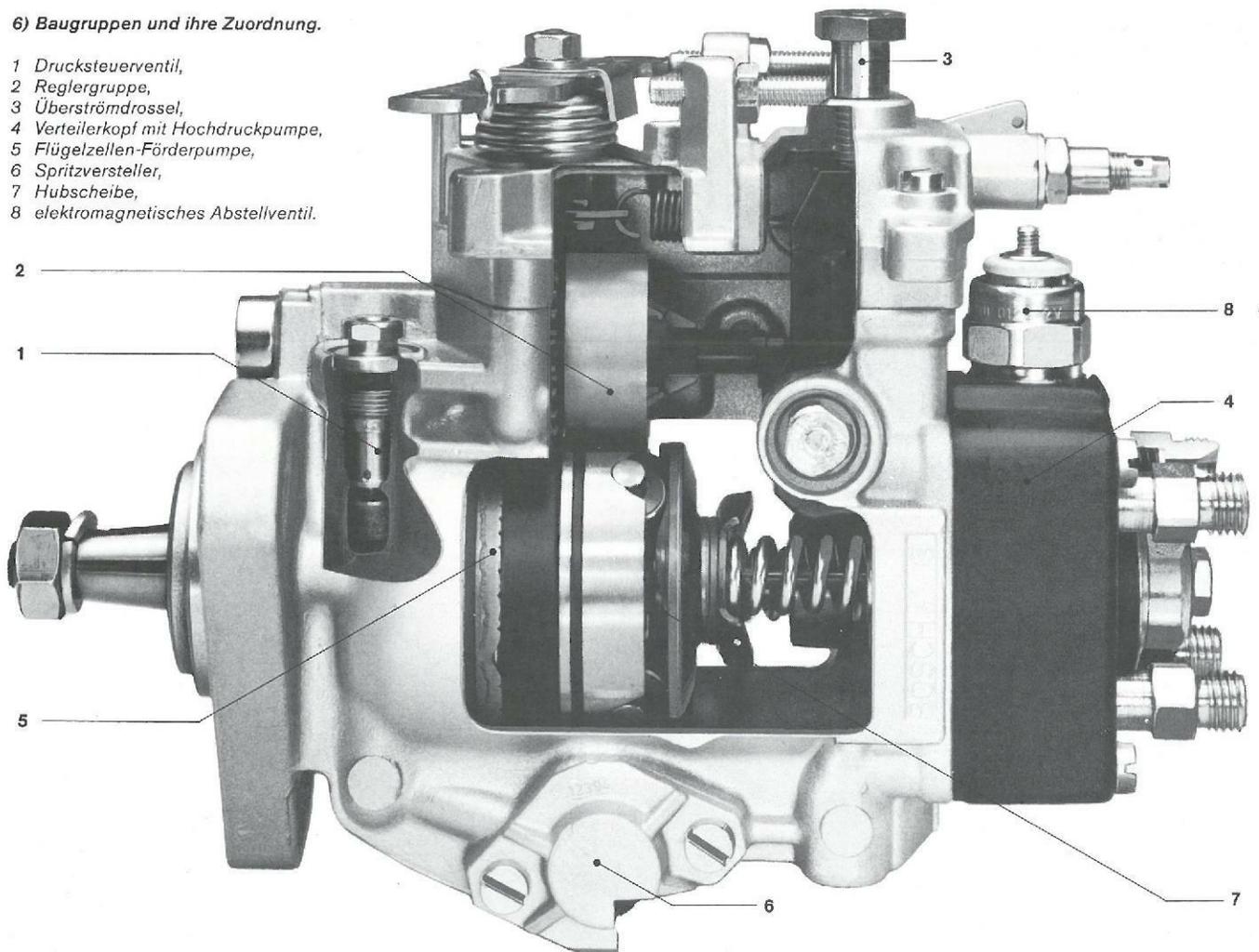
daß die Einspritzpumpe mit Nockenwellendrehzahl angetrieben wird. Der Antrieb der Verteilereinspritzpumpe erfolgt zwangsläufig, und zwar so, daß die Antriebswelle der Verteilereinspritzpumpe völlig synchron zur Kolbenbewegung des Motors läuft. Realisiert wird dieser zwangsläufige Antrieb durch die Verwendung von Zahnriemen, Steckritzeln, Zahnrad oder Kette. Verteilereinspritzpumpen gibt es für Rechtslauf und für Linkslauf. Hierbei ist jedoch je nach Drehrichtung die Einspritzfolge unterschiedlich, aber immer so, daß die Auslässe in der geometrischen Reihenfolge der Anordnung spritzen. Um Verwechslungen mit der Bezeichnung der Motorzylinder zu vermeiden, sind die Auslässe der Verteilereinspritzpumpe mit A, B, C usw. bezeichnet.



5) Verteilereinspritzpumpe Typ VE an einem 4-Zylinder-Dieselmotor.

6) Baugruppen und ihre Zuordnung.

- 1 Drucksteuerventil,
- 2 Reglergruppe,
- 3 Überströmdrossel,
- 4 Verteilerkopf mit Hochdruckpumpe,
- 5 Flügelzellen-Förderpumpe,
- 6 Spritzversteller,
- 7 Hubscheibe,
- 8 elektromagnetisches Abstellventil.



Kraftstoff-Förderung

Niederdruckförderung

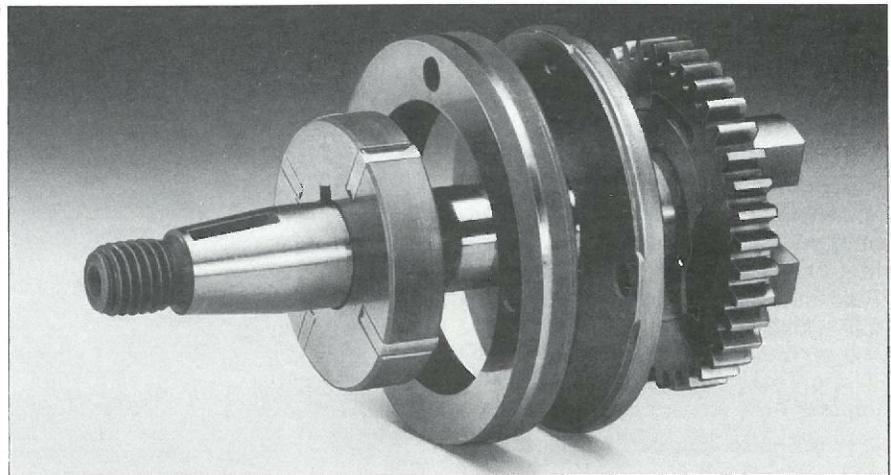
Bei den Einspritzanlagen mit Verteilereinspritzpumpen wird der Kraftstoff von der Flügelzellen-Förderpumpe aus dem Kraftstoffbehälter angesaugt und in den Pumpeninnenraum gefördert.

Gefördert wird von der Flügelzellen-Förderpumpe pro Umdrehung eine annähernd konstante Kraftstoffmenge. Um im Pumpeninnenraum einen definierten Druck in Abhängigkeit von der Drehzahl zu bekommen, ist hierzu ein Drucksteuerventil notwendig. Mit dem Drucksteuerventil kann bei einer bestimmten Drehzahl ein definierter Druck eingestellt werden. Der Druck steigt dann proportional mit der Drehzahl, d. h. je höher die Drehzahl, desto höher der Pumpeninnenraumdruck.

Ein Teil der geförderten Kraftstoffmenge fließt über das Drucksteuerventil zur Saugseite zurück. Zur Kühlung und selbsttätigen Entlüftung der Verteilereinspritzpumpe fließt ebenfalls Kraftstoff über die an dem Reglerdeckel angebrachte Überströmdrossel in den Kraftstoffbehälter zurück.

Flügelzellen-Förderpumpe

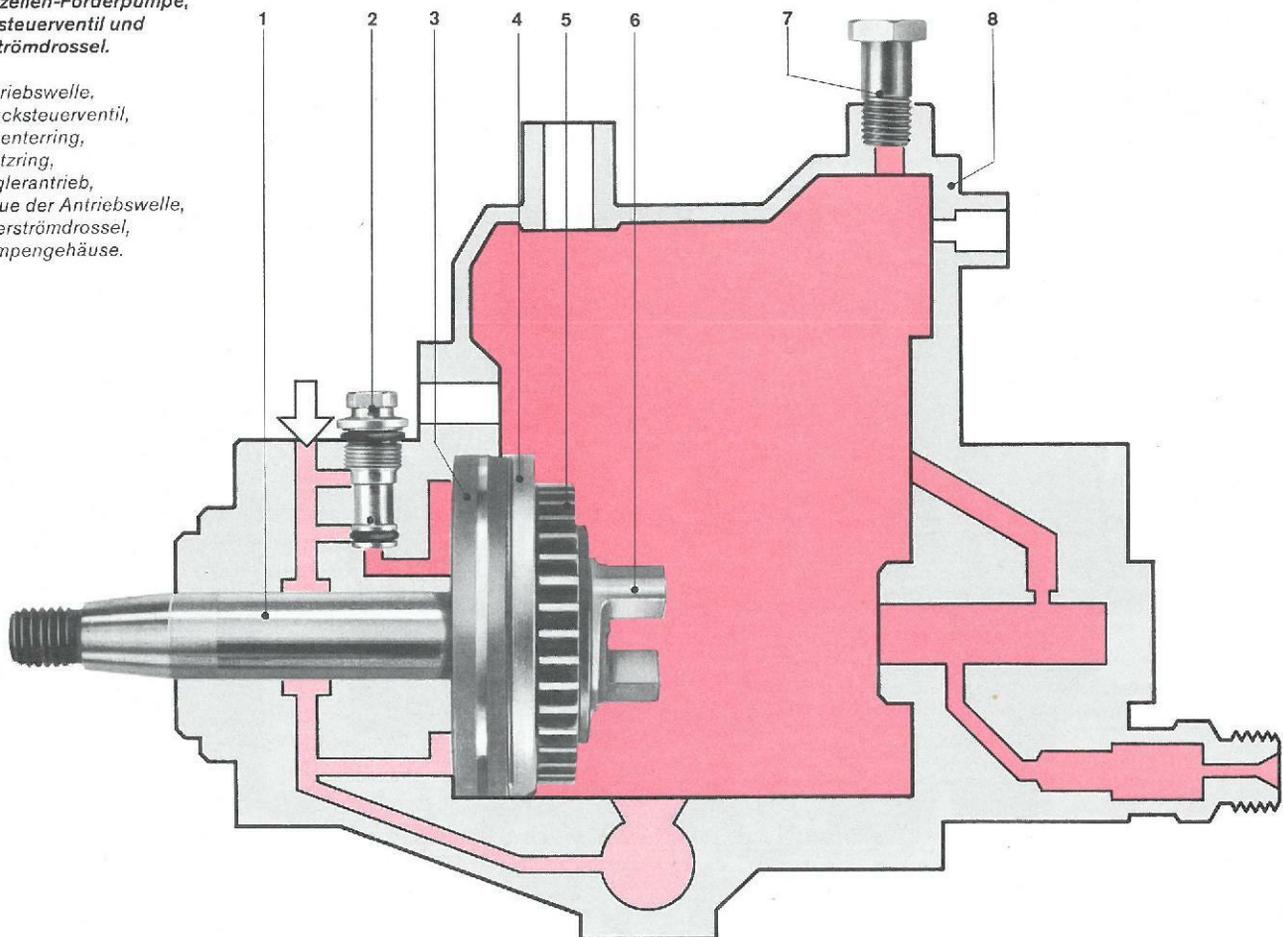
In der Verteilereinspritzpumpe ist die Flügelzellen-Förderpumpe um die Antriebswelle angeordnet. Das Flügelrad ist hierbei zentrisch auf der Antriebswelle angebracht und wird von einer Scheibefeder mitgenommen. Umgeschlossen ist das Flügelrad von einem



7) Flügelzellen-Förderpumpe mit Exzenterring auf der Antriebswelle.

8) Zusammenspiel von Flügelzellen-Förderpumpe, Drucksteuerventil und Überströmdrossel.

- 1 Antriebswelle,
- 2 Drucksteuerventil,
- 3 Exzenterring,
- 4 Stützring,
- 5 Reglerantrieb,
- 6 Klaue der Antriebswelle,
- 7 Überströmdrossel,
- 8 Pumpengehäuse.



Exzenterring, der im Gehäuse gelagert ist.

Die vier Flügel des Flügelrades werden infolge Drehbewegung durch die wirksam werdende Fliehkraft nach außen gegen den Exzenterring gedrückt. Unterstützt wird diese nach außen gehende Bewegung der Flügel von dem Kraftstoff, der sich zwischen Flügelunterseite und Flügelrad befindet. Der Kraftstoff gelangt über die Zulaufbohrung im Gehäuse der Verteilereinspritzpumpe und eine nierenförmig gestaltete Aussparung in den durch das Flügelrad, den Flügel und den Exzenterring gebildeten Raum. Aufgrund der Drehbewegung wird der Kraftstoff, der sich zwischen den Flügeln befindet, zur oberen nierenförmigen Aussparung gefördert und über eine Bohrung in den Pumpeninnenraum gedrückt. Gleichzeitig gelangt ein Teil des Kraftstoffs über eine zweite Bohrung zum Drucksteuerventil.

Drucksteuerventil

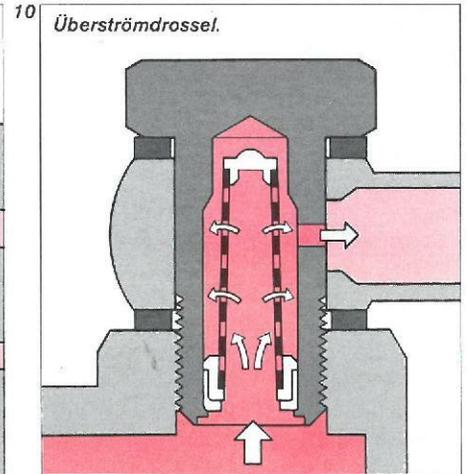
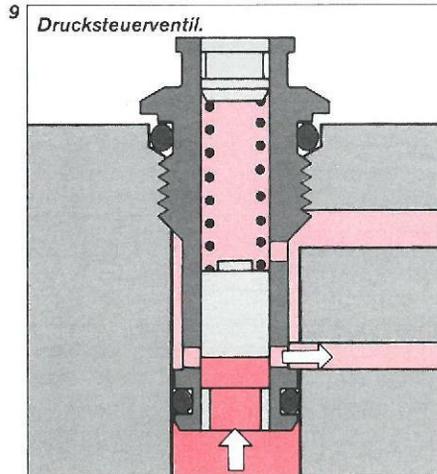
Das Drucksteuerventil ist über eine Bohrung mit der oberen nierenförmigen Aussparung verbunden und in unmittelbarer Nähe der Flügelzellen-Förderpumpe angebracht. Das Drucksteuerventil ist ein federbelastetes Schieberventil, mit dem der Pumpeninnenraumdruck in Abhängigkeit von

der geförderten Kraftstoffmenge verändert werden kann. Steigt der Kraftstoffdruck über einen bestimmten Wert, öffnet der Ventilkolben die Rücklaufbohrung, so daß der Kraftstoff über einen Kanal zur Saugseite der Flügelzellen-Förderpumpe zurückfließen kann. Ist der Kraftstoffdruck zu niedrig, bleibt die Rücklaufbohrung infolge der Federkraft geschlossen. Bestimmt wird der Öffnungsdruck von der einstellbaren Vorspannung der Druckfeder.

Überströmdrossel

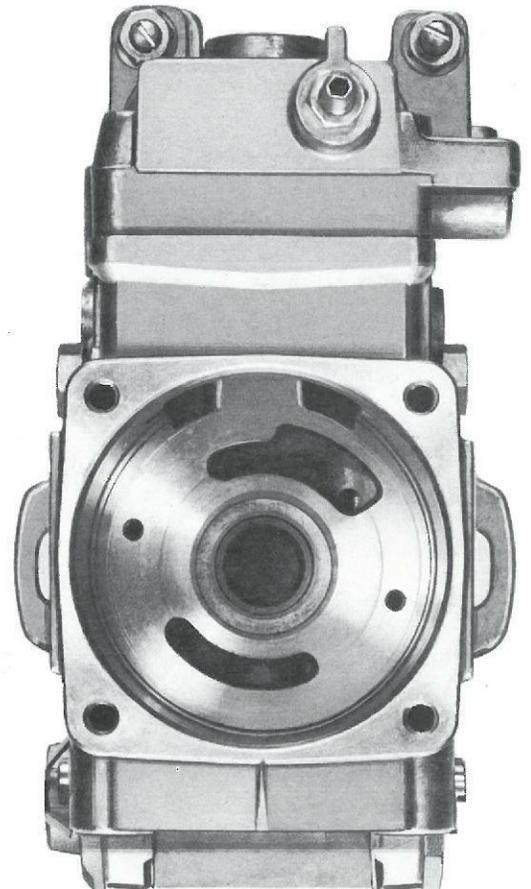
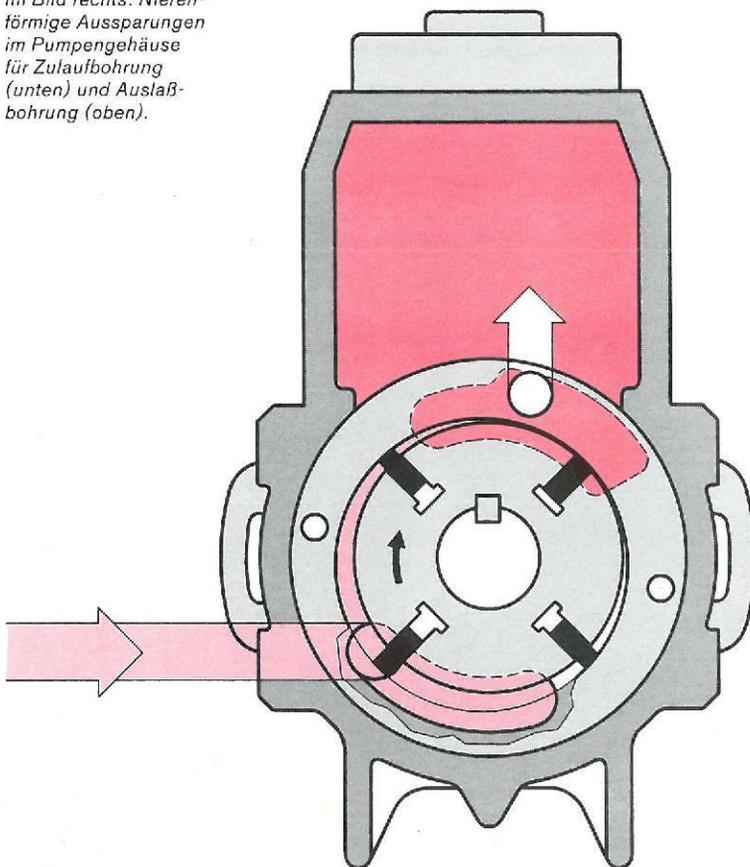
Die Überströmdrossel ist im Reglerdeckel der Verteilereinspritzpumpe

eingeschraubt und steht mit dem Pumpeninnenraum in Verbindung. Sie läßt über eine kleine Bohrung (Durchmesser 0,6 mm) eine variable Menge Kraftstoff zum Kraftstoffbehälter zurückfließen. Für den abfließenden Kraftstoff stellt die Bohrung einen Widerstand dar, wodurch im Pumpeninnenraum der Kraftstoffdruck aufrecht erhalten bleibt. Da im Pumpeninnenraum ein genau definierter Kraftstoffdruck in Abhängigkeit von der Drehzahl benötigt wird, sind Überströmdrossel und Drucksteuerventil in ihrer Funktion aufeinander abgestimmt.



11) Die Flügelzellen-Förderpumpe saugt den Kraftstoff an und fördert ihn in den Pumpeninnenraum.

Im Bild rechts: Nierenförmige Aussparungen im Pumpengehäuse für Zulaufbohrung (unten) und Auslaßbohrung (oben).



Hochdruckförderung

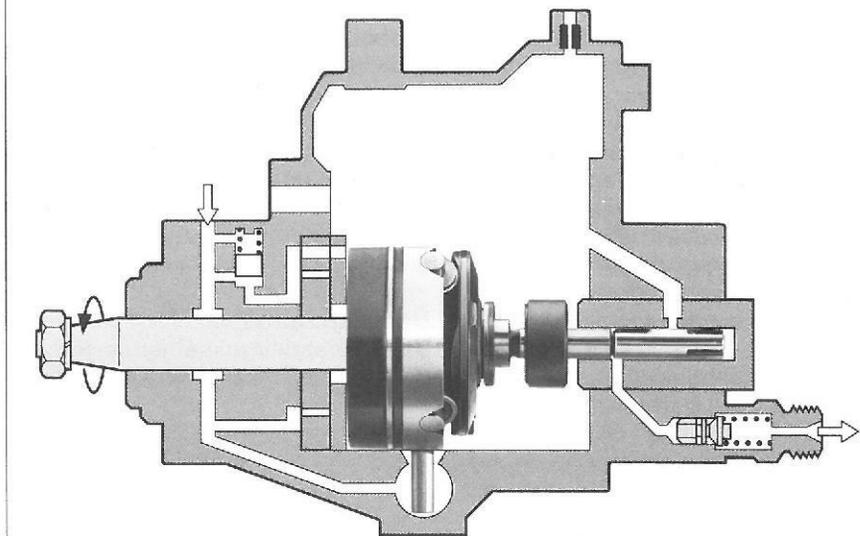
Antrieb des Verteilerkolbens

Die Drehbewegung der Antriebswelle wird über eine Kupplungseinheit auf den Verteilerkolben übertragen. Hierbei greifen die Klauen von Antriebswelle und Hubscheibe in die dazwischen angeordnete Kreuzscheibe ein. Von der Hubscheibe wird die reine Drehbewegung der Antriebswelle in eine Dreh-Hub-Bewegung umgewandelt. Dies erfolgt dadurch, daß die Nockenbahn der Hubscheibe auf den Rollen des Rollenrings abläuft. In der Hubscheibe ist der Verteilerkolben mit seinem zylindrischen Paßstück eingesetzt und durch einen Mitnehmer in seiner Zuordnung fixiert. Die Bewegung des Verteilerkolbens in Richtung Oberer Totpunkt bewerkstelligt der Nocken der Hubscheibe, für die Bewegung in Richtung Unterer Totpunkt sorgen die beiden symmetrisch angeordneten Kolbenrückholfedern. Sie stützen sich an dem Verteilerkopf ab und wirken auf den Verteilerkolben über eine Federbrücke. Außerdem verhindern die Kolbenrückholfedern ein Abspringen der Hubscheibe von den Rollen des Rollenrings infolge hoher Beschleunigung. Damit der Verteilerkolben nicht aus seiner Mittenlage herausgedrückt werden kann, sind die Kolbenrückholfedern in ihrer Höhe genau aufeinander abgestimmt.

Hubscheiben und Nockenformen

Außer der Antriebsfunktion für den Verteilerkolben beeinflusst die Hubscheibe den Einspritzdruck und die Spritzdauer. Die hierzu entscheidenden

12 Pumpenverband im Innenraum der Verteilereinspritzpumpe.



Kriterien sind Nockenhub und Erhebungsgeschwindigkeit. Je nach Gestaltung des Verbrennungsraumes und Verbrennungsverfahrens der verschiedenen Motortypen muß eine individuelle Abstimmung der Einspritzbedingungen erfolgen. Aus diesem Grund wird für jeden Motortyp eine spezielle Nockenbahn errechnet, die dann auf der Stirnseite der Hubscheibe aufgebracht wird. Die so festgelegte Hubscheibe ist dann in die entsprechende Verteilereinspritzpumpe eingebaut. Hubscheiben sind deshalb zwischen verschiedenen

Verteilereinspritzpumpen nicht austauschbar.

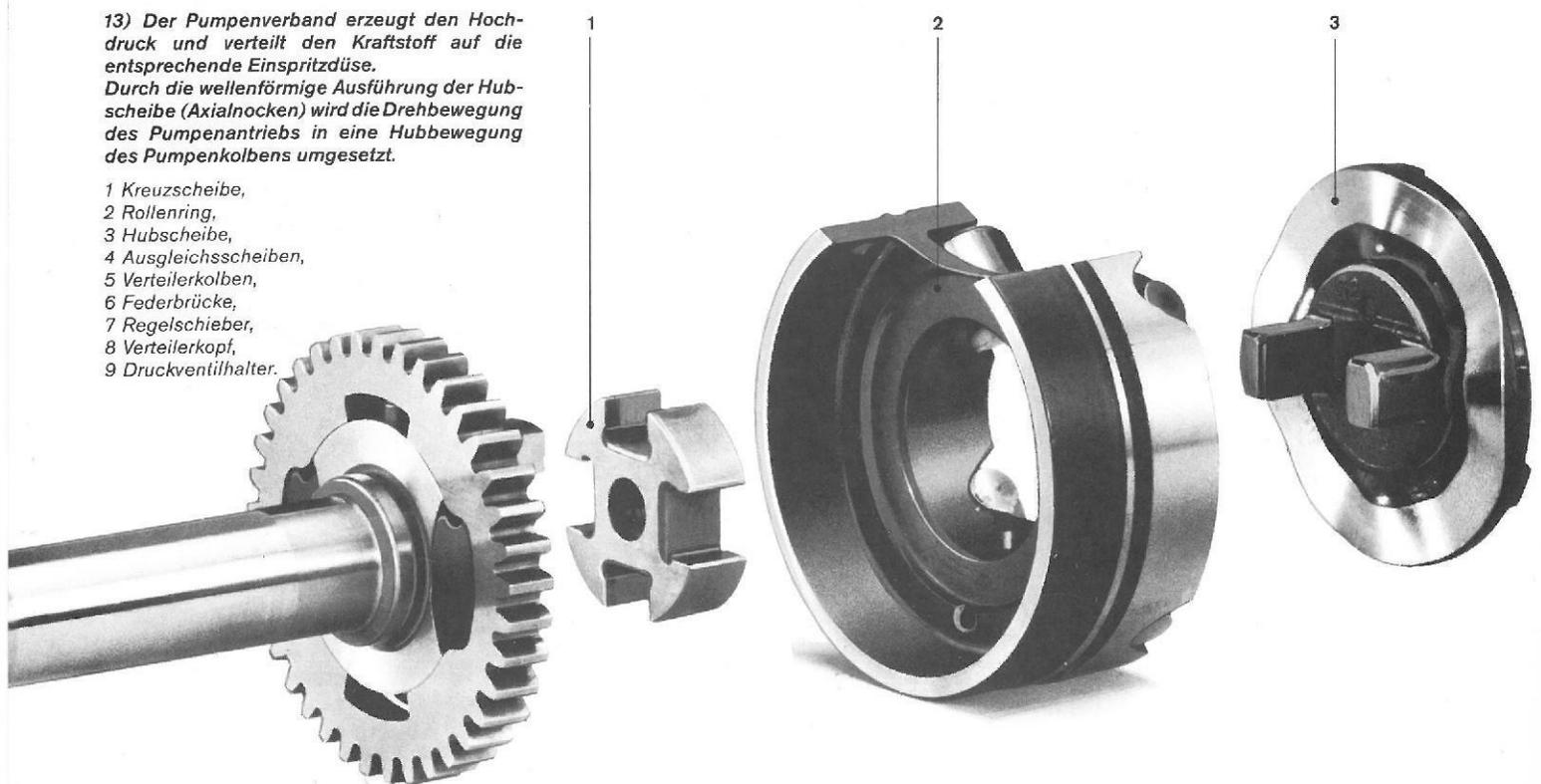
Pumpenverband

Verteilerkopf, Verteilerkolben und Regelschieber sind so fein ineinander eingepaßt (eingeläppt), daß sie auch bei sehr hohen Drücken abdichten. Geringe Leckverluste sind unvermeidlich und mit Rücksicht auf die Schmierung des Verteilerkolbens notwendig. Es darf deshalb nur der vollständige Pumpenverband ausgewechselt werden, keinesfalls Verteilerkolben, Verteilerkopf oder Regelschieber allein.

13) Der Pumpenverband erzeugt den Hochdruck und verteilt den Kraftstoff auf die entsprechende Einspritzdüse.

Durch die wellenförmige Ausführung der Hubscheibe (Axialnocken) wird die Drehbewegung des Pumpenantriebs in eine Hubbewegung des Pumpenkolbens umgesetzt.

- 1 Kreuzscheibe,
- 2 Rollenring,
- 3 Hubscheibe,
- 4 Ausgleichsscheiben,
- 5 Verteilerkolben,
- 6 Federbrücke,
- 7 Regelschieber,
- 8 Verteilerkopf,
- 9 Druckventilhalter.



Diesel-Geschichte(n)

Jeder weiß, daß der Diesel wirtschaftlich ist und lange hält. Daß erst Robert Bosch den Diesel im Auto ermöglichte, wissen allerdings nur wenige.

Im Jahre 1895 präsentierte Rudolf Diesel seine Erfindung erstmals der Öffentlichkeit: einen Motor mit Kompressionszündung.

Dieser Motor besaß gegenüber dem bereits bewährten Otto-Motor die Vorzüge, wesentlich weniger Kraftstoff zu verbrauchen, er konnte mit verhältnismäßig billigem Brennstoff betrieben werden und zudem für sehr viel höhere Leistungen ausgelegt werden.

Diesels Erfindung setzte sich rasch durch, und bald gab es für Schiffs- und Stationärmotoren keine Alternative mehr.

Allerdings wies der Diesel-Motor den großen Nachteil auf, daß es nicht gelang, höhere Drehzahlen zu erreichen.

Je mehr sich aber der Diesel-Motor verbreitete und damit die Vorteile des Diesel-Systems bekannt wurden, desto stärker erhoben sich die Forderungen nach einem kleinen, schnelllaufenden Selbstzünder.

Das größte Hindernis für den hochtourigen Diesel-Motor stellte die Kraftstoffzuführung dar. Das bis dahin angewandte Einblasverfahren, bei dem der Kraftstoff mit Preßluft in den Brennraum geblasen wurde, ließ keine entsprechende Drehzahlsteigerung zu. Außerdem erforderte die „Luftpumpe“ einen aufwendigen apparativen Aufbau, so daß sich Baugröße und Baugewicht nicht wesentlich reduzieren ließen.



Rudolf Diesel 1858-1913



Robert Bosch 1861-1942

Ende 1922 beschloß Robert Bosch, sich mit der Entwicklung eines Einspritzsystems für Diesel-Motoren zu befassen.

Die technischen Voraussetzungen waren günstig: Man verfügte bereits über Erfahrungen mit Verbrennungsmotoren; die Fertigungstechnik war hochentwickelt, und vor allem konnten Kenntnisse, die man bei der Fertigung von Schmierpumpen gesammelt hatte, eingesetzt werden.

Schon zu Beginn des Jahres 1923 lagen rund ein Dutzend verschiedene Einspritzpumpen-Entwürfe vor, Mitte 1923 erfolgten die ersten Versuche am Motor.

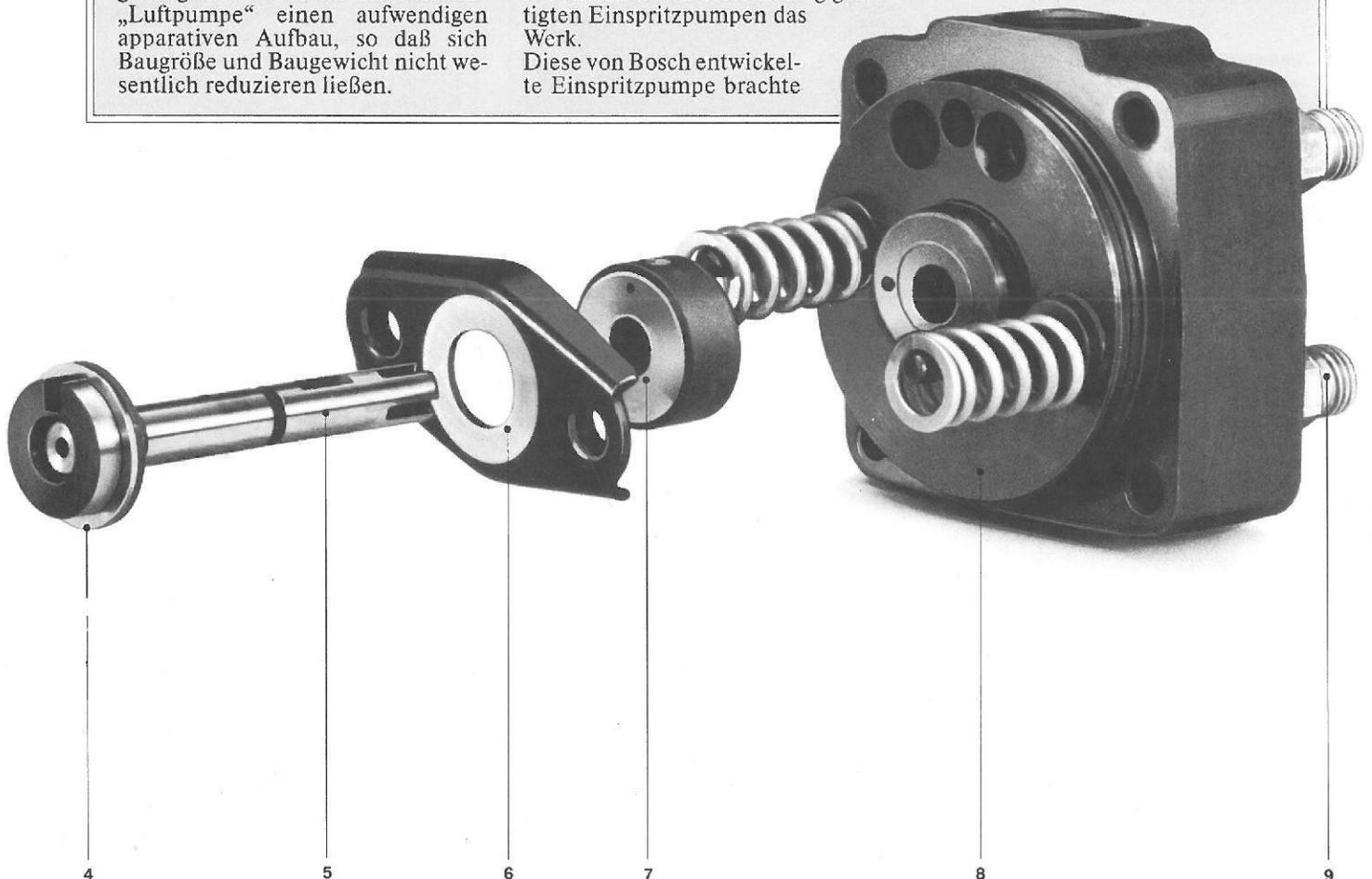
Im Sommer 1925 stand dann der endgültige Entwurf über die Bauart der Einspritzpumpe fest, und 1927 verließen die ersten serienmäßig gefertigten Einspritzpumpen das Werk.

Diese von Bosch entwickelte Einspritzpumpe brachte

Rudolf Diesels Motor endlich auf Touren und sorgte damit für den Durchbruch in unvorhergesehenem Maß. Der Diesel-Motor eroberte sich einen ständig größer werdenden Anwendungsbereich, vor allem auch auf dem Kraftfahrzeugsektor. Die Weiterentwicklung des Diesel-Motors und der Einspritzanlage ging unaufhörlich weiter.

Mit einer Spitzengeschwindigkeit von über 360 km/h zeigte ein Diesel-Versuchsfahrzeug mit einer Bosch-Einspritzanlage, was das heutige Diesel-Triebwerk leisten kann. Normalerweise spricht man bei Rekordfahrzeugen nicht gern über den Verbrauch. Anders beim Diesel: Das Rekordfahrzeug konsumierte bei Höchstgeschwindigkeit von 360 km/h nur 13,6 l pro 100 km und bei Tempo 250 km/h gab sich der Renn-Diesel sogar mit 6 l pro 100 km zufrieden.

Wie anpassungsfähig und entwicklungsfähig Rudolf Diesels Erbe noch nach Jahrzehnten ist, zeigt sich besonders bei Personenkraftwagen, deren Diesel-Anteil von Jahr zu Jahr steigt. Inzwischen hat fast jeder Automobil-Hersteller in Europa mindestens einen Diesel-Pkw im Programm oder in der Entwicklung.

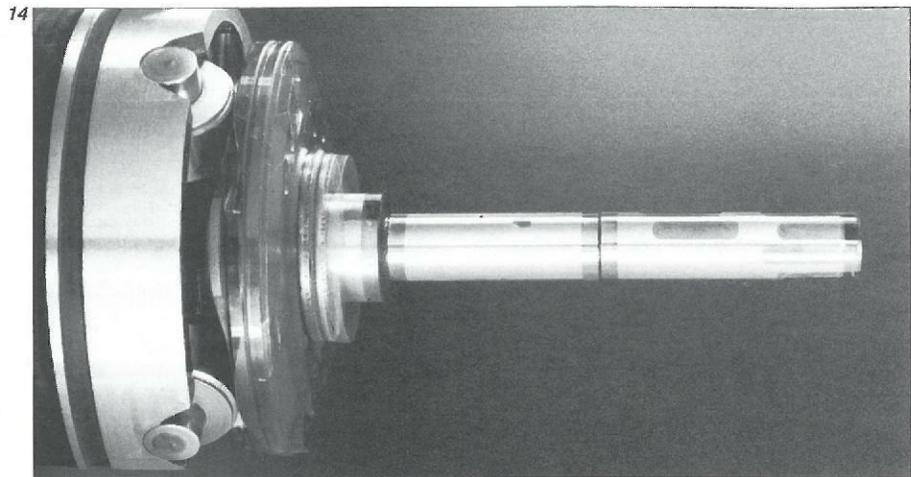


Kraftstoff-Zumessung

Die Kraftstoff-Förderung von Einspritzpumpen ist ein dynamischer Vorgang. Sie setzt sich aus mehreren Hubphasen zusammen. Der zum Einspritzen notwendige Druck wird von der Kolbenpumpe erzeugt.

Die Bewegungsphasen des Verteilerkolbens im Schaubild 15 geben die Kraftstoffzumessung zu einem Motorzylinder wieder. Dabei stehen bei einem Vierzylindermotor für die UT- und OT-Bewegung eine viertel Umdrehung des Verteilerkolbens zur Verfügung, bei einem Sechszylindermotor eine sechstel Umdrehung.

Bewegt sich der Verteilerkolben vom oberen zum unteren Totpunkt, so erfolgt durch die Dreh-Hub-Bewegung ein Aufsteuern der Zulaufbohrung im Verteilerkopf von einem Steuerschlitz des Verteilerkolbens. Aus dem Innenraum der Verteilereinspritzpumpe fließt durch die Zulaufbohrung der unter dem Innenraumdruck stehende Kraftstoff in den oberhalb des Verteilerkolbens angeordneten Hochdruckraum. Nach der Bewegungsumkehr im unteren Totpunkt wird durch die weitere Dreh-Hub-Bewegung (in Richtung OT) die Zulaufbohrung durch den Verteilerkolben geschlossen. Im weiteren Verlauf der Dreh-Hub-Bewegung öffnet die Verteilernut eine genau definierte Auslaßbohrung im Verteiler-



Wälzt sich die Nockenbahn der umlaufenden Hubscheibe auf den Rollen des Rollenrings ab, so hebt die Hubscheibe sich an (oberer Totpunkt) und geht nachfolgend in die Untere-Totpunkt-Stellung.

kopf. Der im Hochdruckraum und in der Innenbohrung aufgebaute Druck öffnet das Druckventil und der Kraftstoff wird durch die Druckleitung zu der im Düsenhalter eingebauten Einspritzdüse gepreßt.

Der Nuthub ist beendet, sobald die querliegende Steuerbohrung des Verteilerkolbens die Steuerkante des Regelschiebers erreicht (Förderende). Von diesem Zeitpunkt an wird kein Kraftstoff mehr zur Einspritzdüse gefördert und das Druckventil schließt die Druckleitung. Der Kraftstoff strömt durch die nun bestehende Verbindung

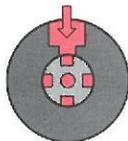
zwischen Steuerbohrung und Pumpeninnenraum während der Kolbenbewegung bis zum oberen Totpunkt in den Pumpeninnenraum zurück. Diese Kolbenhubphase wird Resthub genannt.

Beim Kolbenrücklauf wird durch die Dreh-Hub-Bewegung die querliegende Steuerbohrung des Verteilerkolbens geschlossen, während durch den nächsten Steuerschlitz im Verteilerkolben die Kraftstoffzulaufbohrung geöffnet wird. Der Hochdruckraum oberhalb des Verteilerkolbens wird erneut mit Kraftstoff gefüllt.

15 Hub- und Förderphasen.

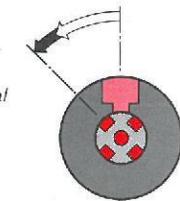
Kraftstoffzulauf.

Im UT strömt Kraftstoff über den Zulaufkanal (2) und einen Steuerschlitz (3) in den Hochdruckraum (4).



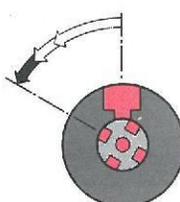
Kraftstoff-Förderung.

Während der Hub-Bewegung schließt der Verteilerkolben den Zulaufkanal und setzt den Kraftstoff im Hochdruckraum (5) unter Druck. Im Verlauf der Dreh-Bewegung öffnet eine Verteilernut (6) die dem Motorzylinder zugehörige Auslaßbohrung (7).



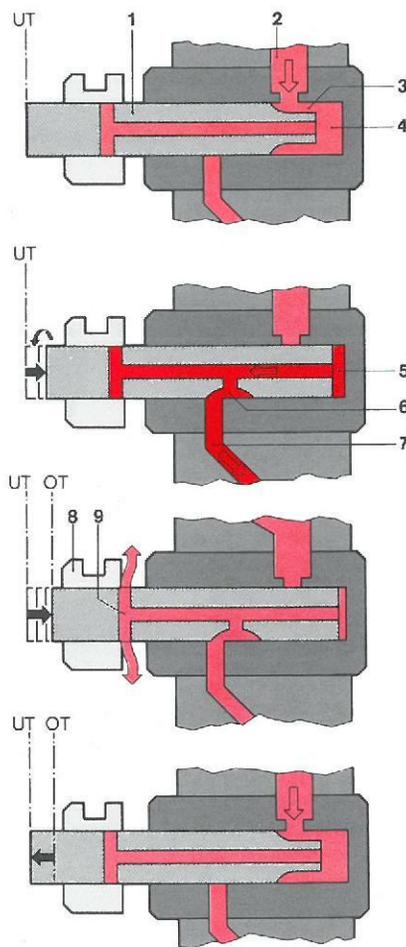
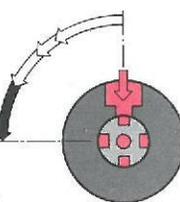
Absteuerung.

Die Kraftstoff-Förderung ist beendet, sobald der Regelschieber (8) die Absteuerbohrung (9) öffnet.



Kraftstoff-Zulauf.

Während des Rücklaufs des Kolbens zum UT wird durch die Dreh-Hub-Bewegung die Absteuerbohrung geschlossen. Der Hochdruckraum füllt sich erneut.

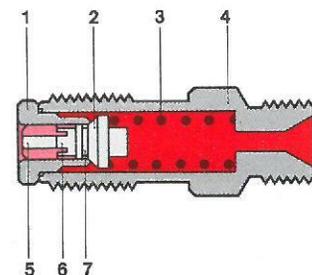


16 Druckventil.

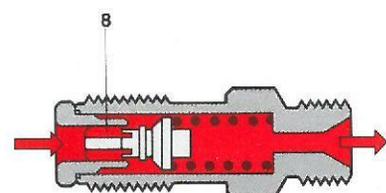
Druckventil.

- a geschlossen, 4 Druckventilhalter,
- b geöffnet. 5 Schaft,
- 1 Ventilträger, 6 Entlastungskolben,
- 2 Ventilsitz, 7 Ringnut,
- 3 Ventalfeder, 8 Längsnut.

a) geschlossen.



b) geöffnet.



Druckventil

Das Druckventil schließt die Einspritzleitung zur Pumpe hin ab. Es hat die Aufgabe, die Einspritzleitung nach Beendigung der Förderphase durch Entnahme eines definierten Volumens vom Einspritzdruck zu entlasten. Damit wird ein exaktes Schließende der Einspritzdüse am Ende des Einspritzvorgangs erreicht. Gleichzeitig sollen, unabhängig von der jeweiligen Einspritzmenge, stabile Druckbedingungen zwischen den Einspritzvorgängen in der Druckleitung aufgebaut werden.

Das Druckventil ist ein flüssigkeitsgesteuertes Kolbenventil. Es wird durch den Kraftstoffdruck geöffnet und durch die Ventildfeder geschlossen. Zwischen den Förderhubphasen des Verteilerkolbens für einen Motorzylinder ist das Druckventil geschlossen. Dabei sind Druckleitung und Auslaßbohrung des Verteilerkopfes getrennt. Beim Fördervorgang wird das Druckventil durch den entstehenden Hochdruck von seinem Ventilsitz abgehoben. Über die in einer Ringnut auslaufenden Längsnuten strömt der Kraftstoff durch den Druckventilhalter, die Druckleitung und den Düsenhalter zur Einspritzdüse.

Sobald das Förderende erreicht ist (Steuerbohrung des Verteilerkolbens geöffnet), sinkt der Druck der Hoch-

druckseite auf den des Pumpeninnenraumes, und die Ventildfeder drückt das Druckventil auf seinen Sitz zurück.

Druckventil mit Rückströmdrossel

Durch die notwendige exakte Druckentlastung am Ende des Einspritzvorgangs werden Druckwellen erzeugt, die am Druckventil reflektiert werden und zu einem erneuten Öffnen der Düsenadel oder zu Unterdruckphasen in der Einspritzleitung führen. Die Folge dieser Vorgänge sind Nachspritzer mit negativer Auswirkung auf die Abgasemission bzw. Kavitation mit Verschleißerscheinungen an der Einspritzleitung oder an der Düse. Um Reflexionen zu verhindern, wird eine Drosselbohrung am Druckventil vorgeschaltet, die nur in Rückströmrichtung wirkt. Die Rückströmdrossel setzt sich aus einer Ventilplatte und einer Druckfeder zusammen, so daß in Förderrichtung die Drossel unwirksam ist, in Rückströmrichtung dagegen der Dämpfungseffekt eintritt.

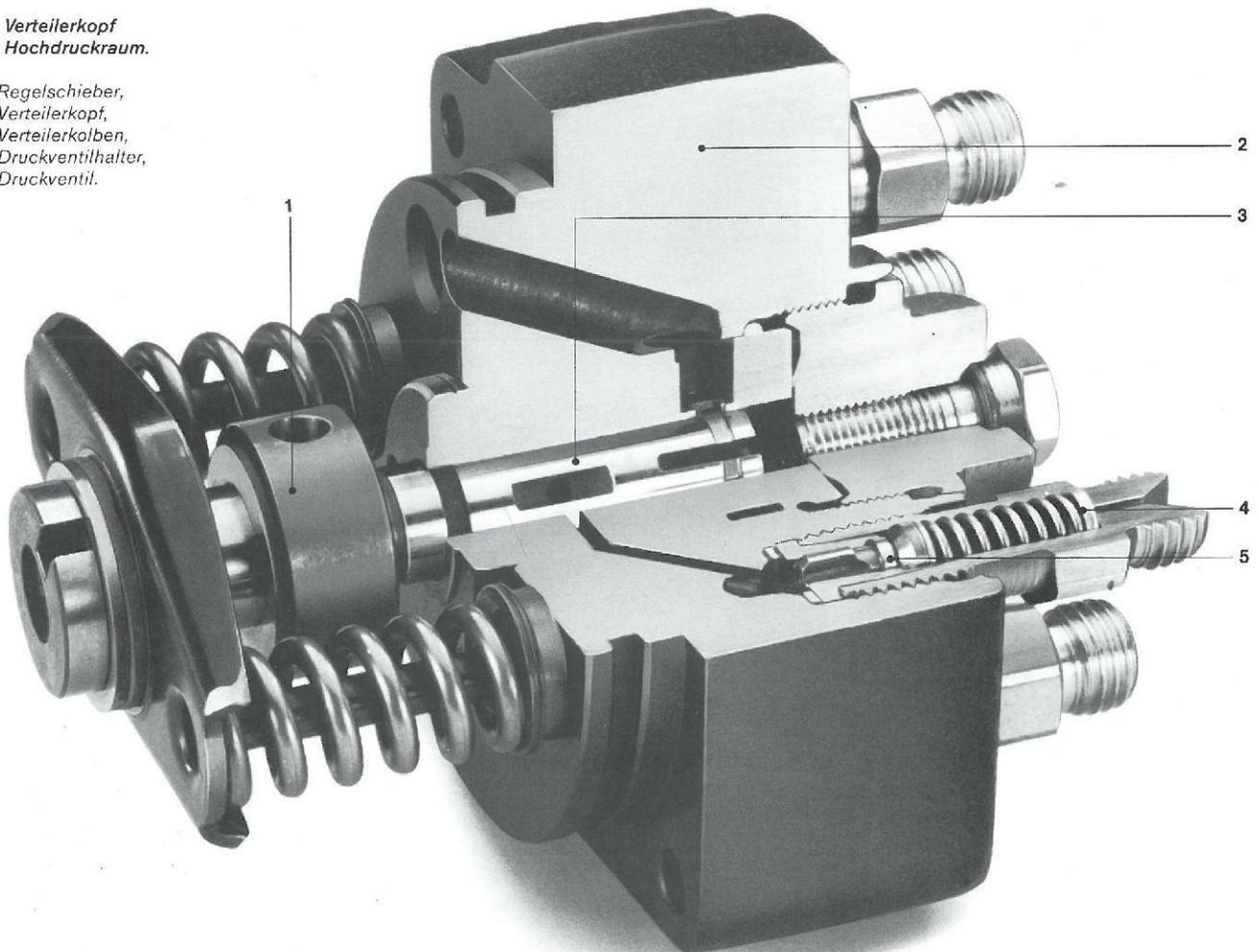
Druckleitungen

In einer Einspritzanlage sind die Druckleitungen auf den Einspritzverlauf abgestimmt. Sie dürfen bei Wartungsarbeiten nicht verändert werden. Die Druckleitungen verbinden die Einspritzpumpe mit den Düsenhaltern

und sind ohne scharfe Biegungen verlegt. Ihr Biegeradius darf nicht weniger als 50 mm betragen. Bei Fahrzeugmotoren sind die Druckleitungen meistens mit Klemmstücken, die in definierten Abständen angebracht sind, fixiert. Druckleitungen sind nahtlose Stahlrohre.

17) Verteilerkopf mit Hochdruckraum.

- 1 Regelschieber,
- 2 Verteilerkopf,
- 3 Verteilerkolben,
- 4 Druckventilhalter,
- 5 Druckventil.



Düsenhalter

Der Düsenhalter dient zur Befestigung der Einspritzdüse im Zylinderkopf und zur Abdichtung gegen den Verbrennungsraum. In den Düsenhalter mündet die Kraftstoffzuleitung. Außerdem hat der Düsenhalter noch einen Leckanschluß.

Aufbau

Die Düsenhalter-Kombination setzt sich aus Düsenhalter und Einspritzdüse zusammen. Der Düsenhalter besteht aus Haltekörper, Zwischenscheibe und Düsenspannmutter sowie aus Druckbolzen, Druckfeder und Druckeinstellscheiben.

Die Einspritzdüse ist mit der Düsenspannmutter zentrisch im Haltekörper befestigt. Beim Zusammenschrauben von Haltekörper und Düsenspannmutter pressen beide die Zwischenscheibe gegen die Planfläche des Haltekörpers. Druckbolzen, Druckfeder und Druckeinstellscheiben befinden sich im Haltekörper. Hierbei führt der Druckbolzen die Druckfeder, und die Düsennadel zentriert den Druckbolzen.

Im Haltekörper auf der Seite der Druckfederkammer mündet der Druckkanal in die Zulaufbohrung des Düsenkörpers und verbindet so die Düse mit der Druckleitung der Einspritzpumpe. Je nach Einsatz des

Düsenhalters kann im Druckkanal des Haltekörpers ein Stabfilter eingebaut sein.

Arbeitsweise

Die Druckfeder im Haltekörper drückt über den Druckbolzen auf die Düsennadel. Die Vorspannung dieser Feder bestimmt den Öffnungsdruck der Einspritzdüse. Der Öffnungsdruck ist mit Druckeinstellscheiben eingestellt. Über die jeweilige Zulaufbohrung in Haltekörper, Zwischenscheibe und Einspritzdüse fließt der Kraftstoff zum Düsensitz. Beim Einspritzvorgang hebt der Einspritzdruck die Düsennadel an, und der Kraftstoff strömt durch das Sackloch und die Spritzlöcher in den Brennraum. Nach Abfall des Einspritzdruckes drückt die Feder die Düsennadel auf ihren Sitz zurück. Die Einspritzung ist beendet.

Einspritzdüsen

Die Einspritzdüse spritzt den Kraftstoff in den Verbrennungsraum. Der Kraftstoffdruck, der beim Nutzhub der Einspritzpumpe entsteht, steuert die Einspritzdüse.

19) Düsenhalter mit Zapfeinspritzdüse in einem Wirbelkammermotor.

Neben Spritzdauer und Einspritzmenge je Grad Nockenwinkel hat hierbei auch die Strahlrichtung entscheidenden Einfluß auf eine gute Aufbereitung des Kraftstoff-Luft-Gemisches.

Allgemeines

Die Einspritzdüse spritzt den von der Einspritzpumpe unter hohem Druck geförderte Kraftstoff in den Verbrennungsraum des Motors. Die Einspritzdüse besteht aus dem Düsenkörper und der Düsennadel. Sie sind mit einer Feinstpassung (2...4 µm) aufeinander eingepaßt und dürfen deshalb nur als eine Einheit verwendet werden.

Die Einspritzdüse mit dem Düsenhalter ist in den Zylinderkopf eingebaut.

Bauarten

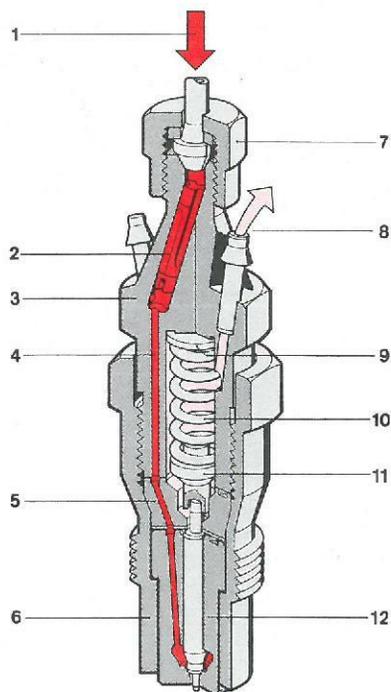
Im Hinblick auf die verschiedenen Verbrennungsverfahren und die Vielfalt von Verbrennungsräumen haben Form, Durchschlagskraft und Zerstäubung des Kraftstoffstrahles der Düse auf die gegebenen Verhältnisse Einfluß.

Man unterscheidet zwei Hauptbauarten:

- Lochdüsen für Direkt-Einspritzmotoren, zum Beispiel in Nutzkraftfahrzeugen und
- Zapfendüsen für Vorkammer- und Wirbelkammermotoren, zum Beispiel in Personewagen.

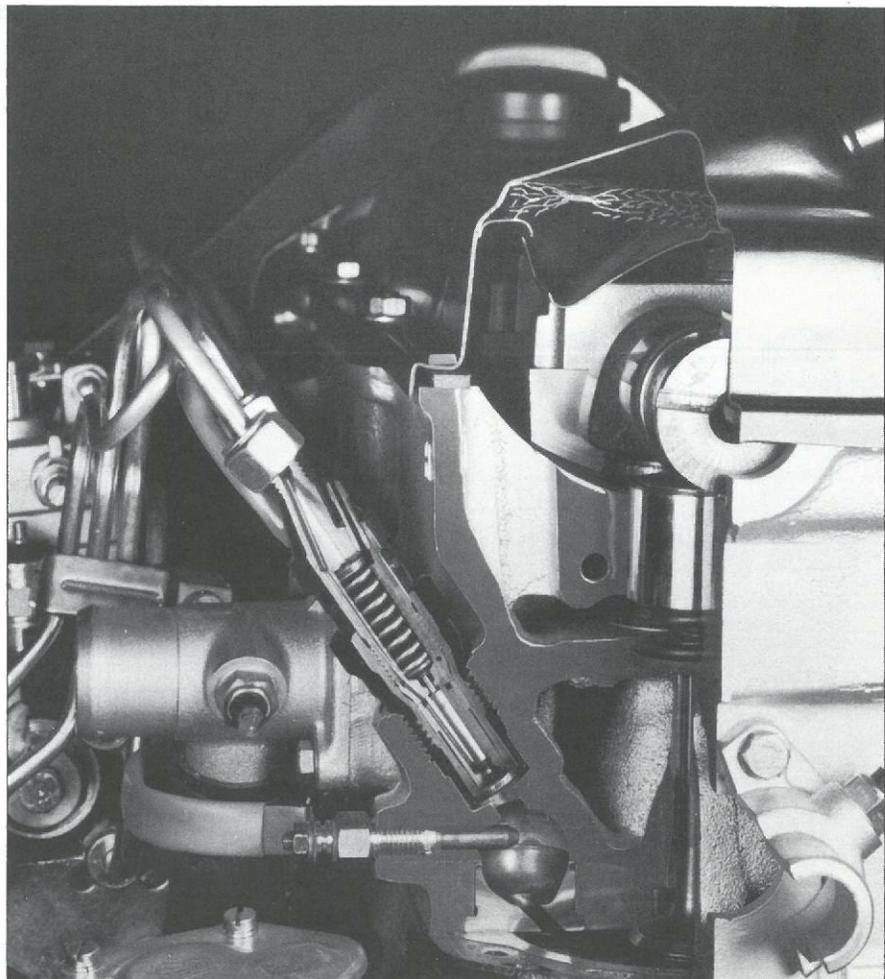
Innerhalb dieser beiden Hauptbauarten sind jedoch zahlreiche von-

18 Düsenhalter mit Zapfendüse.



- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1 Zulauf, | 8 Leckkraftstoff- |
| 2 Stabfilter, | anschluß, |
| 3 Haltekörper, | 9 Druckeinstell- |
| 4 Druckkanal, | scheiben, |
| 5 Zwischenscheibe, | 10 Druckfeder, |
| 6 Düsenspannmutter, | 11 Druckbolzen, |
| 7 Überwurfmutter | 12 Zapfeinspritz- |
| für Druckleitung, | düse. |

19



einander abweichende Ausführungen vorhanden, die durch unterschiedliche Motorbauweisen bedingt sind.

Lochdüsen

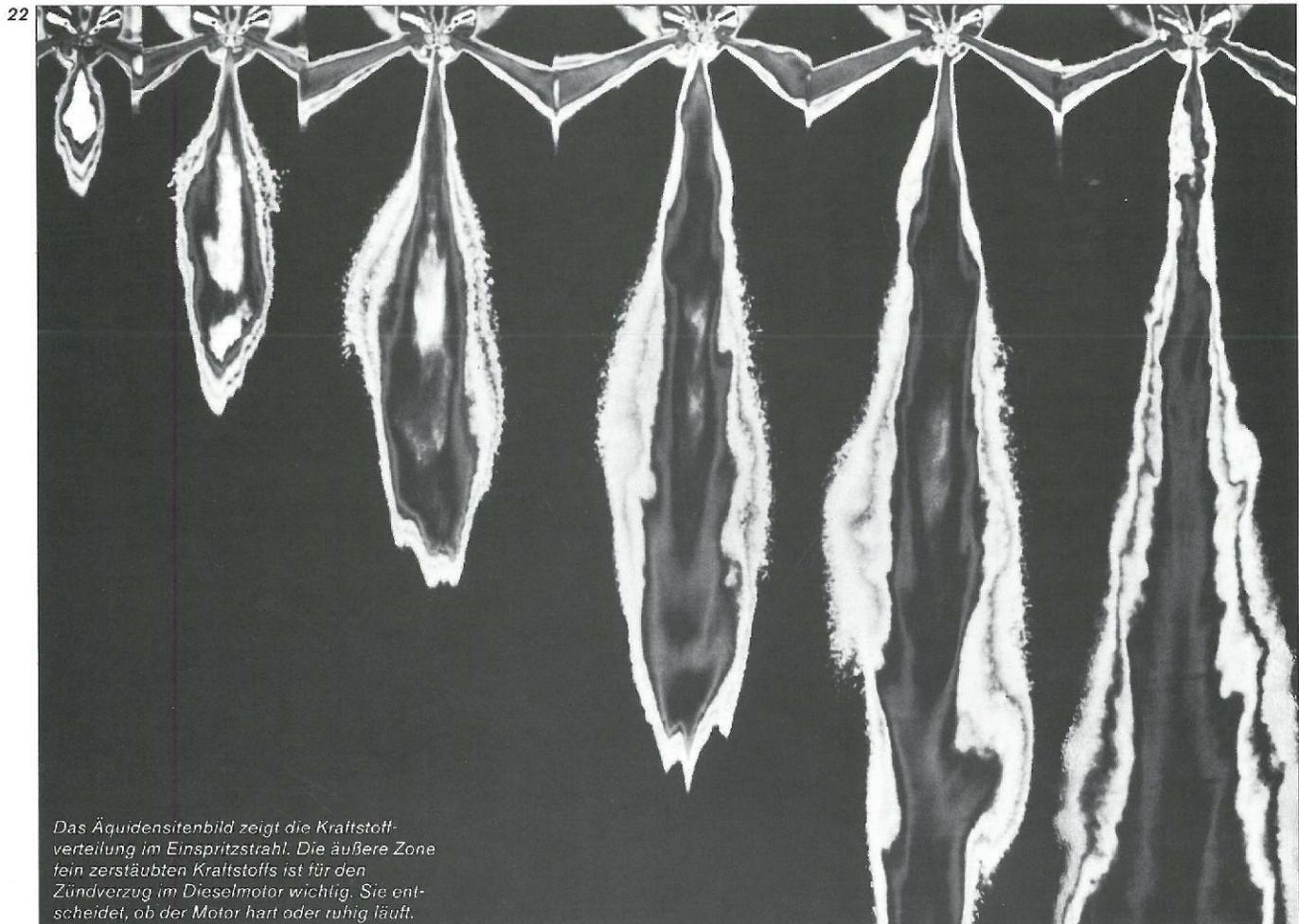
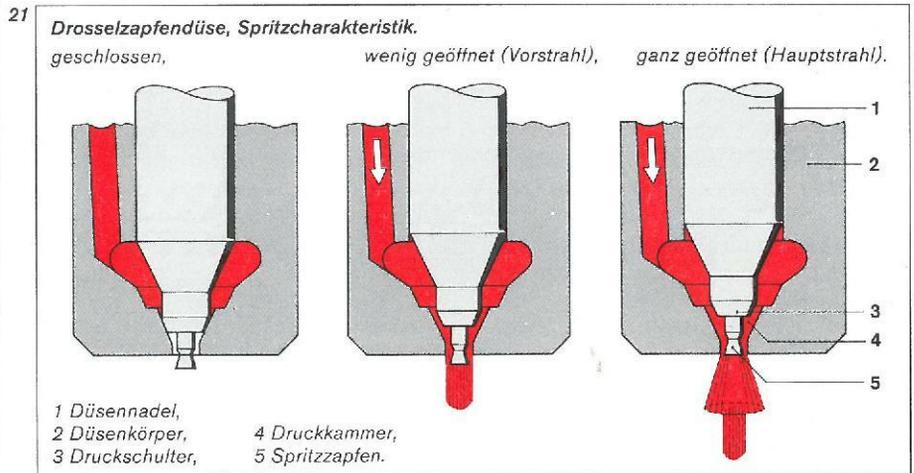
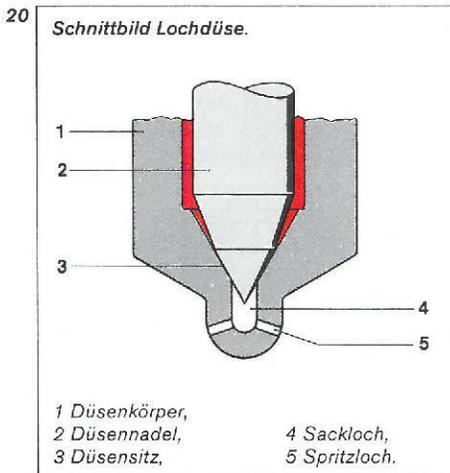
Die Lochdüsen haben einen Dichtkegel, am Düsenkörper einen besonders ausgebildeten Düsensitz und ein sogenanntes Sackloch. Lochdüsen werden vorwiegend als Mehrlochdüsen ausgeführt. Es gibt sie aber auch als Einlochdüsen. Nach den Erfordernissen der Brennraum-Geometrie kann bei der Einlochdüse das Spritzloch zentral oder seitlich angebracht sein. Bei Mehrlochdüsen können die Spritzlöcher symmetrisch oder

asymmetrisch angeordnet werden. Der Düsenöffnungsdruck liegt meist zwischen 150 und 250 bar.

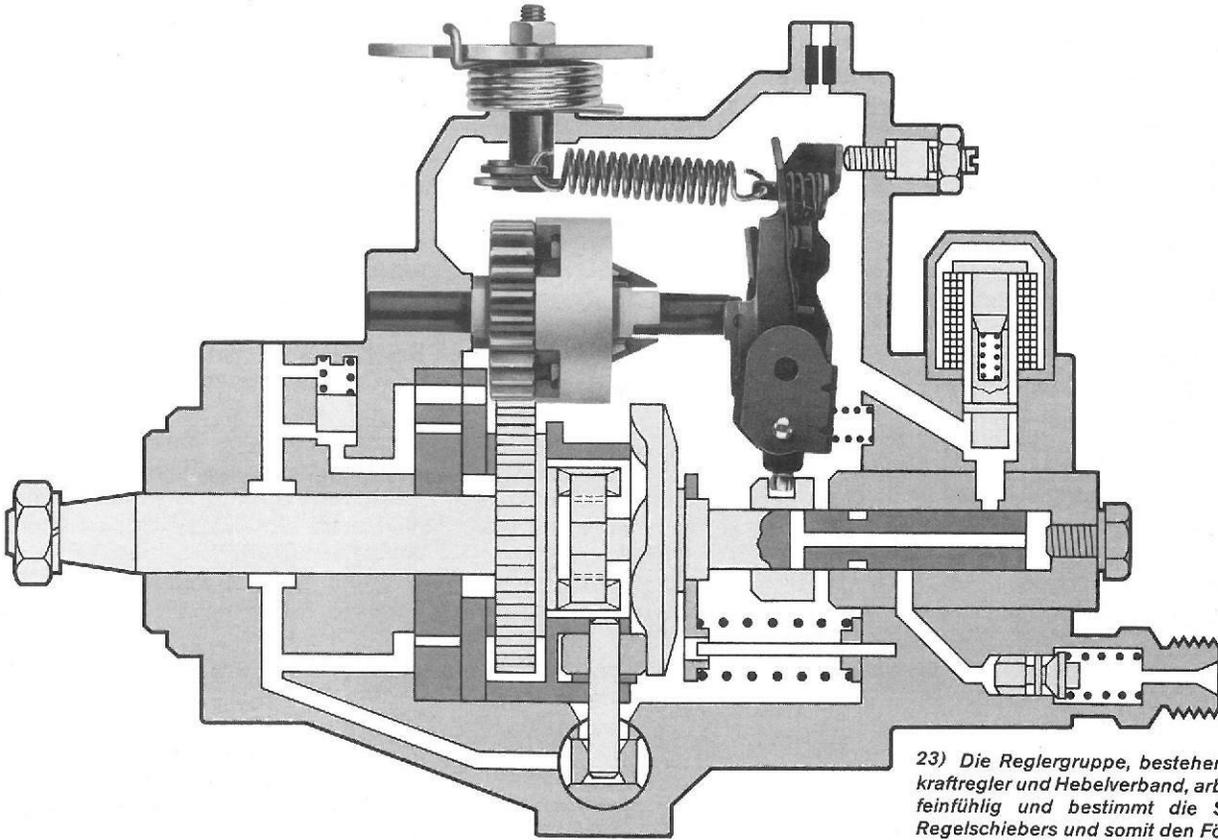
Zapfendüsen

Das Aufbereiten des Kraftstoffs vollzieht sich in Vorkammer- und Wirbelkammermotoren hauptsächlich durch die Wirbelarbeit der Luft, unterstützt durch eine geeignete Gestalt des Einspritzstrahls. Der Düsenöffnungsdruck liegt bei Zapfendüsen meist zwischen 110 und 135 bar. Die Düsen- und Spritzzapfenform hat an ihrem Ende einen besonders ausgebildeten Spritzzapfen. Er ermöglicht ein Voreinspritzen. Die Düsen- und Spritzzapfenform gibt beim

Öffnen zunächst nur einen sehr engen Ringspalt frei, der nur wenig Kraftstoff durchläßt (Drosselwirkung). Bei weiterem Öffnen (durch Druckanstieg hervorgerufen) vergrößert der Durchflußquerschnitt sich, und erst gegen Ende des Nadelhubes wird der Hauptanteil des Kraftstoffes eingespritzt. Die Drosselzapfendüse erzielt eine weiche Verbrennung und damit einen gleichmäßigen Motorlauf, weil der Druck im Brennraum langsamer ansteigt. Durch die Spritzzapfenform, zusammen mit der Charakteristik der Druckfeder (im Düsenhalter) und dem Spiel im Drosselspalt, tritt die gewünschte Drosselwirkung ein.



Drehzahlregelung



23) Die Reglergruppe, bestehend aus Fliehkraftregler und Hebelverband, arbeitet äußerst feinfühlig und bestimmt die Stellung des Regelschiebers und somit den Förderhub und damit die Einspritzzeit. Durch verschiedene Ausführungen des Hebelverbandes kann das Führungsverhalten angepaßt werden.

Das Fahrverhalten von Diesel-Fahrzeugen befriedigt dann, wenn der Motor allen Gaspedalbewegungen willig folgt; Beim Anfahren darf der Motor nicht zum Absterben neigen. Das Fahrzeug muß bei Änderungen der Gaspedalstellung ohne Ruckeln beschleunigen oder verzögern. Bei gleichbleibender Gaspedalstellung und konstanter Steigung der Fahrbahn muß die Fahrgeschwindigkeit gleich bleiben. Bei losgelassenem Gaspedal soll der Motor das Fahrzeug bremsen. Diese Aufgaben erfüllt beim Dieselmotor der Drehzahlregler in der Verteilereinspritzpumpe.

Aufgaben des Drehzahlreglers

● Leerlaufregelung

Der Dieselmotor unterschreitet die vorgegebene Leerlaufdrehzahl dann nicht, wenn sie geregelt ist (Bild 24).

● Enddrehzahlregelung

Die höchste Vollastdrehzahl darf bei Entlastung höchstens auf die obere Leerlaufdrehzahl ansteigen. Der Regler berücksichtigt dies durch eine Zurücknahme des Regelschiebers in Richtung Stop; der Motor bekommt weniger Kraftstoff.

● Zwischendrehzahlregelung

Eine Zwischendrehzahlregelung findet bei Alldrehzahlreglern statt. Bei dieser Reglerart können auch die Drehzahlen zwischen Leerlauf- und

Enddrehzahl in gewissen Grenzen konstant gehalten werden. Die Drehzahl n würde also je nach Belastung innerhalb des Leistungsbereiches des Motors nur zwischen n_{VT} (eine Drehzahl der Vollastkurve) und n_{LT} (bei unbelastetem Motor) schwanken.

An den Regler werden außer seiner eigentlichen Aufgabe noch Steuerungsaufgaben gestellt:

● Freigabe oder Sperrung der für das Starten notwendigen größeren Kraftstoffmenge,

● Veränderung der Vollastmenge in Abhängigkeit von der Drehzahl (Angleichung).

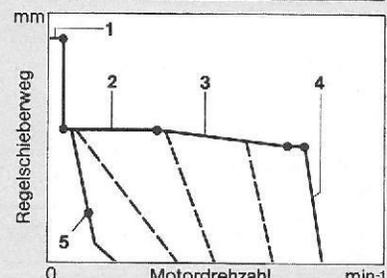
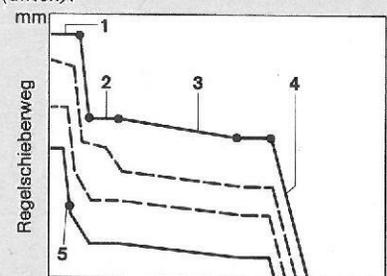
Für diese zusätzlichen Aufgaben sind zum Teil Anpaßeinrichtungen erforderlich.

Regelgenauigkeit

Als Maß für die Abregelgenauigkeit eines Reglers gilt der Proportionalgrad (P-Grad). Er ist die prozentuale relative Drehzahlzunahme, wenn der Dieselmotor bei unveränderter Verstellhebellage entlastet wird. Die Drehzahlerhöhung darf dann im Regelbereich einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Als Maximalwert gilt die abgeregelte obere Drehzahl. Sie stellt sich ein, wenn der Dieselmotor von seiner höchsten Vollastdrehzahl bis auf seine Nulllast entlastet wird. Der Drehzahlanstieg ist proportional zur

Laständerung. Er ist um so größer, je größer die Laständerung ist. Welcher P-Grad erwünscht ist, richtet sich nach den Einsatzbedingungen des Dieselmotors. So wird zum Beispiel bei Stromerzeugungsanlagen ein kleiner P-Grad bevorzugt, damit bei Laständerungen die Drehzahlän-

24 Kennlinien für Leerlauf-Enddrehzahlregelung (oben) und Alldrehzahlregelung (unten).



- 1 Startmenge, 4 Endabregelung,
2 Vollastmenge, 5 Leerlauf.
3 Angleichung (Plus),

derungen klein bleiben. Bei Kraftfahrzeugen ist ein großer P-Grad besser, weil dies bei kleinen Belastungsänderungen (Beschleunigen oder Verzögern des Kraftfahrzeuges) zu einer stabileren Regelung führt und ein besseres Fahrverhalten bewirkt. Ein kleiner P-Grad würde im Kraftfahrzeug zu ruckartigem Verhalten bei Belastungsänderungen führen.

Alldrehzahlregler

Der Alldrehzahlregler regelt alle Drehzahlen zwischen der Startdrehzahl und der Enddrehzahl.

Beim Alldrehzahlregler kann neben der Leerlauf- und Nenndrehzahl auch der dazwischenliegende Bereich geregelt werden. Mit dem Fahrpedal kann hierbei eine konstant zu haltende Drehzahl (je nach P-Grad) eingestellt werden. Dies ist zum Beispiel erforderlich, wenn Nebenaggregate (Seilwinde, Löschwasserpumpe, Krantrieb usw.) am Nutzfahrzeug oder vom Stationärmotor betrieben werden. Aber auch im Personenkraftwagen und bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen (Schlepper, Mähdrescher) ist er oftmals in Anwendung.

Aufbau

Aus dem Bild 25 sind Anordnung, Aufbau, Bauteile und Funktionsablauf des Alldrehzahlreglers der Verteilereinspritzpumpe zu erkennen: Von der Antriebswelle wird die Reglergruppe, die sich aus Fliehkörpergehäuse und Fliehkörpern sowie Regelfeder und Hebelgruppe zusammensetzt, angetrieben.

Die Reglergruppe ist hierbei auf der in dem Gehäuse fixierten Reglerachse

drehbar gelagert. Durch die Fliehkörper werden die radialen Fliehkörperwege in axiale Bewegungen der Reglermuffe umgewandelt. Reglermuffenkraft und Reglermuffenweg beeinflussen die Position der Reglermechanik. Sie setzt sich aus Einstellhebel, Spannhebel und Starthebel zusammen. Der Einstellhebel ist im Pumpengehäuse drehbar gelagert und kann durch die Fördermengeneinstellschraube verstellt werden (im Schema Bild 25 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt). Im Einstellhebel sind Start- und Spannhebel ebenfalls drehbar gelagert. Der Starthebel besitzt an der Unterseite einen Kugelbolzen, der in den Regelschieber eingreift, wogegen an seiner Oberseite die Startfeder befestigt ist. An der Oberseite des Spannhebels befindet sich auf einem Haltebolzen die Leerlaufeder. Außerdem ist in dem Haltebolzen die Regelfeder eingehängt. Ein Hebel und die Verstellhebelwelle bilden die Verbindung mit dem Drehzahl-Verstellhebel. Durch das Zusammenwirken von Federkraft und Muffenkraft ist die Stellung der Reglermechanik definiert. Die Verstellbewegung wird auf den Regelschieber übertragen und damit die Fördermenge des Verteilerkolbens bestimmt.

Startverhalten

Die Fliehkörper und die Reglermuffe befinden sich bei Stillstand der Verteilereinspritzpumpe in der Ausgangsstellung. Der Starthebel wird von der Startfeder in die Startstellung gedrückt. Hierbei dreht sich der Starthebel um seinen Drehpunkt M_2 . Gleichzeitig wird über den Kugelbolzen des Starthebels der Regelschieber

ber auf dem Verteilerkolben in die Startmengenstellung verschoben. Daraus resultiert, daß der Verteilerkolben einen großen Nutzhub (max. Förder volumen = Startmenge) bis zur Absteuerung zurücklegen muß. Beim Starten ergibt sich dadurch die Startmenge. Schon eine geringe Drehzahl (Startdrehzahl) genügt, um die Reglermuffe gegen die weiche Startfeder um den Betrag a zu verschieben. Der Starthebel dreht sich dabei wieder um den Drehpunkt M_2 , und die Startmenge wird automatisch auf die Leerlaufmenge reduziert.

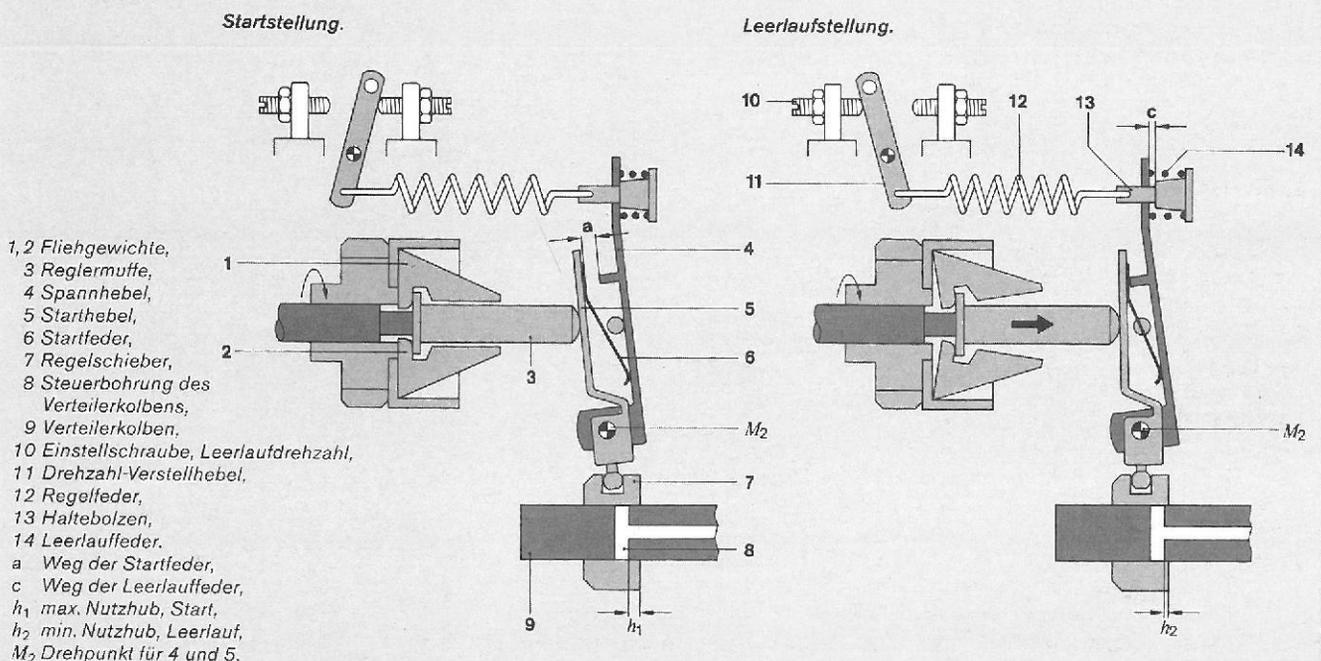
Leerlaufregelung

Nach dem Anspringen des Dieselmotors und dem Loslassen des Fahrpedals geht der Drehzahl-Verstellhebel in die Leerlaufstellung. Er liegt hierbei an seinem Anschlag der Leerlauf-Einstellschraube. Die Leerlaufdrehzahl ist so gewählt, daß der Motor in unbelastetem Zustand mit Sicherheit weiterläuft.

Die Regelung übernimmt die auf dem Haltebolzen angebrachte Leerlaufeder. Sie hält das Gleichgewicht zu der von den Fliehkörpern erzeugten Kraft. Durch diesen Kräfteausgleich wird die Stellung des Regelschiebers zur Steuerbohrung im Verteilerkolben bestimmt und somit der Nutzhub festgelegt. Bei Drehzahlen über dem Leerlaufbereich ist der Federweg c durchlaufen und Leerlaufeder überdrückt.

25

Alldrehzahlregler.



Lastbetrieb

Im Betriebsfall hat der Drehzahl-Verstellhebel im Schwenkbereich je nach der gewünschten Drehzahl bzw. der gewünschten Geschwindigkeit des Fahrzeugs eine bestimmte Stellung. Diese Stellung wird von dem Fahrer durch eine entsprechende Stellung des Fahrpedals vorgegeben. Bei Drehzahlen über dem Leerlaufbereich sind Startfeder und Leerlaufeder überdrückt. Sie haben auf die Regelung keinen Einfluß. Die Regelung übernimmt die Regelfeder.

Beispiel:

Der Fahrer bringt den Drehzahl-Verstellhebel über das Fahrpedal in eine bestimmte Stellung, die einer gewünschten (höheren) Geschwindigkeit entsprechen soll. Infolge dieser Verstellbewegung wird die Regelfeder um einen bestimmten Betrag gespannt. Dadurch ist die Wirkung der Regelfederkraft größer als die der Fliehkraft. Starthebel und Spannhebel folgen der Federbewegung, wobei sie um den Drehpunkt M_2 schwenken und den Regelschieber aufgrund des konstruktiv bestehenden Übersetzungsverhältnisses in Richtung Mehrmenge verstellen. Die Fördermenge wird somit erhöht und bewirkt eine Drehzahlsteigerung. Die Fliehkichte wandern infolge Drehzahlerhöhung nach außen und verschieben die Reglermuffe entgegen der wirksamen Federkraft. Der Regelschieber bleibt aber solange auf „Voll“, bis ein Momentengleichgewicht besteht. Steigt die Drehzahl des Motors noch weiter, so gehen die Fliehkichte noch mehr nach außen, wodurch die Wirkung der Reglermuffenkraft überwiegt. Infolgedessen schwenken Start- und Spann-

hebel um ihren gemeinsamen Drehpunkt (M_2) und schieben den Regelschieber in Richtung „Stop“, so daß die Steuerbohrung früher freigegeben wird. Die Fördermenge kann bis zur „Nullmenge“ verringert werden, wodurch die Begrenzung der Drehzahl gewährleistet ist. Jeder Stellung des Drehzahl-Verstellhebels ist daher während des Betriebs ein ganz bestimmter Drehzahlbereich zwischen Vollast und Nullast zugeordnet, solange der Motor nicht überlastet wird. Daraus folgt, daß der Drehzahlregler im Rahmen seines P-Grades die eingestellte Soll-Drehzahl einhält.

Ist die Belastung (z.B. Steigung) so groß, daß der Regelschieber sich in der Vollaststellung befindet, die Drehzahl aber trotzdem sinkt, so gehen die Fliehkichte entsprechend dieser Drehzahl noch weiter nach innen. Da sich der Regelschieber aber bereits in der Vollaststellung befindet, kann die Kraftstoffmenge nicht mehr erhöht werden. Der Motor ist überlastet und der Fahrer muß in diesem Fall auf einen kleineren Gang zurückschalten oder die Solldrehzahl verändern.

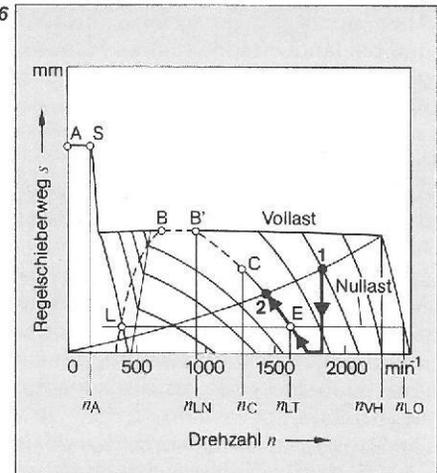
Schiebebetrieb

Beim Bergabwärtsfahren (Schiebebetrieb) ist es umgekehrt. Der Motor wird vom Fahrzeug angetrieben und beschleunigt. Infolgedessen gehen die Fliehkichte nach außen und die Reglermuffe drückt gegen den Start- und Spannhebel. Beide Hebel verändern ihre Lage und verschieben den Regelschieber in Richtung weniger Menge, bis sich bei dem neuen Belastungszustand eine entsprechende verkleinerte Fördermenge eingestellt hat, die im Grenzfall Null ist. Bei voll-

ständiger Entlastung des Motors wird die obere Leerlaufdrehzahl erreicht. Das hier beschriebene Verhalten des Alldrehzahlreglers gilt grundsätzlich für alle Stellungen des Drehzahl-Verstellhebels, wenn sich die Belastung oder die Drehzahl aus irgend einem Grund so stark ändert, daß der Regelschieber in seinen Endlagen Voll oder Stop anliegt.

26) Reglerkennfeld des Alldrehzahlreglers.

A: Startstellung des Regelschiebers, S: Start des Motors mit der Startmenge, S-L: Reduzierung der Startmenge auf die Leerlaufmenge, L: Leerlaufdrehzahl n_{LN} nach dem Anlaufen des Motors (ohne Last), L-B: Beschleunigungsphase des Motors, nachdem der Drehzahl-Verstellhebel von Leerlauf auf eine Solldrehzahl n_C eingestellt worden ist, B-B': Regelschieber bleibt für eine kurze Zeit in der Vollaststellung und bewirkt eine schnelle Drehzahlsteigerung, B'-C: Zurücknahme des Regelschiebers (weniger Menge, höhere Drehzahl) entsprechend dem P-Grad, hält das Fahrzeug die gewünschte Geschwindigkeit bzw. die Drehzahl n_C im Teillastbereich ein, E: Drehzahl n_{LT} , die nach Entlastung des Motors (z.B. Schiebebetrieb) bei unveränderter Drehzahl-Verstellhebellage erreicht wird. 1 Stellung des Regelschiebers bei Beginn Schubabschaltung, 2 Ende der Schubabschaltung.

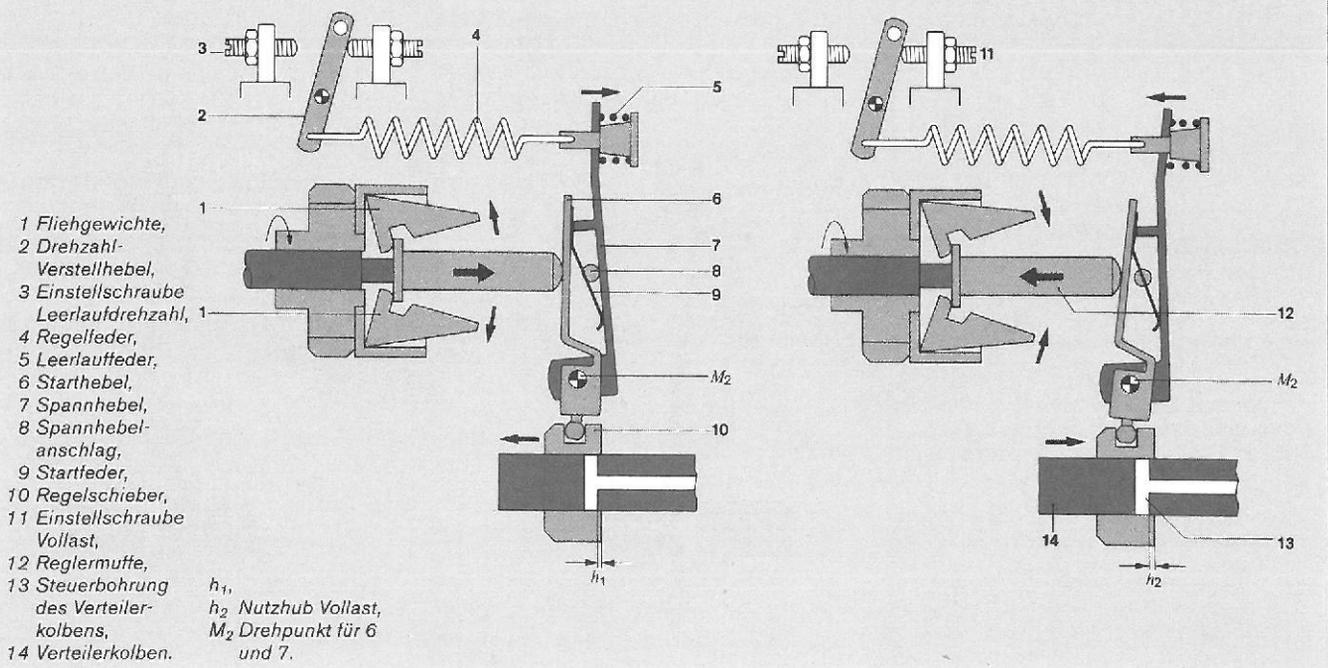


27

Alldrehzahlregler.

Arbeitsweise bei steigender Drehzahl.

Arbeitsweise bei fallender Drehzahl.



- 1 Fliehkichte,
- 2 Drehzahl-Verstellhebel,
- 3 Einstellschraube Leerlaufdrehzahl,
- 4 Regelfeder,
- 5 Leerlaufeder,
- 6 Starthebel,
- 7 Spannhebel,
- 8 Spannhebelanschlag,
- 9 Startfeder,
- 10 Regelschieber,
- 11 Einstellschraube Vollast,
- 12 Reglermuffe,
- 13 Steuerbohrung des Verteilerkolbens,
- 14 Verteilerkolben.

h_1 ,
 h_2 Nutzhub Vollast,
 M_2 Drehpunkt für 6 und 7.

Leerlauf- und Enddrehzahlregler

Der Leerlauf- und Enddrehzahlregler regelt nur die Leerlaufdrehzahl und die Enddrehzahl, während der dazwischen liegende Bereich direkt von dem Fahrpedal beeinflusst wird.

Aufbau

Die Reglergruppe mit den Fliehkewichten und die Regelhebelanordnung sind mit dem bereits erläuterten Alldrehzahlregler vergleichbar. Der Aufbau des Leerlauf-Enddrehzahlreglers unterscheidet sich durch die Regelfeder und deren Einbau. Sie ist als Druckfeder ausgeführt und in einem Führungsglied untergebracht. Die Verbindung zwischen Spannhebel und Regelfeder ist durch einen Haltebolzen realisiert.

Startverhalten

Die Reglermuffe befindet sich in der Ausgangsstellung, da die Fliehkewichte in Ruhe sind. Dadurch ist die Startfeder in der Lage, den Starthebel gegen die Reglermuffe zu drücken. Der Regelschieber auf dem Verteilerkolben befindet sich in der Startmengeposition.

Leerlaufregelung

Nach dem Start des Motors und dem Loslassen des Fahrpedals geht der Drehzahl-Verstellhebel durch die Wirkung der Rückstellfeder in die Leerlaufstellung. Infolge der steigenden Drehzahl erhöht sich die Fliehkraft der Fliehkewichte. Sie drücken dabei über ihren Innenschenkel die Reglermuffe gegen den Starthebel. Die Regelung erfolgt von der auf dem Spann-

hebel angebrachten Leerlauffeder. Durch die Drehbewegung des Starthebels wird der Regelschieber in Richtung „weniger Fördermenge“ verschoben. Die Position des Regelschiebers wird hierbei durch das Zusammenwirken von Fliehkraft und Federkraft bestimmt.

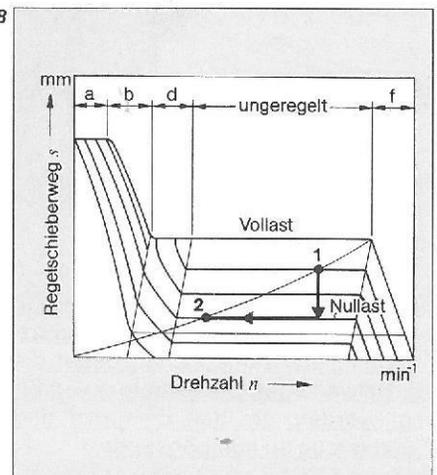
Lastbetrieb

Betätigt der Fahrer das Fahrpedal, so wird der Drehzahl-Verstellhebel um einen bestimmten Betrag geschwenkt. Der Wirkungsbereich von Start- und Leerlauffeder ist aufgehoben und die Zwischenfeder ist im Eingriff. Mit der Zwischenfeder erzielt man beim Leerlauf- und Enddrehzahlregler einen breiteren Leerlaufbereich, einen größeren P-Grad und einen „weicheren“ Übergang zum unregelmäßigen Bereich. Wird der Drehzahl-Verstellhebel weiter in Richtung Vollast bewegt, so wird der Weg der Zwischenfeder durchfahren, bis der Bolzenbund am Spannhebel anliegt. Der Wirkungsbereich der Zwischenfeder ist aufgehoben und der unregelmäßige Bereich ist wirksam. Der unregelmäßige Bereich ergibt sich durch die Vorspannung der Regelfeder. Sie kann in diesem Drehzahlbereich als starr angesehen werden. Die Verstellung des Drehzahl-Verstellhebels (bzw. Fahrpedal) durch den Fahrer kann jetzt direkt über die Reglermechanik an den Regelschieber weitergegeben werden. Damit wird direkt vom Fahrpedal die Fördermenge beeinflusst. Will der Fahrer die Geschwindigkeit erhöhen oder ist eine Steigung zu nehmen, so muß er mehr „Gas geben“, ist eine geringere Motorleistung verlangt, so muß er das „Gas zurücknehmen“. Tritt nun bei unver-

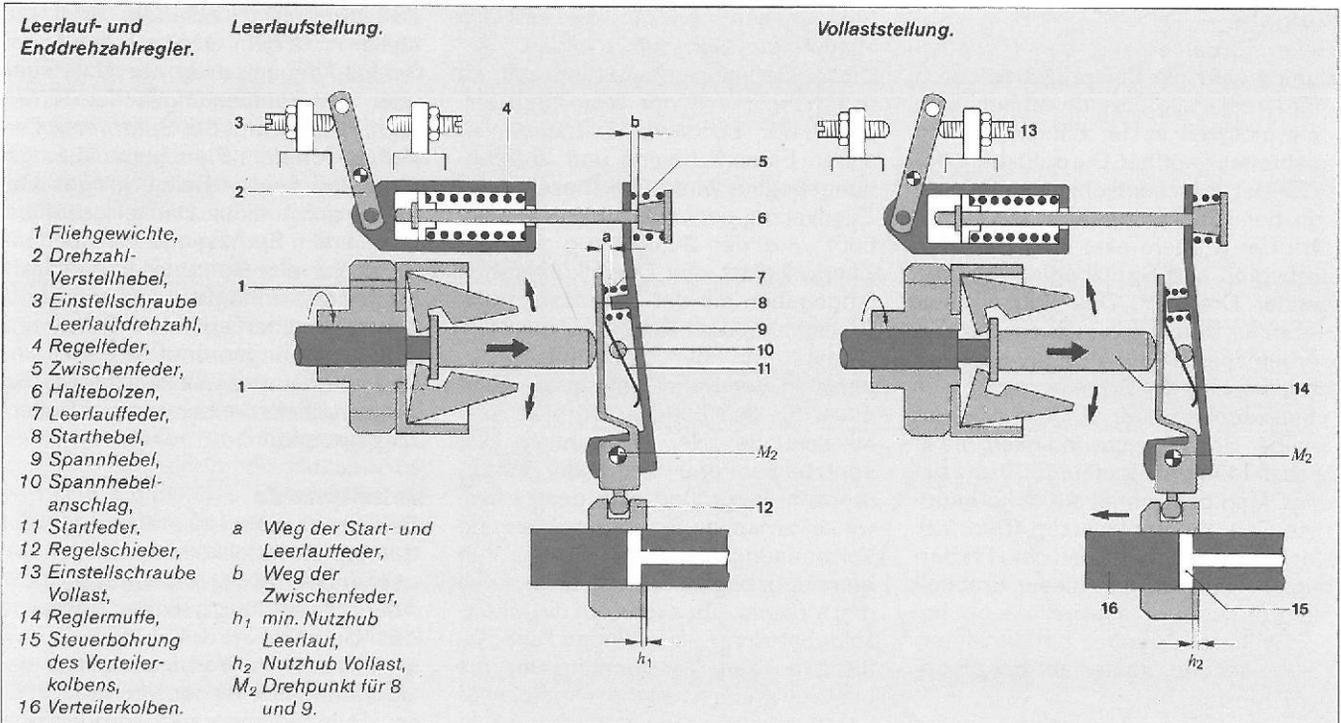
änderter Drehzahl-Verstellhebellage eine Entlastung des Motors ein, so steigt bei gleichbleibender Menge die Drehzahl. Die Fliehkraft erhöht sich, wodurch die Fliehkewichte die Reglermuffe gegen den Start- und Spannhebel verschieben. Erst nachdem die Vorspannung der Regelfeder von der Wirkung der Muffenkraft überwunden ist, wird die Endabregelung im Bereich der Nenndrehzahl wirksam. Bei vollständiger Entlastung erreicht der Motor die obere Leerlaufdrehzahl und ist somit gegen ein Überdrehen geschützt.

28) Reglerkennfeld des Leerlauf- und Enddrehzahlreglers mit Leerlauffeder und Zwischenfeder.

a: Weg der Startfeder, b: Weg der Start- und Leerlauffeder, d: Weg der Zwischenfeder, f: Weg der Regelfeder, 1: Stellung des Regelschiebers bei Beginn Schubabschaltung, 2: Ende der Schubabschaltung.



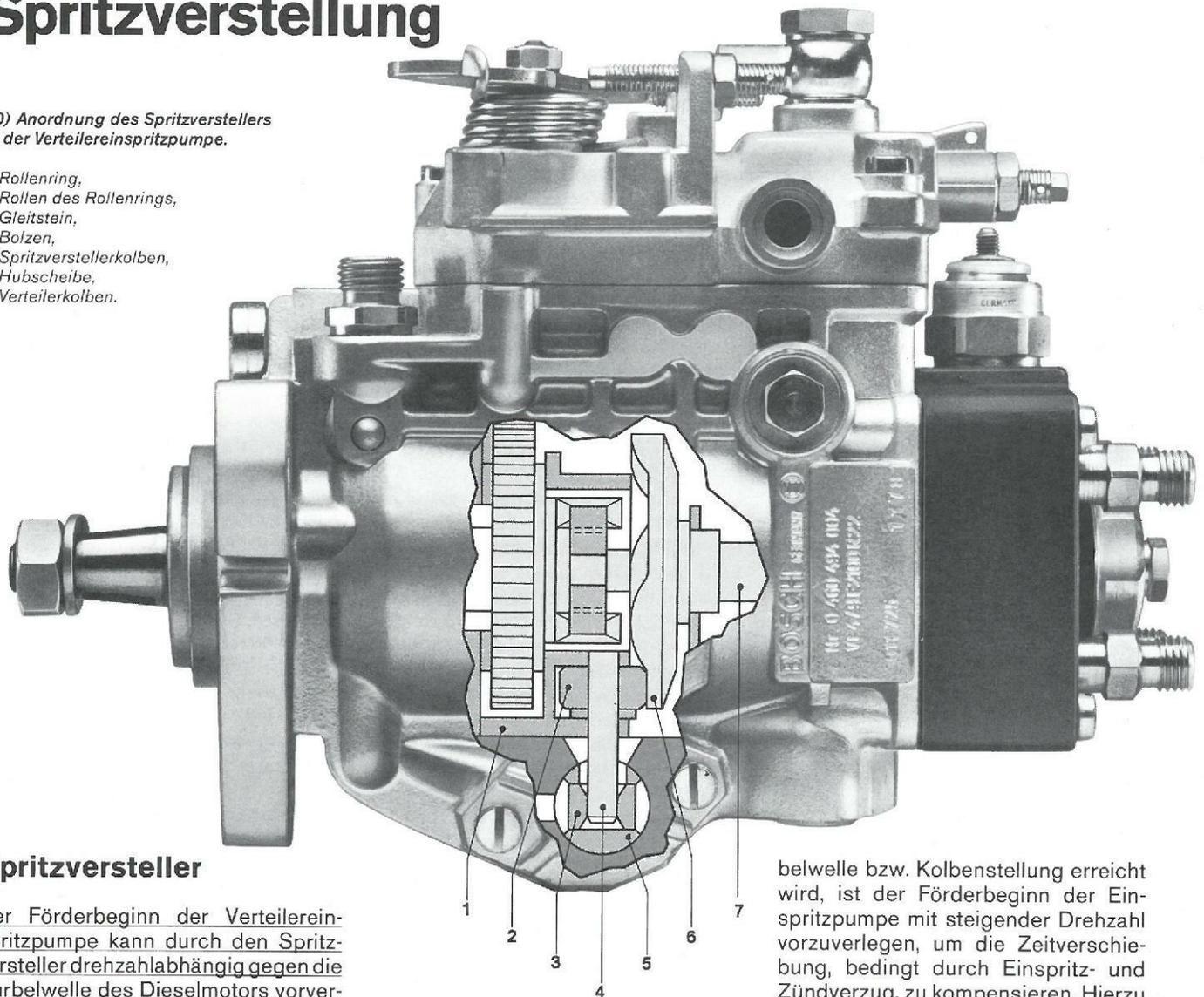
29



Spritzverstellung

30) Anordnung des Spritzverstellers in der Verteilereinspritzpumpe.

- 1 Rollenring,
- 2 Rollen des Rollenrings,
- 3 Gleitstein,
- 4 Bolzen,
- 5 Spritzverstellerkolben,
- 6 Hubscheibe,
- 7 Verteilerkolben.



Spritzversteller

Der Förderbeginn der Verteilereinspritzpumpe kann durch den Spritzversteller drehzahlabhängig gegen die Kurbelwelle des Dieselmotors vorverlegt werden, um den Einspritz- und Zündverzug zu kompensieren.

Aufgabe

Beim Fördervorgang der Einspritzpumpe wird die Einspritzdüse durch eine Druckwelle, die sich mit Schallgeschwindigkeit in der Einspritzleitung ausbreitet, geöffnet. Die dafür benötigte Zeit ist im wesentlichen unabhängig von der Drehzahl, jedoch vergrößert sich der Kurbelwinkel zwischen Förderbeginn und Spritzbeginn mit steigender Drehzahl. Das bedarf einer Korrektur durch Vorverlegen des Förderbeginns. Bestimmt wird die Ausbreitungszeit der Druckwelle von den Abmessungen der Einspritzleitung und der Schallgeschwindigkeit, die in Dieselkraftstoff ungefähr 1500 m/s beträgt. Man bezeichnet die dafür benötigte Zeit als Spritzverzug (Bild 32). Der Spritzbeginn eilt also dem Förderbeginn nach. Wegen dieser Erscheinung öffnet die Einspritzdüse bei hoher Drehzahl, bezogen auf die Motor- kolbenstellung, später als bei niedriger Drehzahl.

Nach dem Einspritzvorgang benötigt

der Dieselkraftstoff eine bestimmte Zeit, um in den gasförmigen Zustand überzugehen und mit der Luft ein zündfähiges Gemisch zu bilden. Diese Gemischaufbereitungszeit ist unabhängig von der Motordrehzahl. Der dafür benötigte Zeitraum zwischen Einspritzbeginn und Verbrennungsbeginn wird beim Dieselmotor-Zündverzug genannt (Bild 32). Beeinflusst wird der Zündverzug von der Zündwilligkeit des Dieselkraftstoffes (angegeben mit der Cetanzahl), dem Verdichtungsverhältnis, der Lufttemperatur und der Kraftstoffzerstäubung. In der Regel beträgt die Zeitdauer für den Zündverzug etwa eine Millisekunde. Bei konstantem Einspritzbeginn und steigender Motordrehzahl vergrößert sich der Kurbelwinkel zwischen Einspritzbeginn und Verbrennungsbeginn, so daß der Verbrennungsbeginn nicht mehr im richtigen Moment – bezogen auf die Motor- kolbenstellung – stattfinden kann. Da die günstigste Verbrennung und die beste Leistung eines Dieselmotors nur bei einer bestimmten Stellung der Kur-

belwelle bzw. Kolbenstellung erreicht wird, ist der Förderbeginn der Einspritzpumpe mit steigender Drehzahl vorzuverlegen, um die Zeitverschiebung, bedingt durch Einspritz- und Zündverzug, zu kompensieren. Hierzu dient der drehzahlabhängige Spritzversteller.

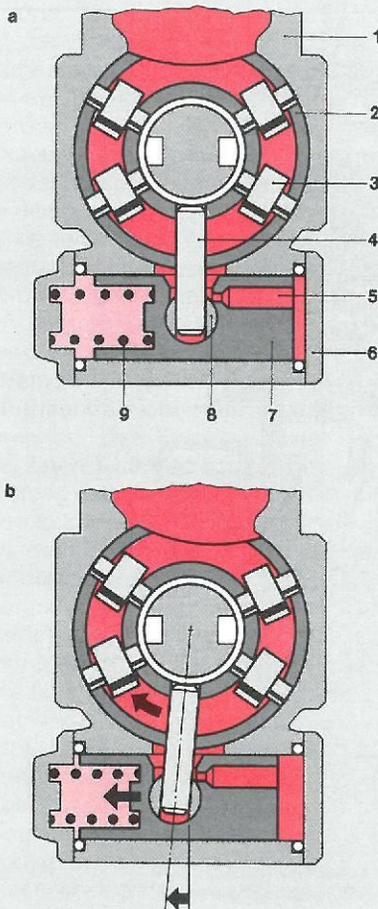
Aufbau

Der hydraulisch betätigte Spritzversteller ist in dem Gehäuse der Verteilereinspritzpumpe an der Unterseite quer zur Pumpenlängsachse eingebaut. Hierbei wird der Spritzverstellerkolben von dem Pumpengehäuse geführt. Auf beiden Seiten ist das Gehäuse durch einen Deckel geschlossen. In dem Spritzverstellerkolben befindet sich eine Bohrung, die den Kraftstoffzulauf ermöglicht, während auf der gegenüberliegenden Seite eine Druckfeder angeordnet ist. Über einen Gleitstein und einen Bolzen ist der Spritzverstellerkolben mit dem Rollenring verbunden.

Arbeitsweise

Bei der Verteilereinspritzpumpe wird der Spritzverstellkolben von der vorgespannten Spritzverstellfeder in der Ausgangsstellung gehalten. Während des Betriebs wird mit dem Drucksteuerventil in Verbindung mit der Überströmdrossel der Kraftstoffdruck im Pumpeninnenraum proportional

31 Arbeitsweise des Spritzverstellers.



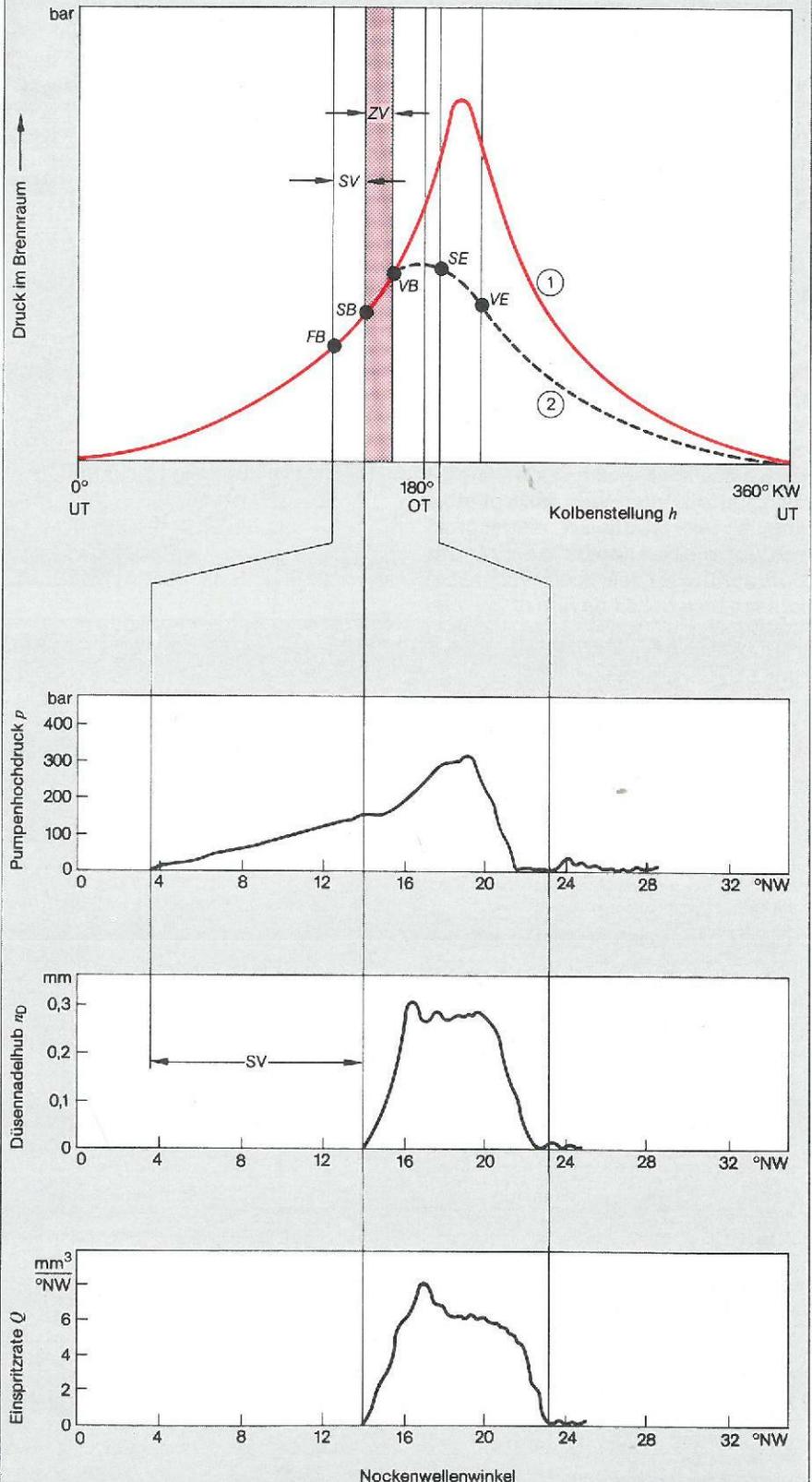
- | | |
|---------------------|---------------------|
| a Ruhestellung, | Spritzversteller- |
| b Betriebsstellung. | kolben, |
| 1 Pumpengehäuse, | 6 Deckel, |
| 2 Rollenring, | 7 Spritzversteller- |
| 3 Rollen des Rol- | kolben, |
| lenrings, | 8 Gleitstein, |
| 4 Bolzen, | 9 Spritzversteller- |
| 5 Bohrung im | feder. |

der Drehzahl reguliert. Infolgedessen wird die der Spritzverstellerfeder entgegengesetzte Kolbenseite mit dem im Pumpeninnenraum wirkenden Kraftstoffdruck beaufschlagt. Erst ab einer bestimmten Drehzahl ($\geq 300 \text{ min}^{-1}$) überwindet der Kraftstoffdruck (Pumpeninnenraumdruck) die Federvorspannkraft und verschiebt den Spritzverstellerkolben im Bild 31 nach links. Die axiale Kolbenbewegung wird über den Gleitstein und den Bolzen auf den drehbar gelagerten Rollenring übertragen. Dadurch ändert sich die Zuordnung von Hubscheibe und Rollenring so, daß die sich drehende Hubscheibe von den Rollen des Rollenrings zu einem früheren Zeitpunkt angehoben wird. Rollen mit Rollenring sind also gegen Hubscheibe und Verteilerkolben um einen definierten Winkel verdreht. Der mögliche Winkel kann bis zwölf Grad Nockenwinkel (24 Grad Kurbelwellenwinkel) betragen.

32 Verbrennungsverlauf.

Der Förderbeginn (FB) liegt nach dem Verschuß der Zulaufbohrung. Es baut sich ein Pumpenhochdruck auf, der beim Erreichen des Düsenöffnungsdrucks zum Spritzbeginn (SB) führt. Die Zeit zwischen FB und SB heißt Spritzverzögerung (SV). Bei weiterer Verdichtung erfolgt dann der Verbrennungsbeginn (VB). Die Zeitspanne zwischen SB und VB ist der Zündverzögerung (ZV). Nach dem Öffnen der Absteuerbohrung fällt der Pumpenhochdruck ab (Spritzende, SE). Darauf folgt das Verbrennungsende (VE).

- ① Verbrennungsdruck,
- ② Kompressionsdruck,
- UT unterer Totpunkt,
- OT oberer Totpunkt.

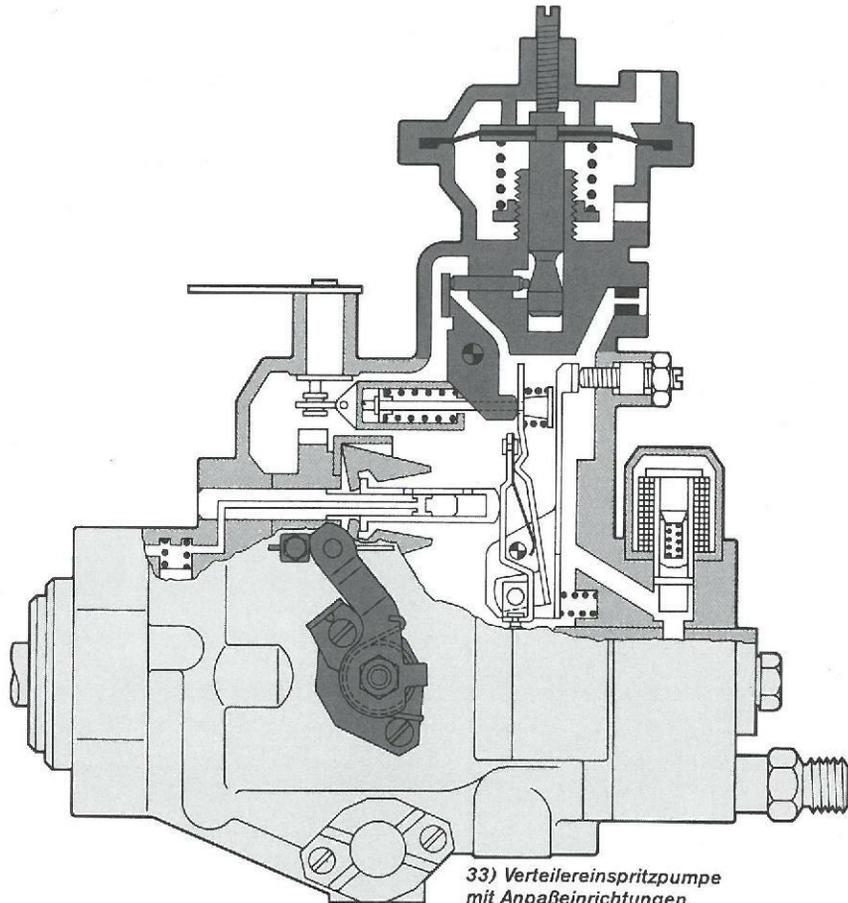


Anpaßeinrichtungen

Die Verteilereinspritzpumpe ist nach dem Baukastenprinzip konstruiert und kann entsprechend den Motoranforderungen mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen ausgestattet sein. Dadurch erreicht man vielfältige Anpassungsmöglichkeiten, um ein Optimum an Drehmoment, Leistung, Verbrauch und Abgas zu erreichen. In der Übersicht sind die Anpaßeinrichtungen und deren Einflüsse auf den Dieselmotor zusammengefaßt. Das Blockschaltbild zeigt das Zusammenwirken von Grundgerät und Anpaßeinrichtungen der Verteilereinspritzpumpe.

Angleichung

Unter Angleichung versteht man die drehzahlabhängige Anpassung der Kraftstoff-Fördermenge an die Kraftstoffbedarfs-Kennlinie des Motors. Bei besonderen Forderungen an die Vollastcharakteristik (Optimierung der Abgaszusammensetzung, der Drehmomentcharakteristik und des Kraftstoffverbrauchs) kann eine Angleichung erforderlich sein. Es soll also genauso viel Kraftstoff eingespritzt werden, wie der Motor braucht. Der Kraftstoffbedarf des Motors nimmt bei



33) Verteilereinspritzpumpe mit Anpaßeinrichtungen.

34 Blockschaltbild der Verteilereinspritzpumpe Typ VE.

Mechanische/hydraulische Vollastangleichung.
Angleichung der Fördermenge an die drehzahlabhängige Kraftstoffbedarfs-Charakteristik des Motors.

LDA Ladedruckabhängiger Vollastanschlag.

Steuerung der Fördermenge in Abhängigkeit vom Ladedruck.

LFB Lastabhängiger Förderbeginn.

Förderbeginn der Belastung anpassen, um Geräuschemission zu vermindern.

ADA Atmosphärendruckabhängiger Vollastanschlag.

Steuerung der Fördermenge in Abhängigkeit vom Atmosphärendruck.

KSB Kaltstartbeschleuniger.

Kaltstartverhalten verbessern durch Verändern des Förderbeginns.

(TAS) * Temperaturabhängige Startmenge.
Motortemperaturabhängige Startmengensteuerung vermeidet Rauchstoß beim Warmstart.

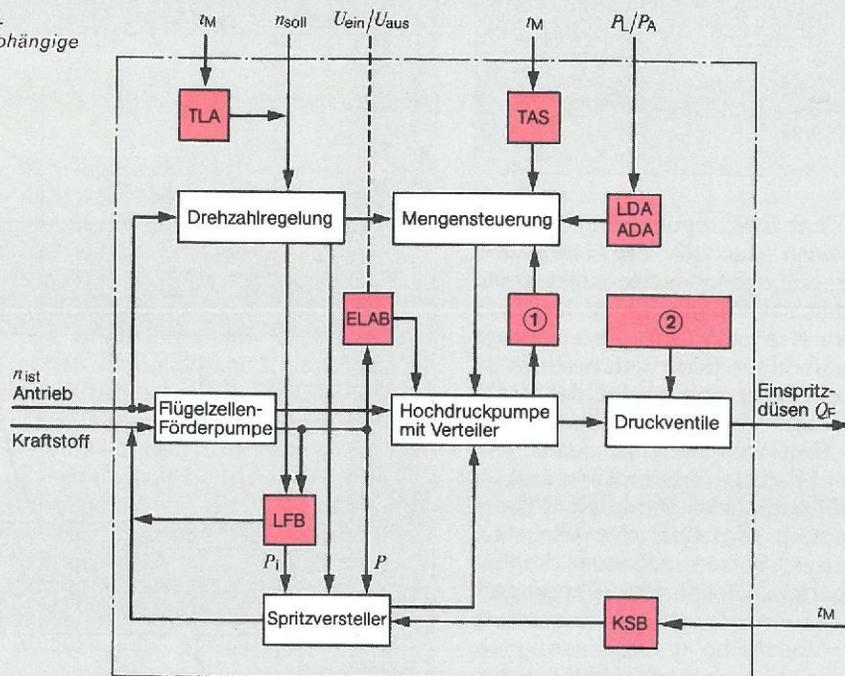
(TLA) * Temperaturabhängige Leerlaufanhebung.

Warmlauf und Rundlauf durch Erhöhung der Leerlaufdrehzahl bei kaltem Motor verbessern.

ELAB Elektrische Abstellvorrichtung.

- n_{ist} Istdrehzahl (Regelgröße),
- n_{soll} Soll Drehzahl (Führungsgröße),
- Q_F Fördermenge,
- t_M Motortemperatur, nur bei automatischem KSB,
- p_L Ladedruck,
- p_A Atmosphärendruck,
- p_i Pumpeninnenraumdruck.

* nur in Verbindung mit KSB möglich.



- Grundausführung.
- Anpassungsgruppen.
- ① Vollastangleichung mit Regelhebelgruppe.
- ② Hydraulische Vollastangleichung.

steigender Drehzahl etwas ab. Bild 35 zeigt die Fördermengen-Kennlinie einer nicht angeglichenen Einspritzpumpe. Daraus geht hervor, daß bei gleicher Stellung des Regelschiebers auf dem Verteilerkolben die Einspritzpumpe bei hoher Drehzahl etwas mehr fördert als bei niedriger Drehzahl. Ursache für die geförderte Mehrmenge der Einspritzpumpe ist die Drosselwirkung an der Steuerbohrung des Verteilerkolbens. Wird die Fördermenge der Einspritzpumpe so festgelegt, daß das größtmögliche Drehmoment im unteren Drehzahlbereich erreicht wird, so würde der Motor bei höheren Drehzahlen die eingespritzte Kraftstoffmenge nicht mehr rauchfrei verbrennen. Das Resultat zuviel eingespritzten Kraftstoffs wäre eine Überhitzung des Motors. Bemißt man dagegen die Höchstfördermenge so, daß sie dem Bedarf des Motors bei seiner Höchstdrehzahl und Vollast entspricht, dann kann bei niederen Drehzahlen der Motor nicht seine volle Leistung abgeben, weil die Fördermenge mit fallender Drehzahl ebenfalls kleiner wird. Die Leistung wäre also nicht „optimal“. Die eingespritzte Kraftstoffmenge muß also dem Kraftstoffbedarf des Motors angeglichen werden. Eine Angleichung kann bei der Verteilereinspritzpumpe mit dem Druckventil oder einer erweiterten Regelhebelgruppe

erfolgen. Eine Vollastangleichung mit der Regelhebelgruppe wird dann vorgenommen, wenn eine positive Vollastangleichung mit dem Druckventil nicht mehr ausreicht oder eine negative Vollastangleichung notwendig ist.

Positive Angleichung

Eine positive Vollastangleichung ist bei den Einspritzpumpen erforderlich, die im oberen Drehzahlbereich zuviel Kraftstoff fördern. Um dies zu vermeiden, ist es bei manchen Einspritzpumpen notwendig, die Fördermenge der Einspritzpumpe bei steigender Drehzahl zu verringern.

Positive Angleichung mit dem Druckventil

Eine positive Angleichung kann in bestimmten Grenzen mit Druckventilen erreicht werden. Bei diesem Anwendungsfall haben die Druckventile außer dem Entlastungsbund einen zweiten Bund. An diesem sind je nach Bedarf eine oder zwei Flächen angeschliffen. Die sich dadurch ergebenden Querschnitte wirken als Drossel. Mit steigender Drehzahl der Einspritzpumpe erzeugt die Drossel einen abfallenden Fördermengenverlauf.

Positive Angleichung mit der Regelhebelgruppe

Die maßgebende Drehzahl für den

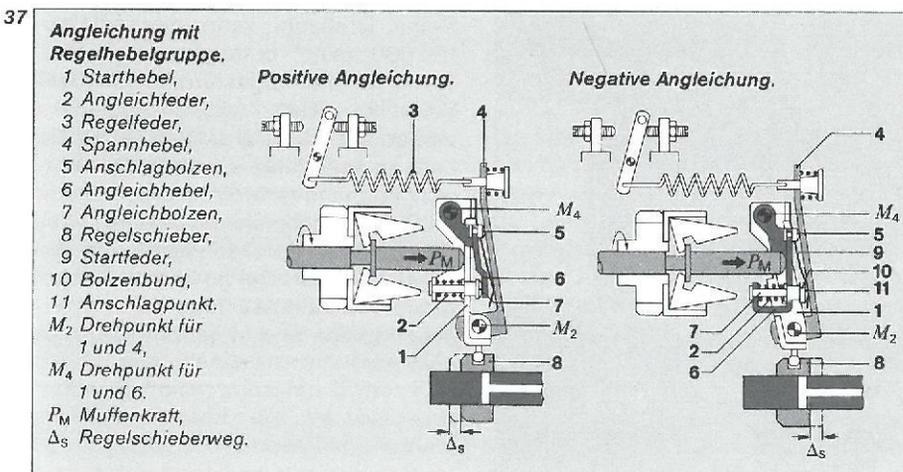
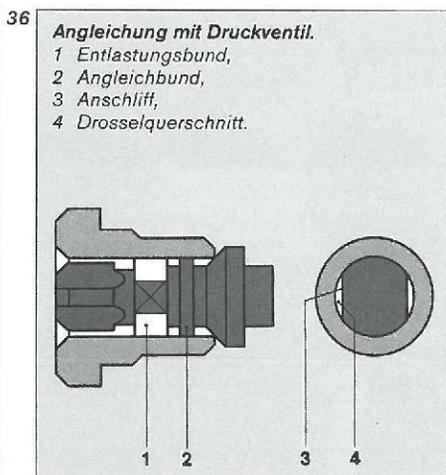
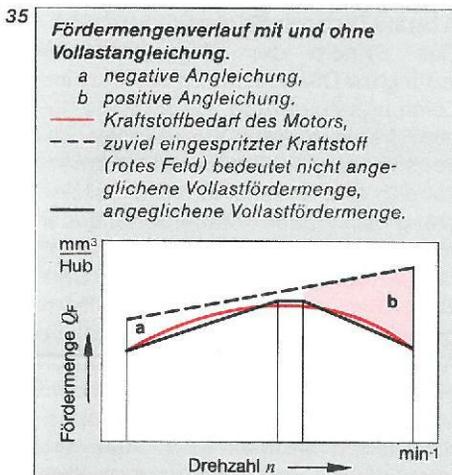
Angleichbeginn erreicht man mit verschiedenen Angleichfedervorspannungen. Bei Erreichen dieser Drehzahl muß zwischen Muffenkraft (P_M) und Vorspannkraft der Angleichfeder Gleichgewicht bestehen. Der Angleichhebel (6) stützt sich dabei über den Anschlagbolzen (5) am Spannhebel (4) ab. Das freie Ende des Angleichhebels liegt am Angleichbolzen an. Steigert man die Drehzahl, so wird die auf den Starthebel (1) wirkende Muffenkraft größer. Der gemeinsame Drehpunkt (M_4) von Starthebel und Angleichhebel verändert seine Lage. Gleichzeitig kippt der Angleichhebel um den Anschlagbolzen (5) und drückt den Angleichbolzen in Richtung Anschlag. Infolgedessen dreht der Starthebel um den Drehpunkt (M_2) und schiebt den Regelschieber (8) in Richtung weniger Einspritzmenge. Sobald der Bolzenbund (10) am Starthebel (1) anliegt, ist die Angleichung beendet.

Negative Angleichung

Eine negative Vollastangleichung kann bei den Motoren erforderlich sein, die im unteren Drehzahlbereich Schwarzauchprobleme haben oder einen besonderen Drehmomentenanstieg realisieren sollen. Ebenso benötigen Lademotoren eine negative Angleichung, wenn auf den ladedruckabhängigen Vollastanschlag (LDA) verzichtet wird. In diesen Fällen wird mit steigender Drehzahl die Fördermenge verstärkt erhöht (Bild 35).

Negative Angleichung mit der Regelhebelgruppe

Nach Überdrücken der Startfeder (9) stützt sich der Angleichhebel (6) über den Anschlagbolzen (5) am Spannhebel (4) ab. Der Angleichbolzen (7) liegt ebenfalls am Spannhebel an. Gleichzeitig liegt auch der Angleichbolzen an dem Anschlagpunkt (11) des Spannhebels (4) an. Wird die Muffenkraft (P_M) infolge Drehzahlerhöhung vergrößert, so drückt der Angleichhebel gegen die vorgespannte Angleichfeder. Ist die Muffenkraft größer als die Federkraft der Angleichfeder, wird der Angleichhebel (6) in Richtung Bolzenbund (10) gedrückt. Infolgedessen verändert der gemeinsame Drehpunkt (M_4) von Starthebel und Angleichhebel seine Lage. Gleichzeitig dreht der Starthebel um seinen Drehpunkt (M_2) und schiebt den Regelschieber (8) in Richtung Mehrmenge. Sobald der Angleichhebel an dem Bolzenbund anliegt, ist die Angleichung beendet.



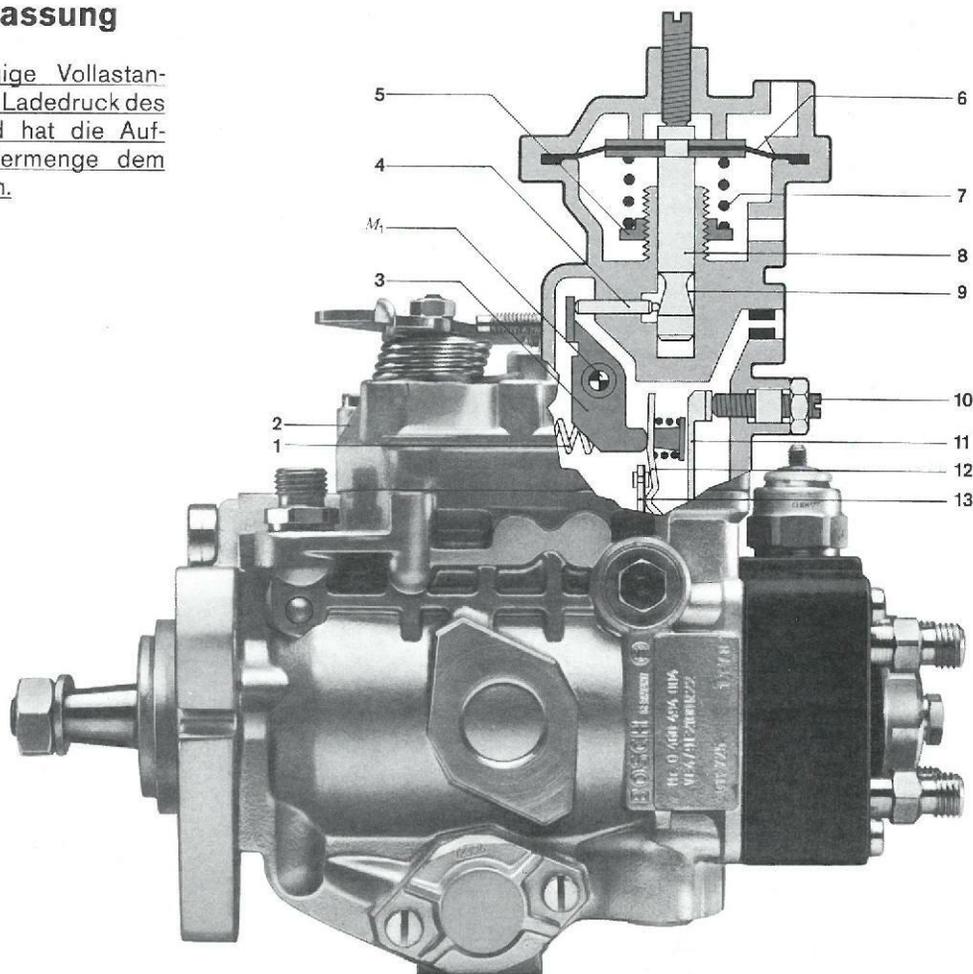
Ladedruck-Anpassung

Der ladedruckabhängige Vollastanschlag reagiert auf den Ladedruck des Abgasturboladers und hat die Aufgabe, die Vollastfördermenge dem Ladedruck anzupassen.

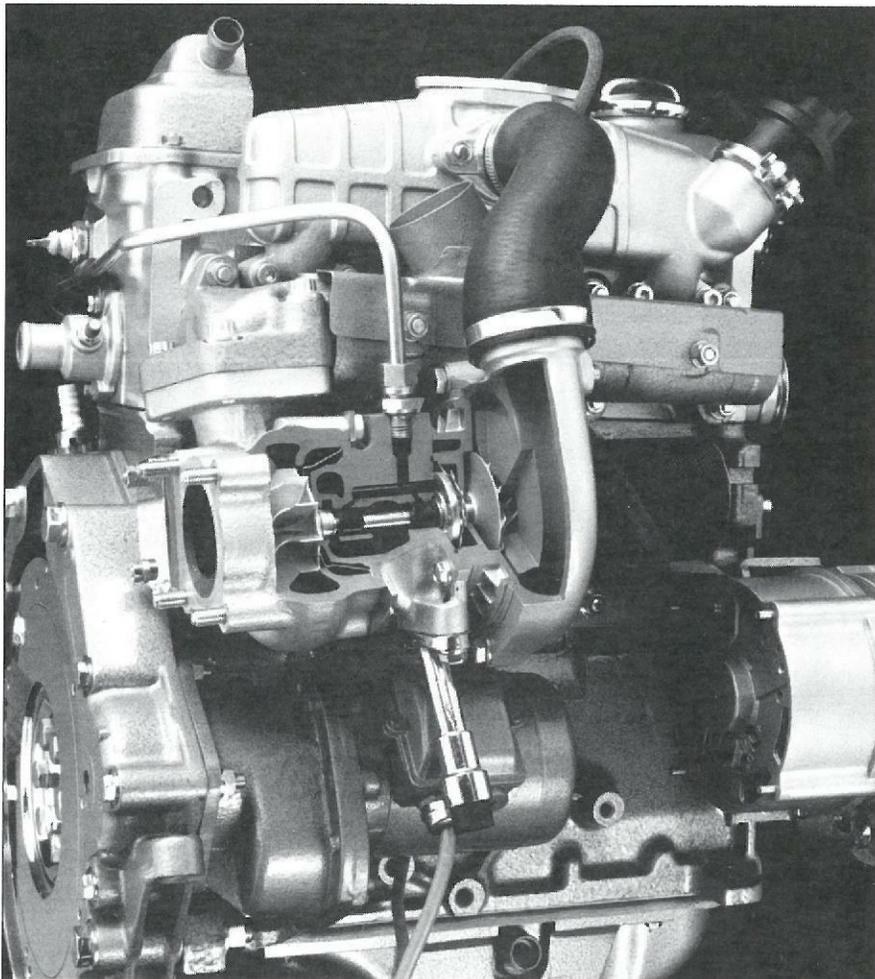
38) rechts
Verteilereinspritzpumpe mit ladedruckabhängigem Vollastanschlag.

- 1 Regelfeder,
- 2 Reglerdeckel,
- 3 Anschlaghebel,
- 4 Abtaststift,
- 5 Einstellmutter,
- 6 Membrane,
- 7 Druckfeder,
- 8 Verstellbolzen,
- 9 Steuerkegel,
- 10 Einstellschraube

Vollastmenge,
11 Einstellhebel,
12 Spannhebel,
13 Starthebel.
 M_1 Drehpunkt für 3.



39



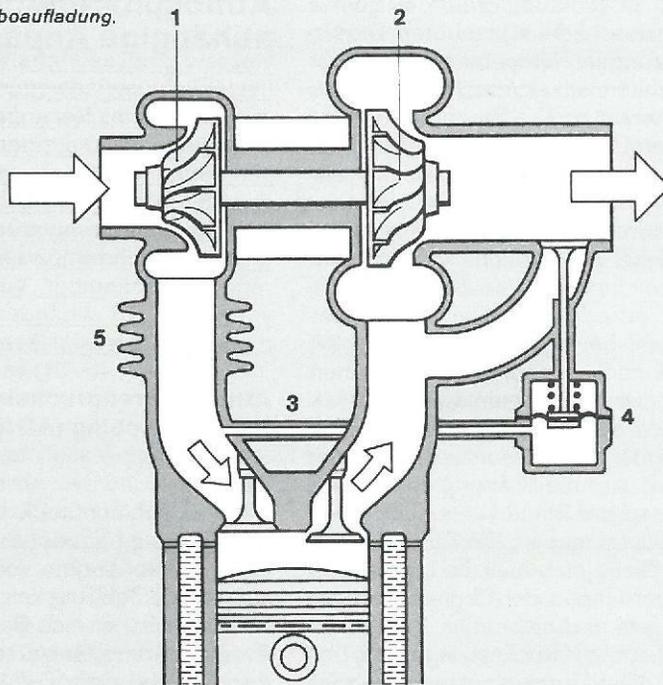
Abgas-Turboaufladung

Das Prinzip der Abgas-Turboaufladung bei Dieselmotoren bewirkt eine Leistungssteigerung gegenüber einem freisaugenden Dieselmotor bei annähernd gleichbleibenden Abmessungen und Drehzahlen. Die Nutzleistung kann dabei entsprechend der erhöhten Luftmasse gesteigert werden. Außerdem ist oftmals eine Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs möglich. Realisiert wird die Aufladung des Dieselmotors durch einen Abgas-Turbolader. Die von dem Motor ausgestoßenen Verbrennungsrückstände strömen nicht mehr ungenutzt ins Freie, sondern treiben die Abgasturbine des Turboladers an. Seine Drehzahl kann hierbei über $100\,000 \text{ min}^{-1}$ betragen. Über eine Welle ist die Abgasturbine mit dem Verdichter des Abgas-Turboladers verbunden. Der Verdichter saugt die Luft an und führt sie dem Verbrennungsraum des Motors unter Druck zu. Dabei steigt nicht nur der Druck der angesaugten Luft, sondern auch die Lufttemperatur. Bei zu hohen Temperaturen wird eine Kühlung der Luft zwischen Lader- und Motoreintritt vorgenommen.

39) Dieselmotor mit Abgasturbolader.

40

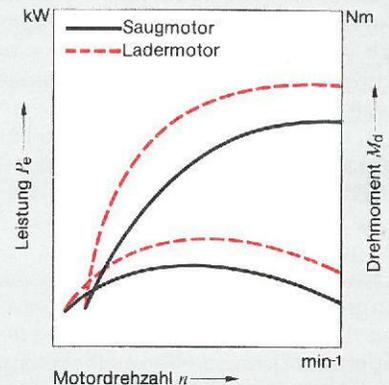
Prinzip der Turboaufladung.



Turbinen- und Verdichterrad befinden sich auf einer gemeinsamen Welle. Die Drehzahl kann über $100\,000\text{ min}^{-1}$ betragen. Die Energie der heißen Auspuffgase tritt nicht mehr ungenutzt ins Freie, sondern treibt über eine Abgasturbine (2) einen Luftverdichter (1) an. Damit muß der Motor die Luft nicht mehr selbst ansaugen, sondern bekommt sie bereits vorverdichtet in den Brennraum. Da die Luftleistung des Turboladers nicht parallel zum Luftbedarf des Motors verläuft, ist eine Regelvorrichtung erforderlich, welche bei hohen Drehzahlen ein Überladen ausschließt. Sobald der maximale Ladedruck überschritten wird, leitet ein in die Bypassleitung (3) zwischen Ansaug- und Auspuffrohr eingebautes Abblasventil (4) – Waste Gate genannt – einen Teil des Abgasstromes unter Umgehung des Turbinenrads direkt in das Auspuffrohr. Der Druck steigt nicht mehr an. Bei zu hohen Temperaturen wird eine Kühlung der Luft zwischen Lader- und Motoreintritt vorgenommen (5).

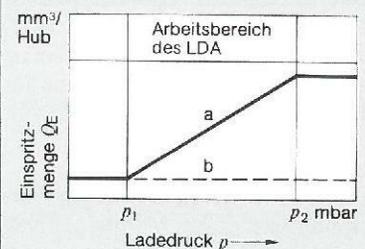
41

Leistungs- und Drehmomentenvergleich Saugmotor und Lademotor.



42

Ladedruck-Arbeitsbereich.



Beim Erreichen eines bestimmten Ladedruckes (p_1) erhöht der LDA die Einspritzmenge mit zunehmendem Ladedruck. Oberhalb eines vorbestimmten Ladedruckes (p_2) findet keine weitere Zunahme der Einspritzmenge statt. a bei Laderbetrieb, b bei Saugbetrieb.

Ladedruckabhängiger Vollastanschlag (LDA)

Aufgabe

Der ladedruckabhängige Vollastanschlag wird bei Lademotoren verwendet. Bei diesen Dieselmotoren ist die Kraftstoffmenge auf die erhöhte Luftfüllung der Motorzylinder (Ladebetrieb) abgestimmt. Läuft der aufgeladene Dieselmotor mit geringerer Luftfüllung der Motorzylinder, so muß die Kraftstoffmenge dieser verringerten Luftmasse angepaßt werden. Diese Aufgabe erfüllt der ladedruckabhängige Vollastanschlag, indem er unterhalb eines bestimmten (wählbaren) Ladedrucks die Vollastmenge verringert.

Aufbau

Der ladedruckabhängige Vollastanschlag ist an der Oberseite der Verteilereinspritzpumpe angebaut. Oben befindet sich der Anschluß für den Ladedruck und die Entlüftungsbohrung. Der Innenraum wird durch eine Membran in zwei voneinander luftdicht getrennte Kammern geteilt. Gegen die Membrane wirkt eine Druckfeder, die auf der Gegenseite von einer Einstellmutter gehalten wird. Mit dieser Einstellmutter kann die Vorspannung der Druckfeder eingestellt werden. Dadurch ist der Einsatzpunkt des la-

dedruckabhängigen Vollastanschlages auf den Ladedruck des Turboladers abgestimmt. Die Membran ist mit dem Verstellbolzen verbunden. Der Verstellbolzen hat einen Steuerkegel, der von einem Stift abgetastet wird. Der Abtaststift überträgt die Verstellbewegung des Verstellbolzens auf den Anschlaghebel, der den Vollastanschlag verändert. Mit dem Einstellbolzen an der Oberseite des LDA ist die Ausgangsstellung von Membrane und Verstellbolzen definiert.

Arbeitsweise

Im unteren Drehzahlbereich reicht der vom Abgas-Turbolader erzeugte Ladedruck nicht aus, um die Federkraft zu überdrücken. Die Membran befindet sich in der Ausgangsstellung. Wird die Membran infolge steigendem Ladedruck beaufschlagt, so bewegt sich die Membran und damit auch der Verstellbolzen mit dem Steuerkegel entgegen der Federkraft der Druckfeder. Bei dieser vertikalen Bewegung des Verstellbolzens ändert der Abtaststift seine Lage, wodurch der Anschlaghebel um seinen Drehpunkt M_1 eine Drehbewegung ausführt. Durch die wirksame Zugkraft der Regelfeder besteht zwischen Spannhebel, Anschlaghebel, Abtaststift und Steuerkegel eine kraftschlüssige Verbindung. Infolgedessen folgt der Spann-

hebel der Drehbewegung des Anschlaghebels, so daß Start- und Spannhebel eine Drehbewegung um ihren gemeinsamen Drehpunkt ausführen und den Regelschieber in Richtung Mehrmenge verschieben. Die Kraftstoffmenge wird somit der erhöhten Luftmasse im Verbrennungsraum des Motors angepaßt. Bei sinkendem Ladedruck drückt die Druckfeder unterhalb der Membran den Verstellbolzen nach oben. Die Verstellbewegung der Reglermechanik erfolgt in entgegengesetzter Richtung und die Kraftstoffmenge wird entsprechend dem sich ändernden Ladedruck reduziert. Bei Ausfall des Laders geht der LDA in seine Ausgangsstellung zurück und begrenzt die Vollastmenge so, daß eine rauchfreie Verbrennung gewährleistet ist. Die Vollastmenge mit Ladedruck wird mit der Vollastanschlagschraube eingestellt, die im Reglerdeckel eingebaut ist.

Lastabhängige Anpassung

Der Förderbeginn muß in Abhängigkeit von der Belastung des Dieselmotors in Richtung „früh“ oder „spät“ verstellt werden.

Lastabhängiger Förderbeginn (LFB)

Aufgabe

Der lastabhängige Förderbeginn ist so ausgelegt, daß bei fallender Last (z. B. von Vollast auf Teillast) bei unveränderter Drehzahl-Verstellhebellage eine Verstellung des Förderbeginns in Richtung „spät“ vorgenommen wird. Bei zunehmender Last erfolgt eine Verstellung des Förderbeginnzeitpunktes bzw. des Einspritzzeitpunktes in Richtung „früh“. Mit dieser Anpassung erzielt man einen weicheeren Motorlauf.

Aufbau

Die Anpassung „Lastabhängiger Förderbeginn“ wird durch Modifikationen an Reglermuffe, Reglerachse und Pumpengehäuse realisiert. Hierbei ist die Reglermuffe mit einer zusätzlichen Querbohrung und die Reglerachse mit einer Längsbohrung sowie mit zwei Querbohrungen versehen. Im Pumpengehäuse ist eine weitere Bohrung vorhanden, so daß durch diese Anordnung eine Verbindung von Pumpeninnenraum zur Saugseite der Flügelzellen-Förderpumpe gegeben ist.

Arbeitsweise

Der Spritzversteller verstellt bei steigender Drehzahl infolge steigenden Förderpumpendruckes den Förder-

beginn in Richtung „früh“. Mit einer durch den LFB verursachten Druckminderung im Pumpeninnenraum läßt sich eine (relative) Verschiebung nach „spät“ erzielen. Die Steuerung erfolgt von den Bohrungen der Reglerachse und der Reglermuffe. Mit dem Drehzahl-Verstellhebel kann eine bestimmte Soll Drehzahl vorgegeben werden. Um diese vorgegebene Soll Drehzahl zu erreichen, ist eine Drehzahlerhöhung erforderlich. Bei steigender Drehzahl bewegen sich die Fliehgewichte nach außen und verschieben die Reglermuffe. Damit wird einmal im Rahmen der normalen Regelfunktion die Fördermenge reduziert, und zum zweiten wird die Bohrung der Reglermuffe von der Steuerkante der Reglerachse aufgesteuert. Ein Teil des Kraftstoffs fließt jetzt über die Längs- und Querbohrungen der Reglerachse zur Saugseite und bewirkt im Pumpeninnenraum eine Druckverringering. Durch diese Druckverringering ergibt sich eine neue Lage des Spritzverstellerkolbens. Aufgrund dessen wird der Rollenring zwangsläufig in Pumpendrehrichtung verdreht, was eine Förderbeginnverstellung in Richtung „spät“ zur Folge hat. Bei Verringerung der Drehzahl (z. B. durch höhere Last) wird die Reglermuffe so verschoben, daß die Bohrungen von Reglermuffe und Reglerachse verschlossen werden. Der Kraftstoff im Pumpeninnenraum kann nicht mehr zur Saugseite fließen und der Innenraumdruck erhöht sich. Der Spritzverstellerkolben führt eine Bewegung entgegen der Spritzverstellerfederkraft aus, der Rollenring wird entgegen der Pumpendrehrichtung verstellt und der Förderbeginn wieder in Richtung „früh“ verlegt.

Atmosphärendruckabhängige Anpassung

In Höhenlagen ist wegen der geringeren Luftdichte die angesaugte Luftmasse kleiner. Die eingespritzte Vollastmenge kann nicht verbrannt werden. Es entsteht Rauchentwicklung, und die Motortemperatur steigt. Um dies zu verhindern, ist ein atmosphärendruckabhängiger Vollastanschlag von Vorteil. Er verändert die Vollastmenge in Abhängigkeit vom Luftdruck.

Atmosphärendruckabhängiger Vollastanschlag (ADA)

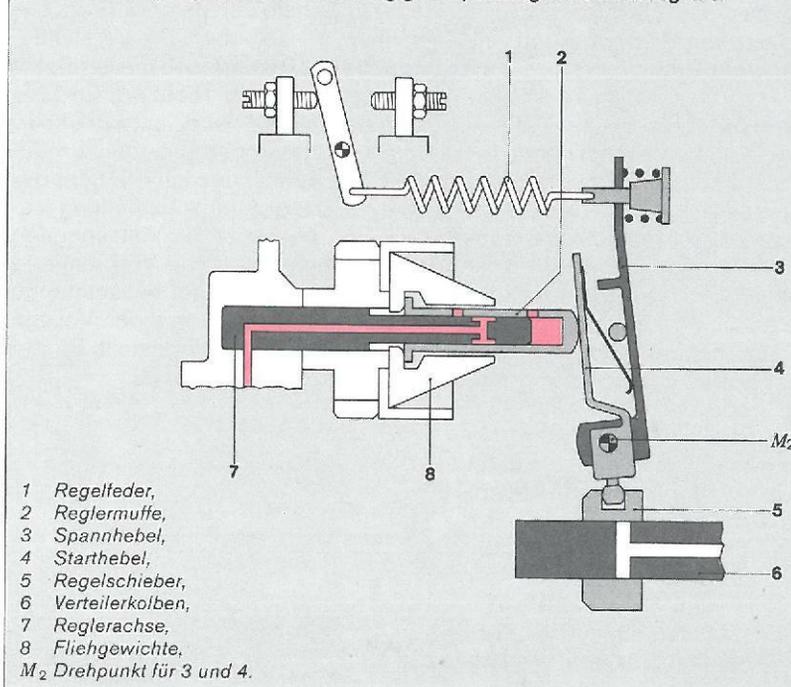
Aufbau

Der atmosphärendruckabhängige Vollastanschlag befindet sich, so wie der ladedruckabhängige Vollastanschlag, auf dem Reglerdeckel. Anstelle der Membran hat er eine Barometerdose. Zwischen dem Gehäuse des Reglerdeckels und dem Federteller ist die Druckfeder angeordnet. Mit ihr kann der Einsatzpunkt der Barometerdose bestimmt werden. Durch die Entlüftungsbohrung steht die Barometerdose mit der Atmosphäre in Verbindung.

Arbeitsweise

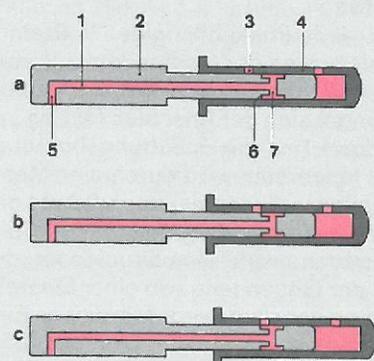
Im Wirkungsbereich der Barometerdose findet eine Vergrößerung der Dosenhöhe bei abnehmendem Luftdruck statt. Der federbelastete Verstellbolzen bewegt sich entgegen der Federkraft, und der Abtaststift führt infolge des Steuerkegels eine horizontale Bewegung aus. Der weitere Steuerungsvorgang ist bereits beim ladedruckabhängigen Vollastanschlag auf Seite 23 beschrieben.

43 Aufbau der Reglergruppe bei lastabhängiger Anpassung des Förderbeginns.



44 Stellungen der Reglermuffe beim LFB.

- | | |
|--|--------------------------------|
| a Startstellung (Ausgangsstellung). | 2 Reglerachse, |
| b Kurz vor der Aufsteuerung. | 3 Querbohrung der Reglermuffe, |
| c Aufsteuerung, Drucksenkung im Innenraum. | 4 Reglermuffe, |
| 1 Längsbohrung der Reglerachse, | 5 Querbohrung der Reglerachse, |
| | 6 Steuerkante der Reglerachse, |
| | 7 Querbohrung der Reglerachse. |



Kaltstartanpassung

Bei der Kaltstartanpassung werden die Kaltstarteigenschaften des Dieselmotors durch Verstellen des Förderbeginns in Richtung „früh“ verbessert. Die Verstellung erfolgt entweder durch den Fahrer vom Fahrzeuginnenraum über einen Seilzug oder automatisch durch eine temperaturabhängige Verstellvorrichtung.

Mechanischer Kaltstartbeschleuniger (KSB)

Aufbau

Der KSB ist am Pumpengehäuse angebracht. Hierbei ist der Anschlaghebel über eine Welle mit dem inneren Hebel verbunden, an dem ein Kugelkopf exzentrisch angeordnet ist und in den Rollenring eingreift. (Es gibt auch eine Ausführung, bei der die Stelleinrichtung am Spritzverstellerkolben eingreift.) Die Ausgangsposition des Anschlaghebels ist durch den An-

schlag und die Schenkelfeder vorgegeben. An der Oberseite des Anschlaghebels ist der Seilzug befestigt, der eine Verbindung zur manuellen bzw. zur automatischen Verstellvorrichtung herstellt. Die automatische Verstellvorrichtung ist mit einem Halter an der Verteilereinspritzpumpe befestigt, während sich die manuelle Betätigungseinrichtung im Fahrzeuginnenraum befindet.

Arbeitsweise

Automatischer und manuell betätigter Kaltstartbeschleuniger unterscheiden sich nur durch die äußere Verstellvorrichtung. Die Arbeitsweise ist gleich. Bei nicht betätigtem Seilzug drückt die Schenkelfeder den Anschlaghebel gegen den Anschlag. Kugelbolzen und Rollenring befinden sich in der Ausgangsstellung. Betätigt der Fahrer den Seilzug, so wird der Anschlaghebel und die Welle sowie der innere Hebel mit dem Kugelbolzen verdreht. Durch diese Drehbewegung verändert der

Rollenring seine Lage, und der Förderbeginn erfolgt zu einem früheren Zeitpunkt. Der Kugelbolzen greift am Rollenring in eine Längsnut ein. Damit kann der Spritzverstellerkolben den Rollenring ab einer bestimmten Drehzahl noch weiter in Richtung „früh“ verstellen.

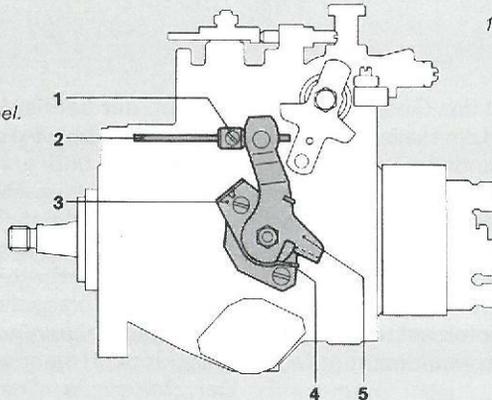
Die automatische Verstellung erfolgt mit Hilfe einer Steuervorrichtung, bei der ein temperaturabhängiges Dehnstoffelement die Unterschiede der Kühlwassertemperatur in eine Hubbewegung umsetzt. Der Vorteil dabei ist, daß je nach Temperatur des Kühlwassers (Kaltstart, Warmlaufphase oder Start bei warmem Motor) immer der optimale Förderbeginn bzw. Einspritzzeitpunkt eingestellt wird.

Je nach Drehrichtung und Anbauseite gibt es verschiedene Hebelanordnungen und Betätigungseinrichtungen.

45

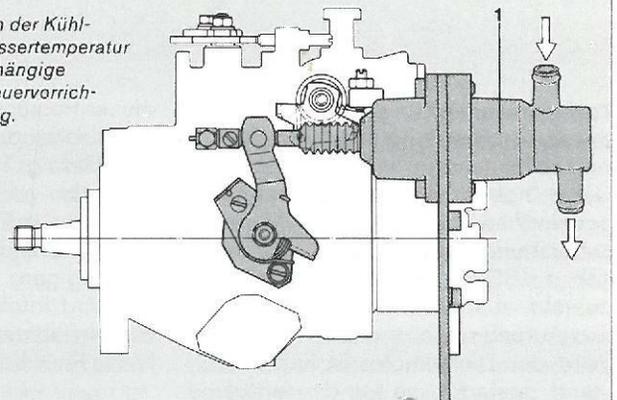
Mechanischer Kaltstartbeschleuniger, manuell zu betätigen.

- 1 Klemmstück,
- 2 Seilzug,
- 3 Anschlag,
- 4 Schenkelfeder,
- 5 KSB-Verstellhebel.



Mechanischer Kaltstartbeschleuniger, automatisch betätigt.

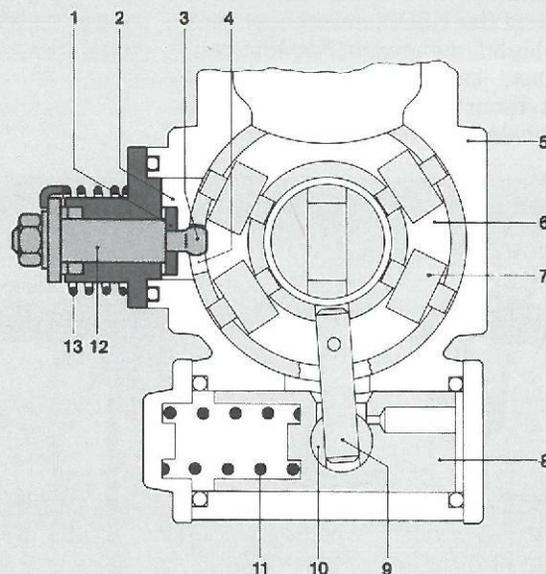
- 1 Von der Kühlwassertemperatur abhängige Steuervorrichtung.



46

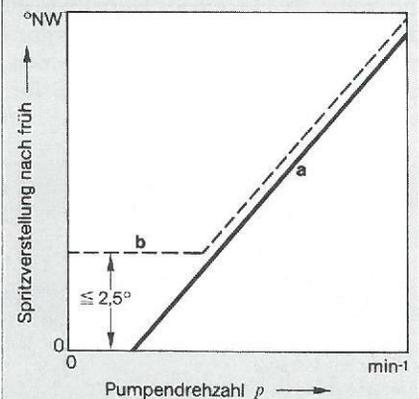
Mechanischer Kaltstartbeschleuniger am Rollenring.

- 1 Hebel,
- 2 Einstellfenster,
- 3 Kugelbolzen,
- 4 Längsnut,
- 5 Pumpengehäuse,
- 6 Rollenring,
- 7 Rollen des Rollenrings,
- 8 Spritzverstellerkolben,
- 9 Bolzen,
- 10 Gleitstein,
- 11 Spritzverstellerfeder,
- 12 Welle,
- 13 Schenkelfeder.



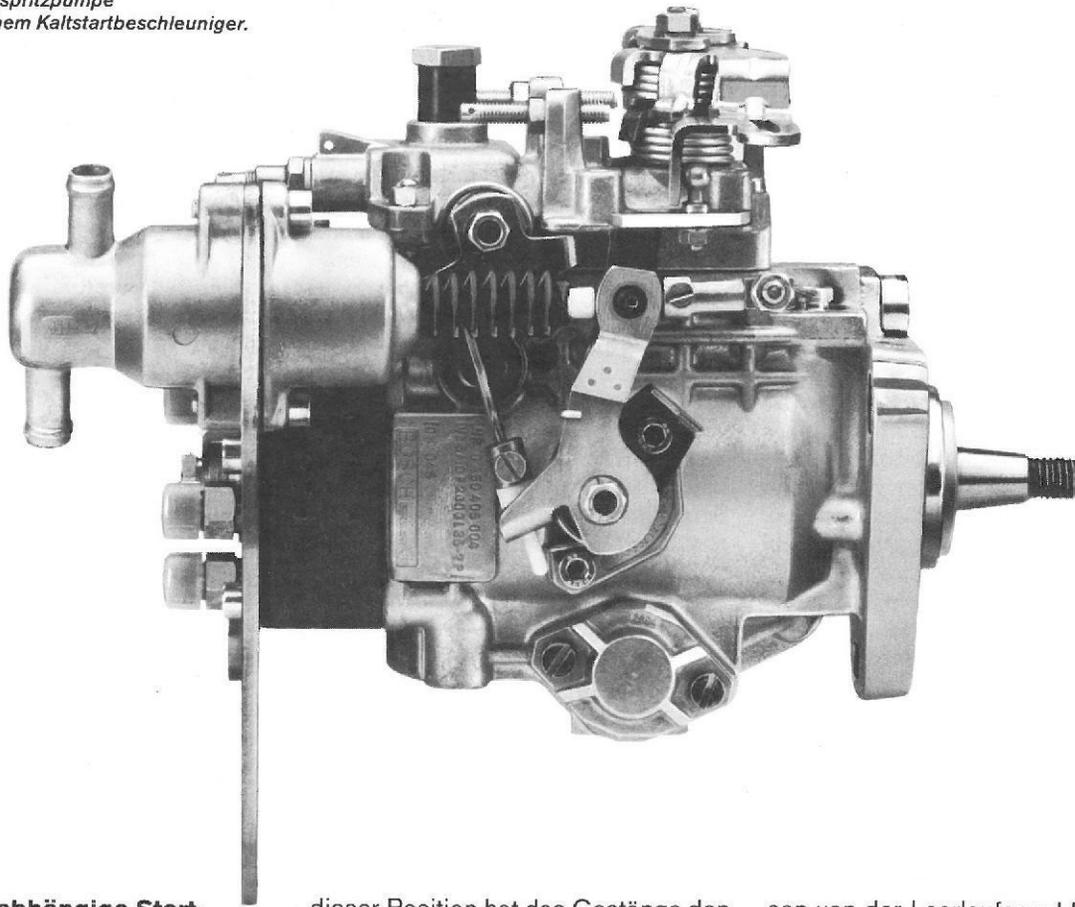
47

Wirkung des mechanischen Kaltstartbeschleunigers.



Wird vom Fahrer der Kaltstartbeschleuniger betätigt, so bleibt unabhängig von der vom Spritzversteller gesteuerten Verstellung (a) eine Mindestverstellung von etwa 2,5° NW bestehen (b). Beim automatischen KSB hängt dieser Betrag von der Motortemperatur ab.

48) Verteilereinspritzpumpe
mit mechanischem Kaltstartbeschleuniger.



Temperaturabhängige Startmengensteuerung (TAS)

Die temperaturabhängige Startmengeneinrichtung (TAS) ist eine Zusatzausstattung, die mit dem automatischen KSB kombiniert sein kann. Sie besteht aus Gestänge, Haltebolzen und Aufnahmebolzen.

Wird der Dieselmotor in kaltem Zustand gestartet, so ist die temperaturabhängige Startmengeneinrichtung nicht wirksam, da sich der KSB-Verstellhebel in seiner Ausgangsposition befindet. Der äußere Stophebel ist in seiner Ruhelage, denn er liegt am Reglerdeckel an. Bei dieser Hebellage ist beim Startvorgang die maximale Startmengenförderung möglich. Bei warmem Motorzustand liegt der KSB-Verstellhebel an seinem Anschlag. In

dieser Position hat das Gestänge den äußeren Stophebel um einen bestimmten Betrag in Richtung Anschlagsschraube gedreht. Dadurch wird im Inneren der Pumpe durch den Stophebel verhindert, daß der Startmengenweg ganz oder teilweise freigegeben wird. Infolgedessen wird der beim Starten (warmer Motorzustand) auftretende Rauchstoß vermieden.

Temperaturabhängige Leerlaufanhebung (TLA)

Die TLA wird ebenfalls durch die Steuervorrichtung betätigt und ist mit dem automatischen KSB kombiniert. Hierzu ist der KSB-Verstellhebel verlängert und mit einem Kugelbolzen versehen. Im kalten Motorzustand drückt dieser Kugelbolzen gegen den Drehzahl-Verstellhebel und hebt die

sen von der Leerlaufanschlagschraube ab. Dadurch wird die Leerlaufdrehzahl erhöht und unrunder Lauf des Motors vermieden. Bei warmem Motor liegt der KSB-Verstellhebel an seinem Anschlag. Infolgedessen liegt auch der Drehzahl-Verstellhebel an der Leerlaufanschlagschraube, und die temperaturabhängige Leerlaufanhebung ist nicht mehr wirksam.

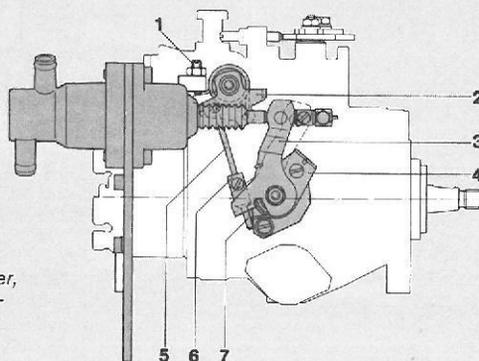
Der Betrag der Drehzahlverstellung ist abhängig vom Motor und ist individuell ausgelegt. Es ist hierbei eine maximale Verstellung des Drehzahl-Verstellhebels von 15°NW möglich.

49

Startmengensteuerung (links).

Mechanischer Kaltstartbeschleuniger, automatisch betätigt, für temperaturabhängige Startmenge.

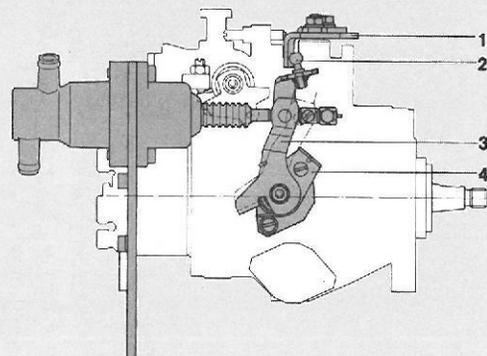
- 1 Anschlagsschraube,
- 2 äußerer Stophebel,
- 3 KSB-Verstellhebel,
- 4 Anschlag,
- 5 Reduzierhebel,
- 6 Haltebolzen,
- 7 Aufnahmebolzen.

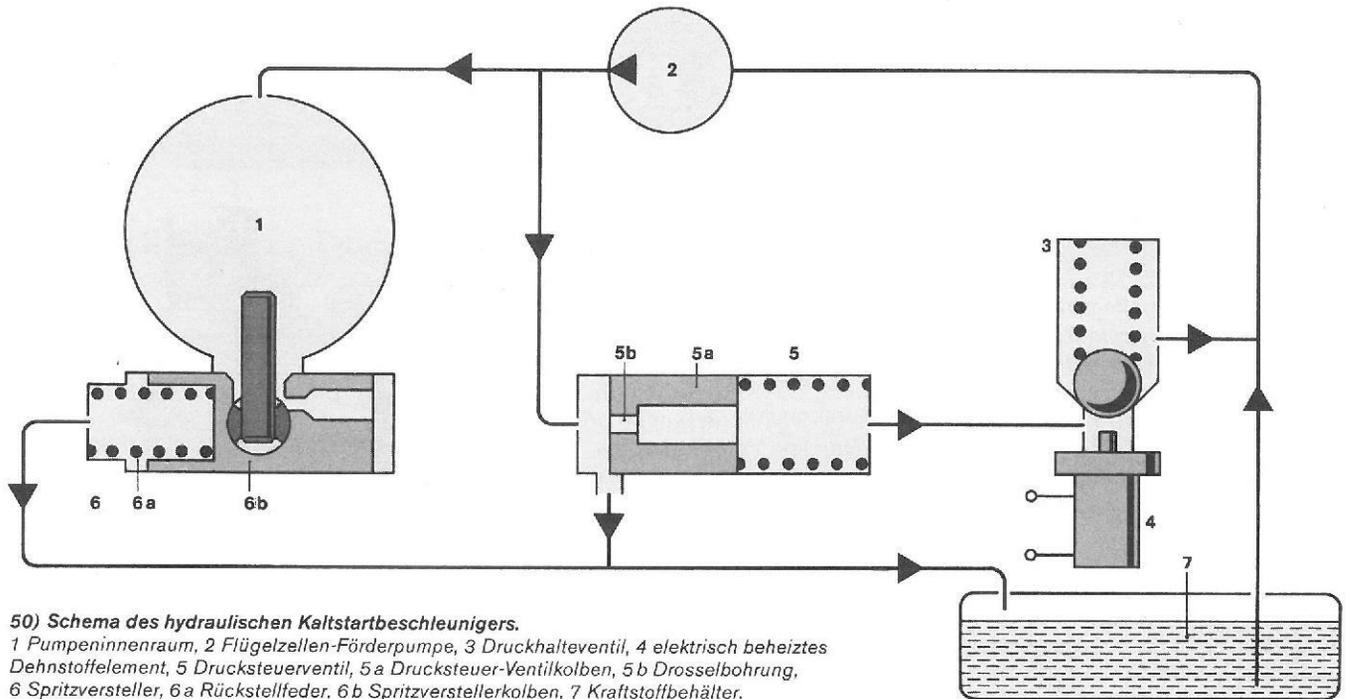


Leerlaufanhebung (rechts).

Mechanischer Kaltstartbeschleuniger, automatisch betätigt, für temperaturabhängige Leerlaufanhebung.

- 1 Drehzahl-Verstellhebel,
- 2 Kugelbolzen,
- 3 KSB-Verstellhebel,
- 4 Anschlag.





50) Schema des hydraulischen Kaltstartbeschleunigers.

1 Pumpinnenraum, 2 Flügelzellen-Förderpumpe, 3 Druckhalteventil, 4 elektrisch beheiztes Dehnstoffelement, 5 Drucksteuerventil, 5a Drucksteuer-Ventilkolben, 5b Drosselbohrung, 6 Spritzversteller, 6a Rückstellfeder, 6b Spritzverstellerkolben, 7 Kraftstoffbehälter.

Hydraulischer Kaltstartbeschleuniger

Die Frühverstellung des Spritzbeginns durch mechanisches Verschieben des Spritzverstellerkolbens ist nur in geringen Grenzen möglich und nicht bei allen Motoren anwendbar. Bei der hydraulischen Frühverstellung des Spritzbeginns beaufschlagt der drehzahlabhängige Innenraumdruck den Spritzverstellerkolben. Um auch bei geringen Drehzahlen schon bei Kaltstart eine Frühverstellung zu erzielen, wird der Innenraumdruck automatisch angehoben. Hierzu wird über einen Bypass mit Druckhalteventil in die automatische Drucksteuerung des Innenraums eingegriffen.

Aufbau

Der hydraulische Kaltstartbeschleuniger besteht aus einem Drucksteuerventil, einem Druckhalteventil und einem elektrisch beheizten Dehnstoffelement.

Arbeitsweise

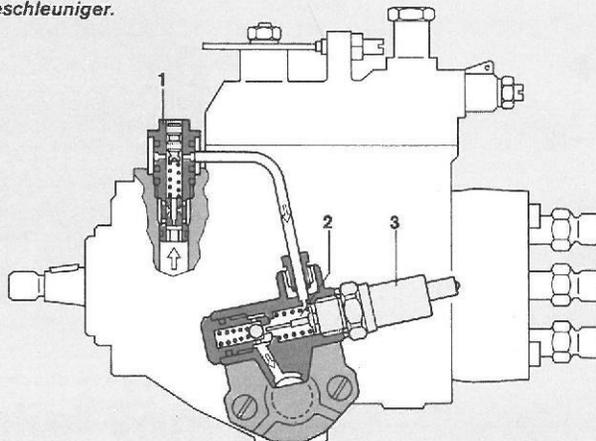
Die Förderpumpe fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter in den Innenraum der Verteilereinspritzpumpe. Von hier aus gelangt der Kraftstoff unter Innenraumdruck zur einen Stirnseite des Spritzverstellerkolbens. Er wird zur Spritzbeginnverstellung entsprechend dem Innenraumdruck entgegen der Kraft der Rückstellfeder verschoben. Der Innenraumdruck wird über ein Drucksteuerventil bestimmt, welches einen mit zunehmender Drehzahl und damit zunehmender Förder-

menge steigenden Druck einstellt. Zur Erzielung des gestrichelt dargestellten Druckverlaufs (Bild 52) für kalten Motor ist im Ventilkolben (Bild 50, Pos. 5a) des Drucksteuerventils eine Drosselbohrung (Pos. 5b) angeordnet, über die, solange ein nachgeschaltetes Druckhalteventil (Pos. 3) geschlossen ist, im Innenraum ein höherer Druck erzielt wird.

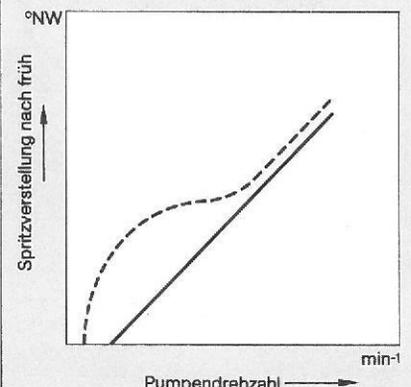
Nach dem Starten des Motors wird das Druckhalteventil durch das elektrisch beheizte Dehnstoffelement (Pos. 4) geöffnet, so daß der Kraftstoff drucklos durchströmen kann. Danach erfolgt die Drucksteuerung im Innenraum allein über das Drucksteuerventil auf niedrigerem Druckniveau.

51 Hydraulischer Kaltstartbeschleuniger.

- 1 Drucksteuerventil,
- 2 Druckhalteventil,
- 3 elektrisch beheiztes Dehnstoffelement.



52 Wirkung des hydraulischen Kaltstartbeschleunigers.



Abstellen

Das Abstellen des Dieselmotors erfolgt durch Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr.

Aufgabe

Aufgrund des Arbeitsprinzips (Selbstzündung) des Dieselmotors kann dieser nur durch Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr abgestellt werden. Die Verteilereinspritzpumpe kann wahlweise mit einer mechanischen Abstellvorrichtung oder einer elektrischen Abstellvorrichtung ausgerüstet werden.

Mechanische Abstellvorrichtung

Die mechanische Abstellvorrichtung der Verteilereinspritzpumpe ist durch einen Hebelverband realisiert. Er ist in dem Reglerdeckel angeordnet und setzt sich aus äußerem und innerem Stop-Hebel zusammen. Der äußere Stop-Hebel wird von dem Fahrer, z. B. über Seilzug, aus dem Fahrzeuginnenraum bedient. Beim Betätigen des Seilzugs schwenken beide Stop-Hebel um ihren Drehpunkt, wobei der innere Stop-Hebel gegen den Starthebel der Reglermechanik drückt. Der Starthebel dreht um seinen Drehpunkt M2 und schiebt den Regelschieber in die Stopstellung. Die Steuerbohrung des Verteilerkolbens ist immer aufgesteuert und der Verteilerkolben kann keinen Kraftstoff fördern.

Elektrische Abstellvorrichtung (ELAB)

Die elektrische Abstellvorrichtung mittels Schüsselschalter kommt bevorzugt zur Anwendung, da sie einen höheren Bedienungskomfort für den Fahrer bietet.

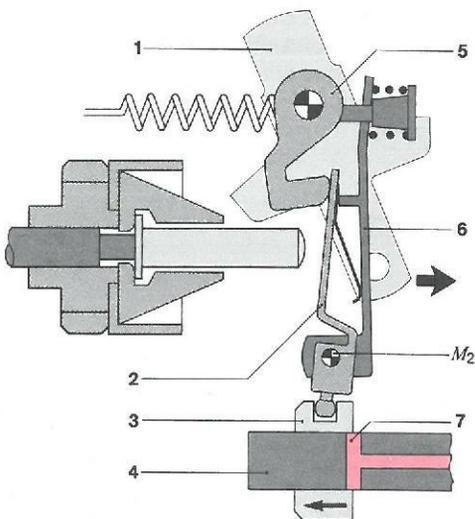
Das Magnetventil für die Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr ist bei der Verteilereinspritzpumpe an der Oberseite des Verteilerkopfes eingebaut. In eingeschaltetem Zustand, das heißt bei laufendem Dieselmotor, hält der Magnet die Zulaufbohrung zum Hochdruckraum geöffnet (Anker mit Ventil ist angezogen). Beim Abschalten mit dem Fahrtschalter wird die Magnetspule stromlos. Das Magnetfeld bricht zusammen und die Feder drückt den Anker mit dem Ventil auf den Ventilsitz zurück. Infolgedessen ist die Zulaufbohrung zum Hochdruckraum unterbrochen, so daß der Verteilerkolben keinen Kraftstoff mehr fördern kann. Schaltungstechnisch gibt es verschiedene Möglichkeiten, die elektrische Abstellung zu realisieren (Zug- oder Druckmagnet).

54) Elektrische Abstellung.



53

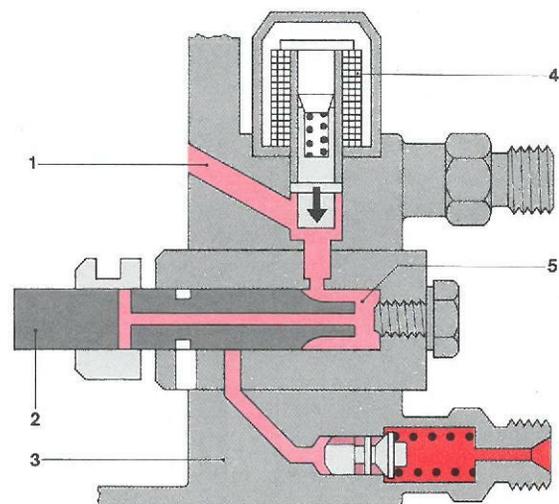
Mechanische Abstellvorrichtung.



- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1 Äußerer Stop-Hebel, | 6 Spannhebel, |
| 2 Starthebel, | 7 Steuerbohrung, |
| 3 Regelschieber, | M2 Drehpunkt |
| 4 Verteilerkolben, | für 2 und 6. |
| 5 Innerer Stop-Hebel, | |

55

Elektrische Abstellvorrichtung (Zugmagnet).



- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 Zulaufbohrung, | 4 Zug- bzw. Druck- |
| 2 Verteilerkolben, | magnet, |
| 3 Verteilerkopf, | 5 Hochdruckraum. |

Alles für Ihr Auto. Alles für Ihre Sicherheit. Alles von Ihrem Bosch-Dienst.

Die Qualität der Bosch Produkte über lange Zeit zu erhalten oder wieder herzustellen, ist Aufgabe des Kundendienstes. Er ist Ihr zuverlässiger Partner, für die gesamte Kraftfahrzeug-Elektrik/-Elektronik und Gemischaufbereitung.

Zündanlage

Oft liegt es an der Zündung, wenn die Leistung sinkt und der Kraftstoffverbrauch steigt. Bosch-Dienste prüfen mit modernsten elektronischen Geräten, stellen die Zündung optimal ein oder rüsten auf moderne, kontaktlose Zündanlagen um.

Vergaseranlage

50% aller Kraftfahrzeuge verbrauchen zuviel Benzin. Mit Hilfe modernster Prüf- und Meßmethoden finden die Bosch-Dienste den Fehler schnell, ohne lange zu suchen oder zu probieren und stellen gründlich ein, setzen instand oder tauschen aus.

Benzin-Einspritzanlage

Benzin-Einspritzanlagen sparen trotz höherer Motorleistung Kraftstoff.

Eine Benzin-Einspritzanlage kann auf Dauer nur dann präzise die Kraftstoffmenge berechnen, steuern und einspritzen, wenn sie genau justiert und auf den Motor abgestimmt ist. Dieses Abstimmen erfordert ein hohes Maß an Wissen und Können, Feingefühl und spezielle Meß- und Prüfgeräte.

Wer könnte Einspritzsysteme von Bosch also besser betreuen als die Spezialisten der Bosch-Dienste?

Diesel-Einspritzanlage

Bosch baut seit mehr als 50 Jahren Diesel-Einspritzanlagen. Wer könnte sie besser warten als die Spezialisten der Bosch-Dienste?

Durch präzise Einstellung und sorgfältige Wartung sorgen sie für volle Motorleistung und sparsamen Verbrauch.

Stromversorgungsanlage

Ohne Strom geht nichts, ob Generator oder Batterie, Scheinwerfer oder Scheibenwischer, Blink- oder Bremslichtanlage, Warn- oder Informationssystem. Oft sind es nur kleine Defekte in der Stromversorgung, die zu einer Panne führen. Wer da eine mögliche Fehlerquelle suchen muß – muß oft lange suchen. Es sei denn, er ist Spezialist. Die Bosch-Dienste haben Spezialisten. Sie wissen, wie die Fehler schnell aufzuspüren und ebenso schnell zu beheben sind.

Startsystem

Problemloses Starten auch im strengsten Winter – eine Selbstverständlichkeit, wenn das gesamte Startsystem, also Batterie, Starter, Zündschloß, Starterkabel und Kabelanschlüsse, in gutem Zustand ist.

Im Laufe der Betriebszeit können am Startsystem Abnutzungserscheinungen auftreten, die das Starten erheblich beeinträchtigen. Die Bosch-Dienste kennen diese Probleme nicht nur – sie wissen auch, wie sie zu lösen sind.

Mit speziellen Prüf- und Meßgeräten testen sie das gesamte Startsystem.

Motor- und Abgastest

Bosch-Dienste prüfen alle für einen optimalen Motorlauf wichtigen Funktionen und stellen die vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte sicher.

Autoradio

Die Autoradio-Spezialisten vom Bosch-Dienst bauen nicht nur modernste Radioanlagen von Blaupunkt ein, sondern sie sorgen auch für einwandfreie Entstörung.

Sicherheitsausrüstung

Die Bosch-Dienste bieten Vorführung, Beratung, Verkauf und Einbau von Nebel- und Fernscheinwerfern, H4-Umrüst-sätzen, Nebelschlußleuchten, Auffahwarnern, Wischblättern, Fanfaren, Autoalarmanlagen.

Der Spezialist vom Bosch-Dienst hilft.



Technische Unterrichtung

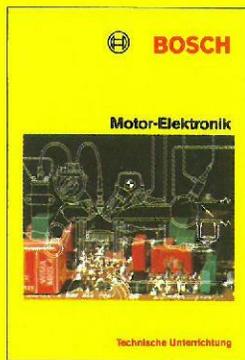
In der Reihe Bosch Technische Unterrichtung sind bisher folgende untenstehend abgebildete Titel erschienen.

Diese Druckschriften können Sie über unsere für Sie zuständige Vertretung beziehen; falls nicht bekannt, bitte Verzeichnis anfordern.

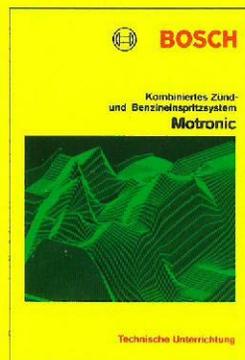
Wenn Sie an weiteren Lehrmitteln wie Lehrtafeln, Microvisionen und Tonbildschauen interessiert sind, verlangen Sie unsere speziellen Angebote.



VDT-U 1/7 De



VDT-U 1/1 De



VDT-U 3/6 De



VDT-UBE 001/10 De



VDT-UBE 120/3 De



VDT-U 1/10 De



VDT-U 1/8 De



VDT-UBE 501/1 De



VDT-U 1/2 De



VDT-U 3/1 De



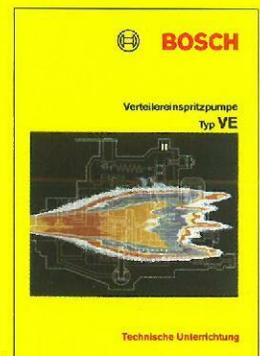
VDT-U 3/3 De



VDT-U 2/1 De



VDT-UBP 210/1 De

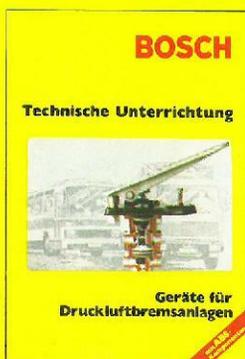


VDT-U 2/2 De

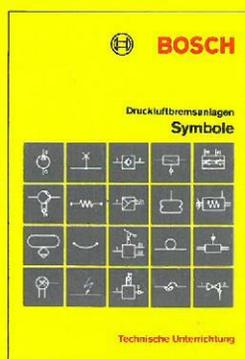


VDT-U 4/1 De

VDT-U 2/2 De (7.83)



VDT-U 4/2 De



VDT-U 4/3 De

Weitere Titel in Vorbereitung