JUNKERS-EINSPRITZANLAGE

FÜR

FLUG-MOTOR JUMO 211 B/D u. G/H

OKTOBER 1941

JUNKERS EINSPRITZANLAGE

FÜR

FLUG-MOTOR JUMO 211 B/D u. G/H

OKTOBER 1941

JUNKERS FLUGZEUG- UND -MOTORENWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
MOTORENBAU STAMMWERK DESSAU

4110 129 D — C 2784

621.43.033/.035 : 629.135

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach

117162

~~13049~~

Urheberrecht an sämtlichen Mitteilungen, Informationen, Skizzen usw. verbleibt uns.

Ohne unsere Genehmigung dürfen sie gewerblich nicht benutzt oder dritten Personen zugänglich gemacht werden.

Widerrechtliche Benutzung durch Empfänger oder Dritte wird zivil- und strafrechtlich verfolgt.

Copyright 1941 by

JUNKERS FLUGZEUG- UND -MOTORENWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
MOTORENBAU STAMMWERK DESSAU

Drahtwort: JUMO Dessau - Fernruf: Sammel-Nr. 4001

Y 1483/06

INHALT

Seite

I. Einspritzpumpe 4

A. Aufbau und Arbeitsweise 5

1. Aufbau eines Pumpenelementes 5
2. Wirkungsweise eines Pumpenelementes ... 7
3. Veränderung der Einspritzmenge 8

B. Der Kraftstoffweg 9

C. Schmierstoffversorgung 11

II. Einspritzpumpenregler 11

1. Der Geber 11
2. Der Verstärker 13
3. Wirkungsweise 13
4. Ein Beispiel 14
5. Die elektro-magnetische Anreicherungs-Einrichtung 16
6. Die Stop-Einrichtung 17

III. Das Regelgetriebe 18

IV. Der Kraftstoff-Entlüfter 18

V. Die Einspritzdüse 19

VI. Elektrische Kraftstoff-Verbrauchsmessung 19

VII. Einregulierung der Einspritzpumpe 19

ABBILDUNGEN UND DURCHSICHTSBILD-DARSTELLUNGEN

Seite

Abb. 1 Außen-Schrägansicht der Einspritzpumpe — Entlüfterseite 4
Abb. 2 Außen-Schrägansicht der Einspritzpumpe — Antriebsseite 4
Abb. 3 Lage der 12 Einzel-Einspritzpumpen und Motorzylinder 5
Abb. 4 Schnitt durch ein Pumpenelement 6
Abb. 5 Erklärung des Pumpenstempel-Steuerkopfes 6
Abb. 6 Der Förderhub 7
Abb. 7 Veränderung der Einspritzmenge 8
Abb. 8 Regulierstange mit Einzel-Einstellung 8
Abb. 9 Kraftstoffweg 9
Abb. 10 Druckölpumpe in der Einspritzpumpe 9
Abb. 11 Schmierstoff-Umlauf 10
Abb. 12 Einspritzpumpenregler 11
Abb. 13 Geber und Verstärker 12
Abb. 14 Schnitt durch den Verstärker 13
Abb. 15 Wirkungsweise des Verstärkers — Automatische Verstellung auf größere Einspritzmenge 14
Abb. 16 Wirkungsweise des Verstärkers — Automatische Verstellung auf kleinere Einspritzmenge 15
Abb. 17 Anreicherungs-Einrichtung 16
Abb. 18 Wirkungsweise des Verstärkers bei elektro-magnetischer Verstellung auf „Reich" .. 16
Abb. 19 Stop-Einrichtung 17
Abb. 20 Wirkungsweise des Verstärkers bei Stopstellung 17
Abb. 21 Regelgetriebe — Stellung bei größter Einspritzmenge 18
Abb. 22 Kraftstoff-Entlüfter 18
Abb. 23 Einspritzdüse 19
Abb. 24 Einspritz-Diagramm 20
Abb. 25 Schematische Darstellung der Gemischregelung 20

Durchsichtsbild-Darstellung — I. Einspritzpumpe
Durchsichtsbild-Darstellung — II. Einspritzpumpenregler

Die im Text eingeklammerten [ ] Zahlen beziehen sich auf die Durchsichtsbild-Darstellung

I. Einspritzpumpe

Neben dem bekannten Vergasermotor findet neuerdings in der deutschen Luftfahrt eine neue Bauart des Otto-Motors Verwendung, der Einspritzmotor. Bei diesem Motor wird das Kraftstoff-Luftgemisch nicht im Vergaser, sondern unmittelbar im Zylinder gebildet. Der Kraftstoff wird zu diesem Zweck in genau abgemessener Menge mit Hilfe einer besonderen Pumpe durch Zerstäuberdüsen in den Zylinder eingespritzt, ähnlich wie beim Dieselmotor. Während aber beim Dieselmotor der Kraftstoff im Augenblick der höchsten Verdichtung, also am Ende des Verdichtungshubes in den Zylinder gepreßt wird, und durch den hohen Verdichtungsenddruck zur Selbstentzündung kommt, wird der Kraftstoff beim Einspritz-Otto-Motor bereits während des Ansaugtaktes in den Verbrennungsraum eingespritzt und die Verbrennung durch Fremdzündung (Zündkerze) hervorgerufen. Während des Verdichtungshubes mischt sich der fein zerstäubte Kraftstoff mit der Ladeluft zu einem leicht entzündbaren Gemisch.

Der Einspritzmotor weist dem Vergasermotor gegenüber eine Reihe von Vorteilen auf:

Die Gefahr des Vergaserbrandes und die Vereisungsgefahr fallen weg.

Durch entsprechende Einstellung der jedem Zylinder zugeordneten Pumpe ist es möglich, die Kraftstoffmenge der jeweiligen Luftfüllung der Zylinder anzupassen. Dadurch kann ein in allen Zylindern gleiches Mischungsverhältnis erreicht werden. Es ist jedoch auch möglich, für einen bestimmten Zylinder ein reicheres Gemisch einzustellen, z. B. am Sternmotor für den Zylinder mit dem Hauptpleuel wegen der stärkeren Erwärmung.

Die zu fördernde Kraftstoffmenge kann während des Betriebes in weiteren Grenzen als bei dem Vergasermotor verändert werden.

Auch bei den mit der Höhe veränderlichen Betriebsbedingungen ist eine gleichmäßige Gemischbildung zu erreichen.

In die Baumuster JUMO 211 B/D und G/H ist die Einspritzanlage JUMO 2009 D-1 eingebaut. Der Einspritzbeginn liegt bei 60° nach Ansaugtotpunkt, das Einspritzende ist je nach der eingespritzten Kraftstoffmenge verschieden. Die Anlage JUMO 2009 D-1 besteht aus:

Einspritzpumpe
Einspritzpumpenregler
Regelgetriebe
Kraftstoff-Entlüfter
Stop-Einrichtung
elektro-magnetischer Anreicherungs-Einrichtung
Induktivgeber für Verbrauchsmeßgerät sowie
Düsenleitungen und Einspritzdüsen

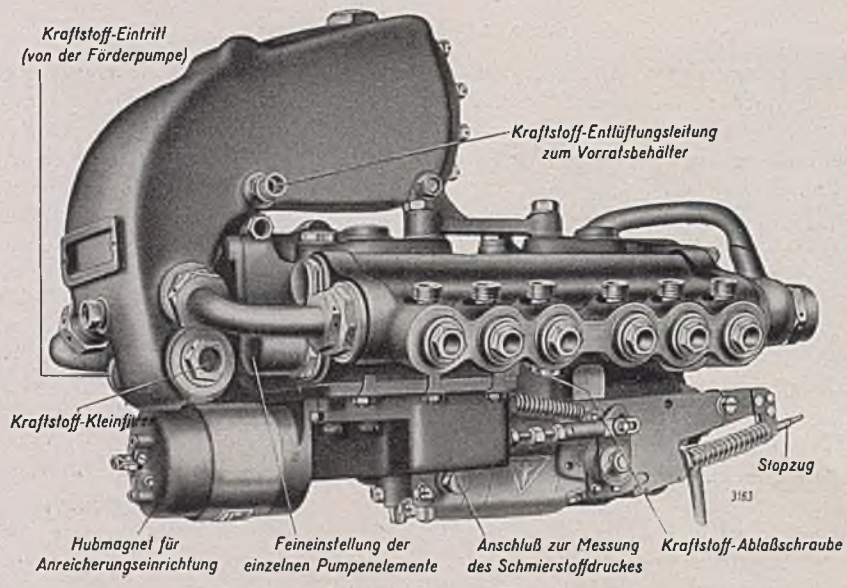


Abb. 1 Außenansicht der Einspritzpumpe

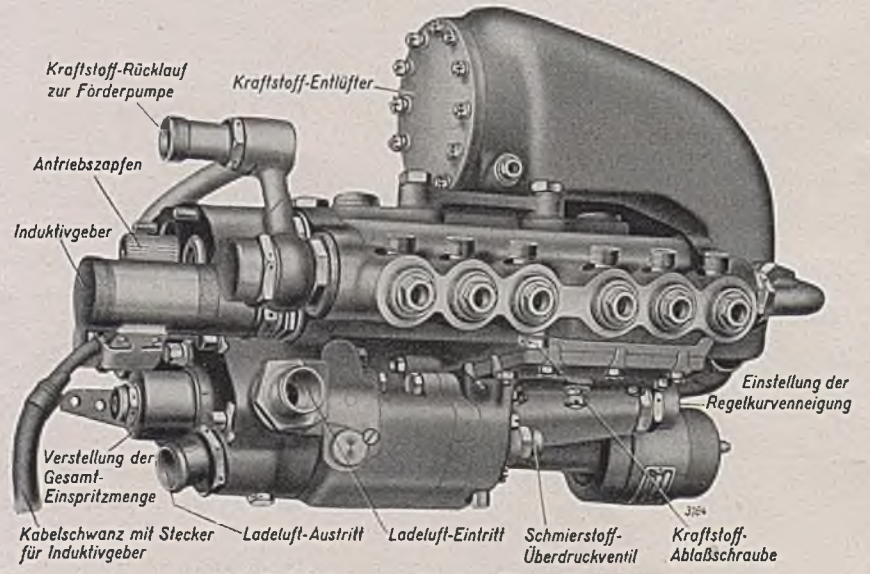


Abb. 2 Außenansicht der Einspritzpumpe

A. Aufbau und Arbeitsweise

Die Einspritzpumpe wird als 12-Zylinder-Doppelreihen-Blockpumpe mit hängenden Zylindern gebaut (Abb. 1 u. 2). In zwei gegenüberliegenden Reihen sind je sechs Pumpenelemente angebaut, zwischen denen eine Nockenwelle gelagert ist. Der Antrieb der Einspritzpumpe erfolgt durch eine Antriebswelle mit Kupplungsstück vom Apparateteil des Motors auf den mit Kerbverzahnung versehenen Antriebszapfen der Nockenwelle. Diese für beide Zylinderblöcke gemeinsame Nockenwelle betätigt die einzelnen Pumpenstempel, von denen jeweils die beiden gegenüberliegenden von einem Nocken gesteuert werden. Die Reihenfolge der zwölf Einzelpumpen richtet sich nach der Anordnung der Arbeitszylinder des Motors. Pumpe 1 beliefert Motorzylinder 1 usw. (Abb. 3).

Da jeder Motorzylinder von einem besonderen Pumpenelement versorgt wird, dessen genaue Fördermenge abgestimmt werden kann, ist die Gewähr gegeben, daß der Motor in sämtlichen Zylindern immer eine gleichmäßige Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches aufweist. Das bedeutet, daß der Motor in allen Fluglagen mit dem geringsten Aufwand an Kraftstoff die jeweils höchste Leistung erzielt.

Die Pumpenstempel der Einspritzpumpe drücken die von dem Einspritzpumpenregler bestimmte Kraftstoffmenge durch Doppel-Rückschlagventil, Düsenleitung und Düse in den Arbeitszylinder des Motors. Die Pumpenstempel haben immer den gleichen, unveränderlichen Hub, der durch die Höhe des Nockens gegeben ist. Der Wechsel in der Einspritzmenge wird nur durch Verdrehen der Pumpenstempel erzielt, die dabei ähnlich wie Steuerschieber wirken. Die Verdrehung der Pumpenstempel besorgt der Regler mit Hilfe des Regelgetriebes.

1. Aufbau eines Pumpenelementes

Jedes einzelne Pumpenelement (Abb. 4) besteht aus einer Laufbüchse [12]* und dem mit Feinstpassung darin gleitenden Pumpenstempel [21]. Ein im Pumpengehäuse gleitender Schieber [16] mit der Nockenrolle [20] überträgt den Nockenhub auf den Pumpenstempel.

In den Schieber ragt der als Federteller ausgebildete Pumpenstempelfuß hinein, der von einer Schraubenfeder nach Beendigung des Förderhubes wieder in seine innere Totpunktlage gedrückt wird. Da die Schraubenfeder der Verdrehung des Pumpenstempels einen gewissen Widerstand entgegensetzt, ist an der Gehäuseauflage der Feder ein Kugeldrucklager und im Zwischenboden des Schiebers ein balliges Druckstück (Punktauflage) angeordnet.

Die Verstellhülse mit Mitnehmer-Zahnrad und Mitnehmer [13] ist auf dem Laufbüchsen-Unterteil gelagert. Die Verdrehung des Pumpenstempels erfolgt von der Regulierstange über Mitnehmer-Zahnrad und Mitnehmer, der in einer Nut im Pumpenstempelfuß gleiten kann.

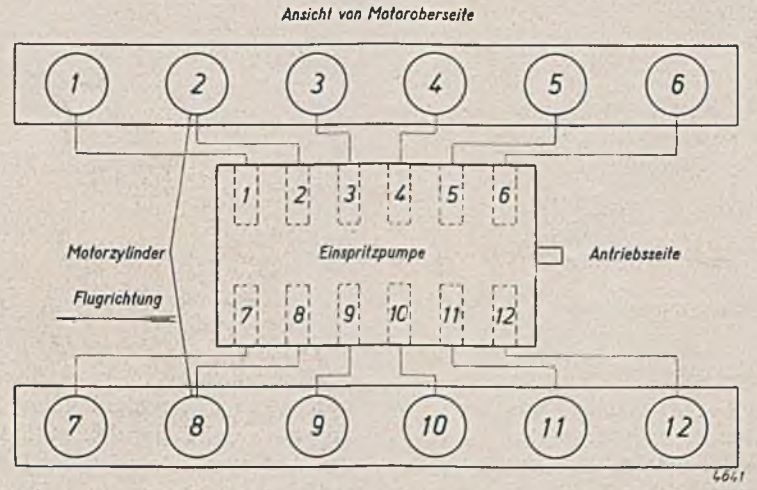


Abb. 3 Lage der 12 Einzel-Einspritzpumpen und Motorzylinder

* Die Nummern in [ ] Klammern beziehen sich auf die Durchsichtsbild-Darstellung

Die Laufbüchse ist von einem Doppel-Rückschlagventil [18] — zwei Pilzventile, die in einem Winkel von 90° gegeneinander versetzt sind — abgeschlossen. An das Doppel-Rückschlagventil schließt sich die Düsenleitung an, die in der Einspritzdüse endet.
Die Schmierung des Pumpenstempels ist im Abschnitt C, Schmierstoffversorgung, beschrieben und aus Abb. 4 ersichtlich.

und die Rückströmbohrung „C" im Steuerkopf des Pumpenstempels stellen die Verbindung zwischen Druckraum „B" und Hohlraum „D" dar, um beim Abwärtsgang des Pumpenstempels eine schnelle Entlastung des Druckraumes „B" herbeizuführen. Zur Vergrößerung des Zu- und Abflußquerschnittes und zur besseren Gestaltung des Druckaufbaues ist der Eintrittsbohrung „A" gegenüber in der Laufbüchse eine zweite Bohrung vorgesehen, sowie im Steuerkopf des Pumpenstempels eine zweite,

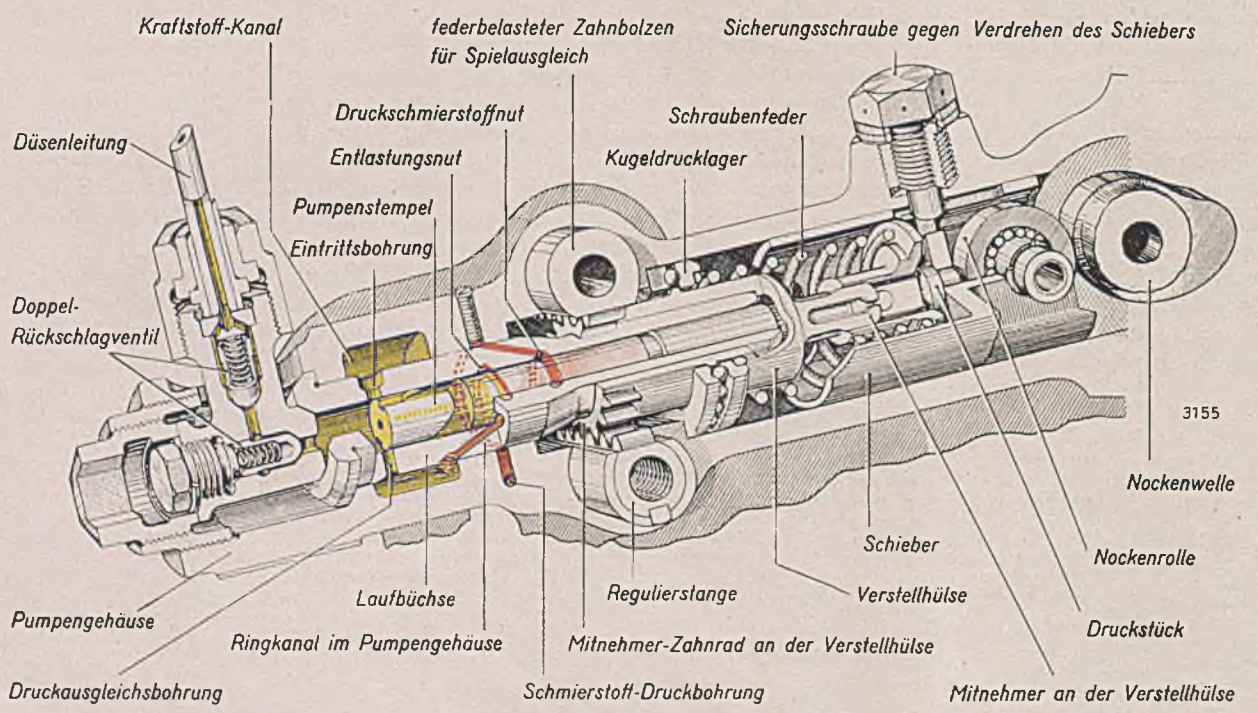


Abb. 4 Pumpenelement

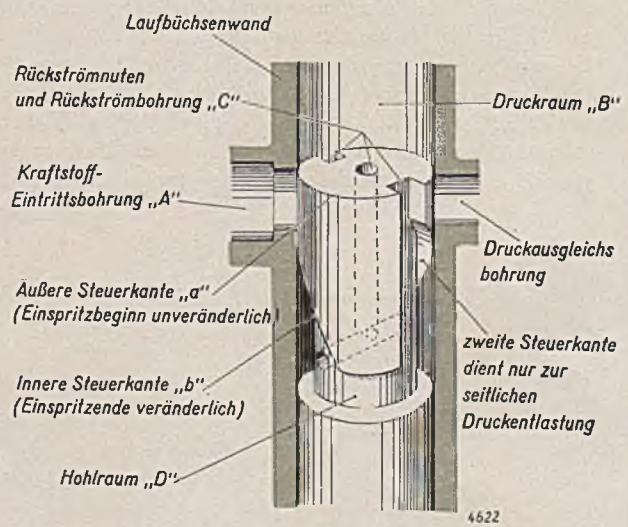
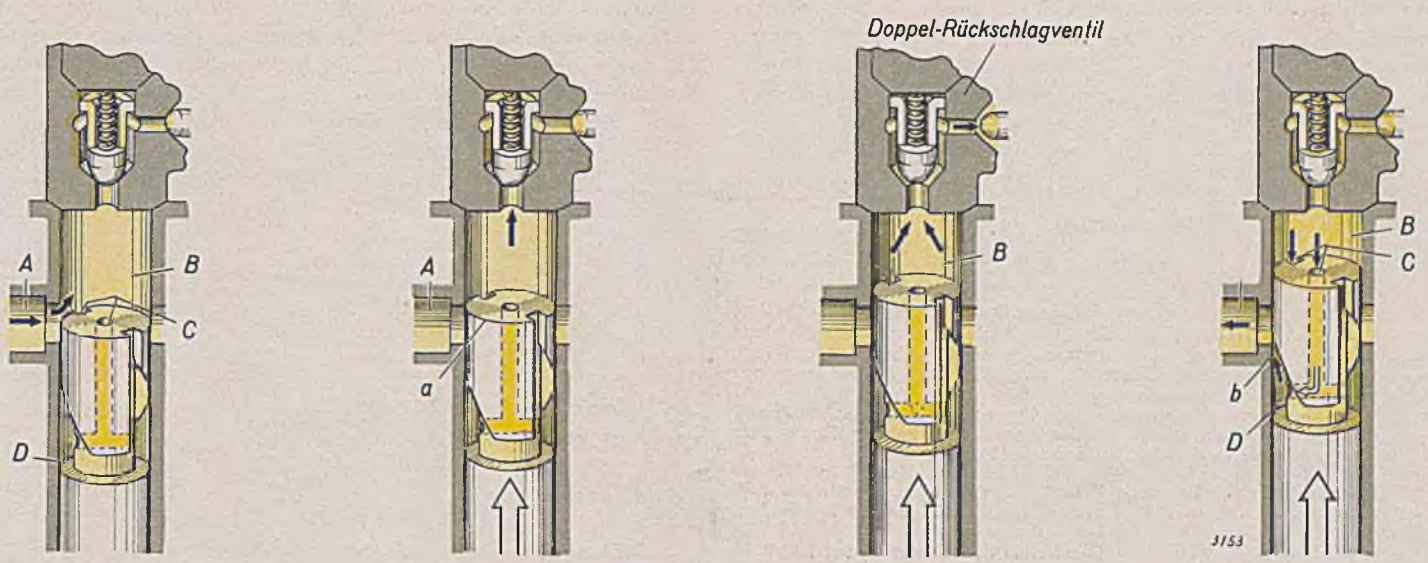


Abb. 5 Erklärung des Pumpenstempel-Steuerkopfes

Erklärung des Pumpenstempels

In die Laufbüchse ist die Eintrittsbohrung „A" eingebohrt, durch welche der Kraftstoff in den Pumpenzylinder gelangt (Abb. 5). Der Pumpenstempel besitzt einen Steuerkopf, der auf der Außenseite durch die ebene Stirnfläche — Steuerkante „a" — und nach innen durch eine schraubenlinienförmig ausgebildete Einfräsung — Steuerkante „b" — begrenzt wird. Die beiden sich gegenüberliegenden Rückströmnuten

der Steuerkante „b" gegenüberliegende, schraubenlinienförmige Einfräsung eingeschnitten. Die zweite Bohrung in der Laufbüchse ist so groß gehalten, daß die auf der Steuerseite gegebenen Steuerpunkte nicht beeinflußt werden. Durch diese zweite Steuerkante wird nur bezweckt, daß der Kraftstoffdruck von zwei Seiten auf den Pumpenstempel wirkt, wodurch ein Kippen und somit ein Verschleiß desselben vermieden wird.



1. Pumpenstempel im inneren Totpunkt
Der Kraftstoff strömt durch die Bohrung „A" in den Druckraum „B" und füllt über Rückströmnut und Bohrung „C" den Hohlraum „D".

2. Nutzhubbeginn
Der Pumpenstempel schließt mit seiner oberen Steuerkante „a" gerade die Bohrung „A". Es beginnt also der Nutzhub.

3. Nutzhub
Durch den steigenden Kraftstoffdrück im Druckraum „B" öffnet sich das Doppelrückschlagventil. Der Kraftstoff wird über Düsenleitung und Düse in den Arbeitszylinder des Motors gedrückt.

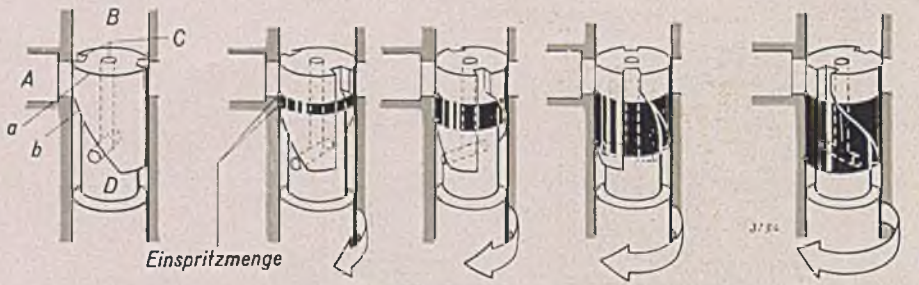
4. Nutzhubende
Sobald die schräglaufende untere Steuerkante „b" das Saugloch „A" freigibt, entsteht im Druckraum „B" Druckentlastung, d. h. das Doppelrückschlagventil schließt, und der Kraftstoff fließt aus dem Druckraum „B" über Rückströmbohrung und -Nut „C" sowie Hohlraum „D" zu „A".

Abb. 6 Der Förderhub

2. Wirkungsweise eines Pumpenelementes

Bei der inneren Totpunktlage des Pumpenstempels füllt sich über die Eintrittsbohrung „A" der Pumpendruckraum „B" mit Kraftstoff (Abb. 6). Beim Auswärtsgehen des Pumpenstempels wird nach einem Weg von 2 mm die Bohrung „A" von der Steuerkante „a" geschlossen. Der Vorhub ist beendet, und der Einspritzbeginn eingeleitet, d. h. das Doppel-Rückschlagventil öffnet sich, und der Kraftstoff gelangt über Düsenleitung und Einspritzdüse in den Motorzylinder. Im weiteren Auswärtsgehen überschneidet die Steuerkante „b" die Bohrung „A", womit das Einspritzende eingetreten ist, so daß sich das Doppel-Rückschlagventil wieder schließt. Diese Bewegungsrichtung wird mit Nutzhub bezeichnet. Bis zur äußeren Totpunktlage — während des Nachhubes — wird der über dem Pumpenstempel liegende Druckraum „B" über die Rückströmkanäle „C", Hohlraum „B" zur Einspritzbohrung „A" entlastet.

Bewegt sich der Stempel wieder nach der entgegengesetzten Richtung, so füllt sich bei offener Bohrung „A" der Druckraum „B" wieder für den nächsten Arbeitsgang.



1. Null-Förderung
Der Pumpenstempel schließt mit seiner Steuerkante „a" die Bohrung „A". Gleichzeitig gibt die Steuerkante „b" die Bohrung „A" frei.
Betätigung des Stopzuges.
(**Verdrehen** des Steuerschiebers, Abb. 20.)

2. Leerlauf **3. Reiseleistung** **4. Steig- u. Kampfleistung** **5. Startleistung**
Verdrehen des Pumpenstempels in Pfeilrichtung verlängert die Dauer des Nutzhubes, und die Einspritzmenge wird größer.
Verdrehen des Pumpenstempels entgegen der Pfeilrichtung verringert die Einspritzmenge.
Automatische Veränderung der Einspritzmenge durch Längenänderungen der barometrischen Dosen, die zu einer Änderung der Stellung des Steuerschiebers in der Drehkolbenwelle führen.

(**Verschiebung** des Steuerschiebers, Abb. 15 u. 16.)

Zusätzliche Vergrößerung der Einspritzmenge durch Betätigen der Hubmagnet-Reichschaltung.
(**Verdrehen** des Steuerschiebers, Abb. 18.)

Abb. 7 Veränderung der Einspritzmenge

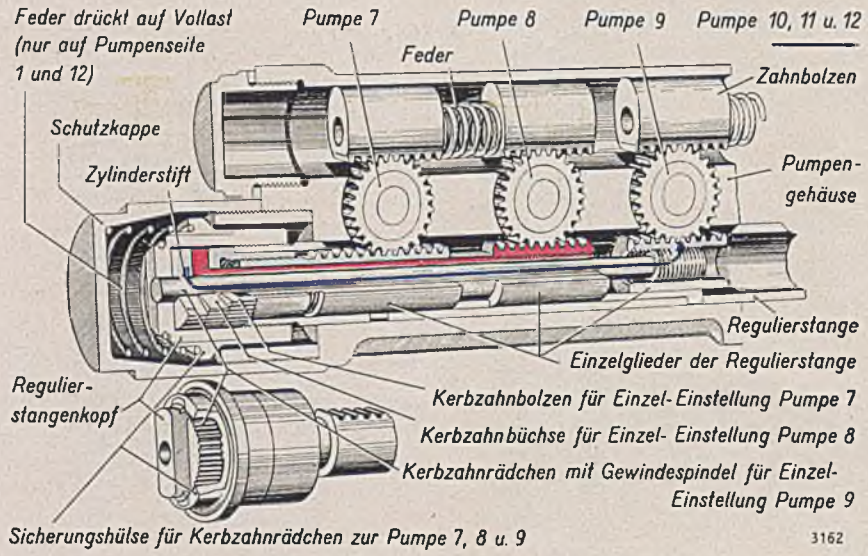


Abb. 8 Regulierstange mit Einzel-Einstellung

3. Veränderung der Einspritzmenge

Die Veränderung der Einspritzmenge in den einzelnen Pumpenelementen wird durch die Verdrehung der Pumpenstempel erzielt. Durch die Verdrehung der Pumpenstempel wird der Nutzhub größer oder kleiner, denn das Einspritzende tritt dadurch früher oder später ein (Abb. 7).
Die sechs Pumpenstempel jeder Reihe sind untereinander über die Mitnehmer-Zahnräder [13] und die beiden Regulierstangen [29] (Abb. 8) gekuppelt und werden bei Verschiebung dieser Stangen durch den Regler darum auch gleichmäßig verdreht. Das Zahnspiel der Regulierstangen würde kleine Unterschiede in der Einspritzmenge für die einzelnen Pumpenelemente verursachen. Besondere Zahnbolzen [10], die durch Druckfedern belastet sind, heben das Zahnspiel zwischen Regulierstange und Verstellhülse auf. Die Zahnbolzen sind gegenüber den Regulierstangen angeordnet und stehen wie die Regulierstangen mit dem Zahnrad des einzelnen Pumpenelementes im Eingriff.
Damit für jedes einzelne Pumpenelement die Einstellung auf gleiche Einspritzmenge von außen durchgeführt werden kann, ist die Regulierstange in einzelne Glieder unterteilt.
Es kann damit z. B. das Pumpenelement 7 durch den Kerbzahnbolzen, das Pumpenelement 8 durch die Kerbzahnbüchse und das Pumpenelement 9 durch Kerbzahnrädchen mit Gewindespindel nachreguliert werden.
Diese Reguliereinrichtung ist am Regulierstangenkopf durch eine Kappe gegen axiales Verschieben und durch eine Hülse gegen Verdrehen gesichert.
Um das Spiel im Regelgetriebe auszuschalten, sind am Regulierstangenkopf auf Pumpenseite 1 und 12 besondere Druckfedern angeordnet, die die Regulierstangen in Richtung Vollgas drücken.

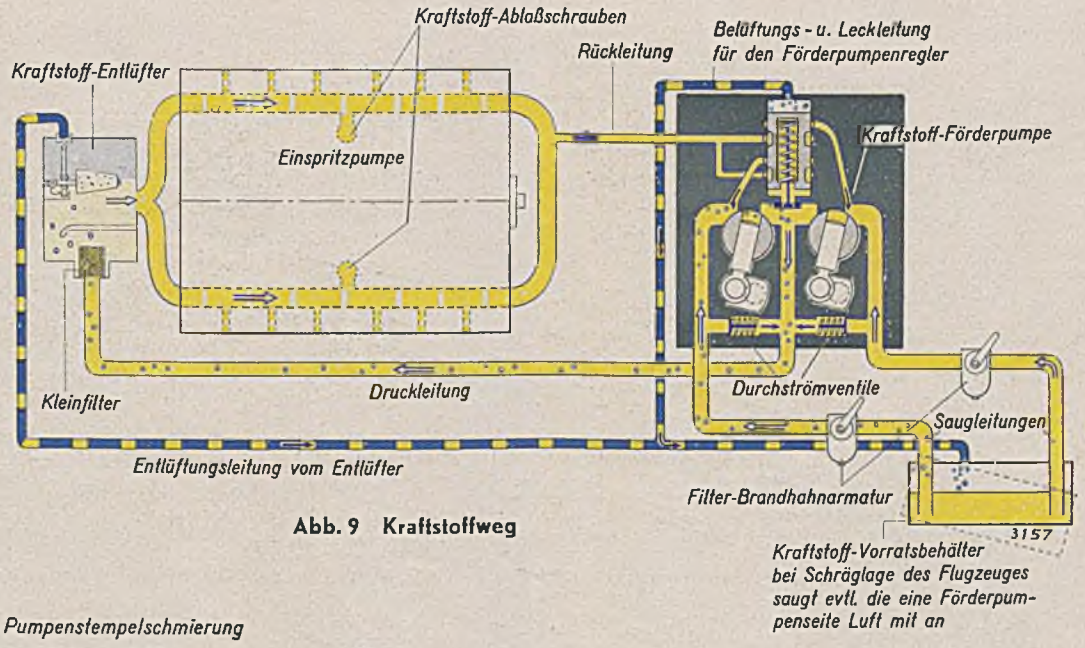


Abb. 9 Kraftstoffweg

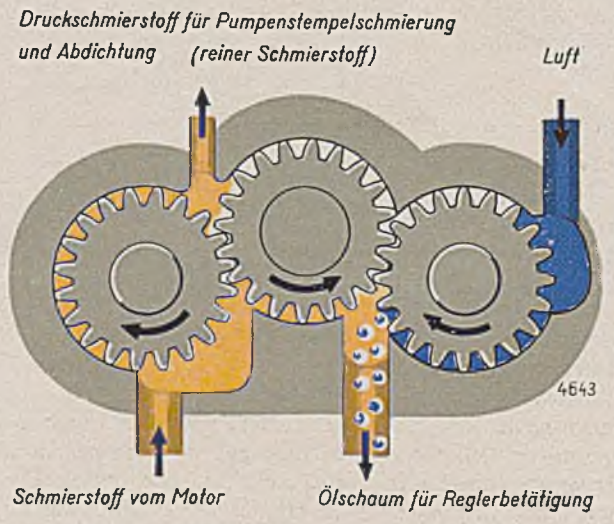


Abb. 10 Druckölpumpe in der Einspritzpumpe

B. Der Kraftstoffweg

Der Kraftstoff gelangt vom Vorratsbehälter in der Zelle über zwei Saugleitungen und Filter-Brandhahn-Armaturen zu einer besonderen Junkers-Kraftstoff-Förderpumpe, siehe D (Luft) T Nr. 3700, die den Kraftstoff mit 1,2 bis 1,5 atü über eine Druckleitung und ein Kleinfilter in den Entlüfter drückt, wo die mitgerissene Luft vom Kraftstoff geschieden wird (Abb. 9). Der reine Kraftstoff fließt vom Entlüfter in die Einspritzpumpe. Diese Leitung verzweigt sich zu den beiden Kraftstoffkanälen in der Einspritzpumpe, die je eine Pumpenreihe mit Kraftstoff versorgen. Beide Kanäle stehen miteinander in Verbindung. Der in die Einspritzpumpe zuviel geförderte Kraftstoff tritt an der Antriebsseite der Pumpe wieder aus und wird zur Kraftstoff-Förderpumpe zurückgeführt.

Vor längeren Betriebspausen sowie bei Arbeiten am Motor ist der Kraftstoff an den beiden Kraftstoff-Ablaßverschraubungen [31] der Einspritzpumpe abzulassen.

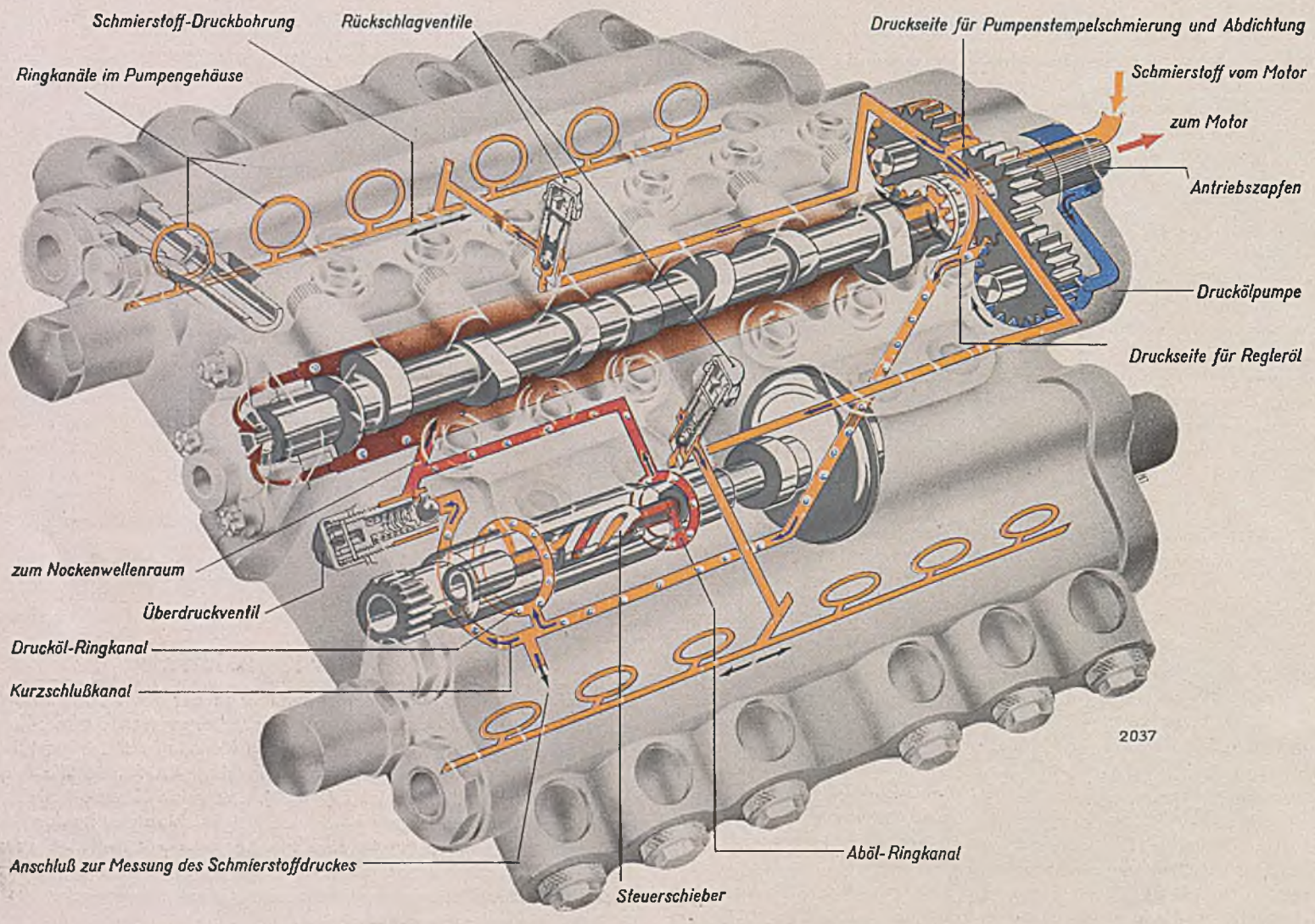


Abb. 11 Schmierstoff-Umlauf

C. Schmierstoffversorgung

Als Schmierstoff wird Drucköl aus dem Schmierkreislauf des Motors verwendet. Eine 3-Rad-Zahnradpumpe [9] (Abb. 10), die von der Nockenwelle der Einspritzpumpe angetrieben wird, saugt mit einem Räderpaar reinen Schmierstoff an und drückt ihn in zwei Längsbohrungen im Gehäuse der Einspritzpumpe (Abb. 11). Von hier fließt er über die Ringkanäle im Pumpengehäuse über eine Schrägbohrung in der Laufbüchse den einzelnen Pumpenstempeln zu und dient zu deren Schmierung und Abdichtung (Abb. 4).

Der bei dem Nutzhub über die Stempelgleitfläche tretende Kraftstoff wird in einer zweiten, dem oberen Druckraum näherliegenden Entlastungsnut aufgefangen und über eine zweite Schrägbohrung zum Kraftstoffkanal geleitet. Ein Übertritt des Kraftstoffes in den Schmierstoff ist infolge des höheren Druckes in der Druckschmierstoffnut der Laufbüchse (mind. 3,5 atü) gegenüber dem Kraftstoffdruck in der Entlastungsnut (höchst. 1,5 atü) nicht möglich. Ein Übertritt von geringen Mengen Schmierstoff in den Kraftstoff ist erträglich und beeinträchtigt den Verbrennungsvorgang im Motorzylinder in keiner Weise.

Langsames Eindringen von Kraftstoff in die Schmierstoff-Druckleitung beim Stillstand der Pumpe wird durch den Einbau von Rückschlagventilen in die Schmierstoff-Druckleitung vermieden (Abb. 11).

Die 3-Rad-Zahnradpumpe ist eine doppeltwirkende Drucköl-Förderpumpe, d. h. das — auf Pumpen-Antriebsseite gesehen — rechte Zahnradpaar fördert ausschließlich Drucköl zur Schmierung und Abdichtung der Pumpenstempel. Dagegen fördert die andere Seite das zur Betätigung des Verstärkers im Regler erforderliche Arbeitsöl. Um eine einwandfreie Steuerung des Flügels der Drehkolbenwelle im Verstärker zu gewährleisten, wird vom äußeren, linken Ölpumpen-Zahnrad — auf Pumpen-Antriebsseite gesehen — dem Arbeitsöl Luft zugeführt, die aus dem Schutzrohr-Innern der Antriebswelle angesaugt wird (Abb. 10).

Das Arbeitsöl für den Verstärker des Reglers gelangt über eine Bohrung im Pumpengehäuse zum Drucköl-Ringkanal des Steuerschiebers, der das Öl entsprechend seiner Stellung zu den Ölbohrungen in der Drehkolbenwelle steuert.

Zur Druckregulierung des Arbeitsöles sowie zur Durchflußregelung bei Beharrungszustand im Verstärker ist ein Kurzschlußkanal zum Abölkanal geschaffen mit zwischengeschaltetem Überdruckventil [80]. Der am Überdruckventil eingestellte Druck soll bei einer Schmierstoff-Temperatur von 60 bis 70 °C bei Leerlauf nicht unter 3,5 atü und bei Vollgas nicht über 8 atü liegen. Zur Prüfung des Druckes ist ein besonderer Druckmeß-Anschluß vorgesehen [58]. Das Aböl vom Verstärker sammelt sich in einem weiteren Ringkanal am anderen Ende des Steuerschiebers und tritt über eine Gehäusebohrung in den Nockenwellenraum der Einspritzpumpe, wo es sämtliche gleitenden Teile schmiert.

II. Einspritzpumpenregler

Zur vollautomatischen Bemessung der Kraftstoffmenge im richtigen Verhältnis zu dem Luftgewicht, das den Zylindern des Motors zur Verbrennung zugeführt wird, dient der Einspritzpumpenregler (Abb. 12).

Der Regler besteht aus dem Geber und dem Verstärker. Beide Teile sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, das der Einspritzpumpe angebaut wird und niemals ausgewechselt werden darf. Bei Störungen im Regler muß das gesamte Einspritzgerät gewechselt werden.

1. Der Geber

Das dem Motor zugeführte Luftgewicht ist bei wechselnder Flughöhe verschieden, denn es ist abhängig vom Druck und von der Temperatur der Luft. Die Menge der Frischluft, die in die Zylinder gelangt, ist also bestimmt durch

1. den Druck der Ladeluft,
2. die Temperatur der Ladeluft und
3. den atmosphärischen Luftdruck, der je nach Flughöhe verschieden ist.

Kraftstoff und Luftmenge müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, um günstigste Verbrennung zu erzielen. Daher ist die einzuspritzende Kraftstoffmenge von den genannten drei Größen abhängig. Der Geber mißt diese Werte, um sie als Steuerungsbefehle an den Verstärker weiter zu geben.

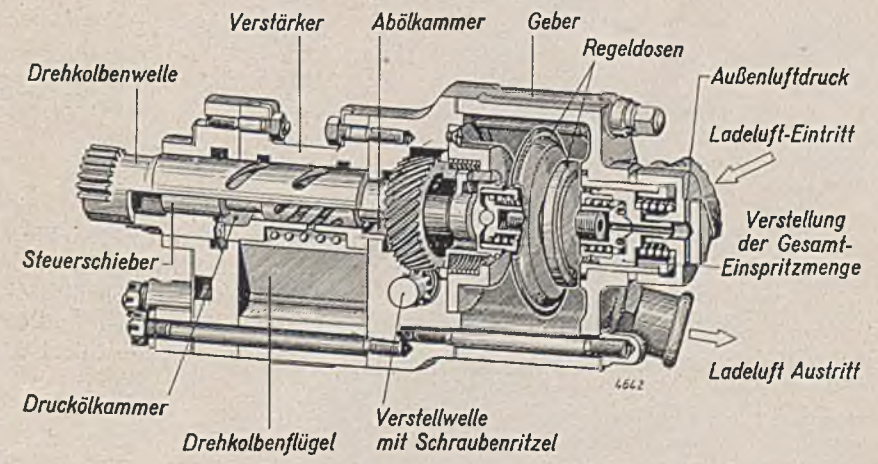


Abb. 12 Einspritzpumpenregler

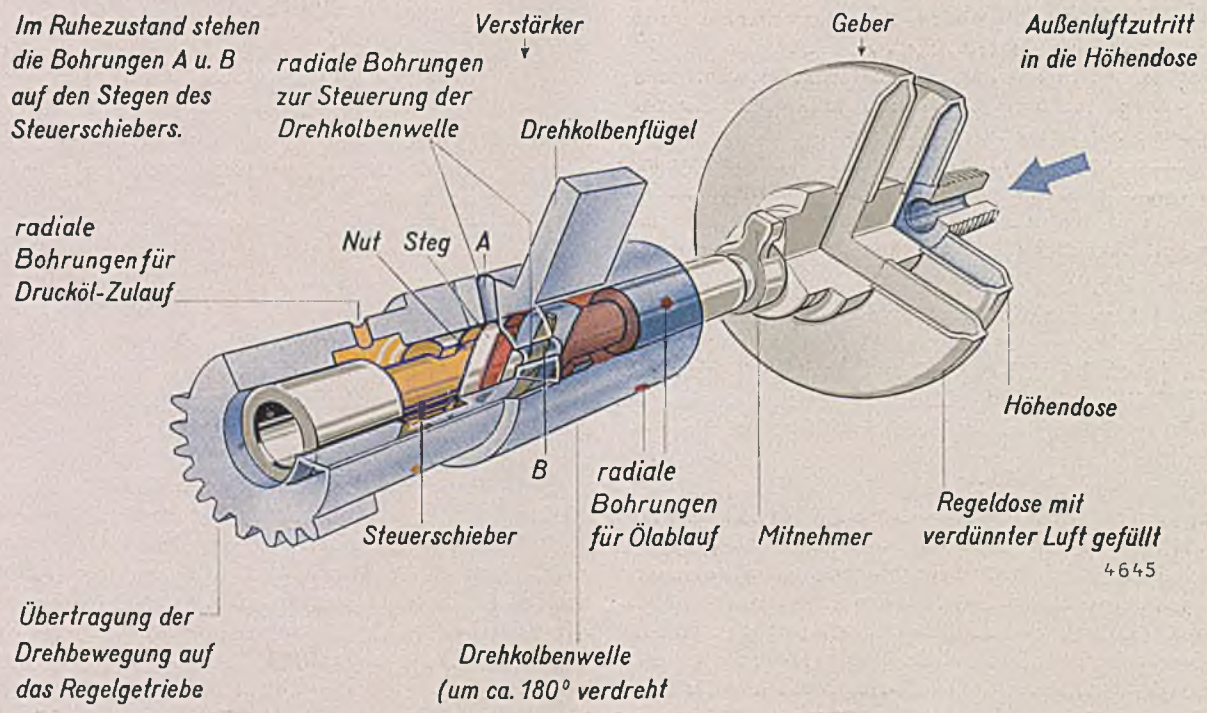


Abb. 13 Geber und Verstärker

Der Geber löst diese Aufgabe mit Hilfe barometrischer Dosen (Abb. 13). Die eine Dose (Regeldose) [74a] ist ein runder, flacher Hohlkörper aus dünnwandigem Blech, der allseitig dicht geschlossen und mit verdünnter Luft gefüllt ist. Dadurch ist die Dose für die Zustandsänderungen der sie umspülenden Ladeluft empfindlich geworden, d. h. Temperaturschwankungen und Druckveränderungen dehnen die Dose mehr oder weniger aus. Die Dose verändert also ihre Länge und verschiebt dadurch den mit ihr verbundenen Steuerschieber [73].

Die zweite Dose (Höhendose) [74b] ist ein ähnlicher Hohlkörper in kleineren Abmessungen. Sie hat den besonderen Zweck, die veränderliche Entladung der Zylindertoträume zu berücksichtigen. Mit anderen Worten:

In größeren Höhen sinkt der Außenluftdruck. Die Abgase entweichen wegen des geringeren Luftwiderstandes schneller, der Gasrückstand im Zylinder ist kleiner, die einströmende Frischluftmenge vergrößert sich entsprechend. Im gleichen Verhältnis muß die Kraftstoffmenge größer werden, wenn das Gemisch nicht zu arm sein soll.

Die Höhendose sorgt nun für ein gleichbleibendes Mischungsverhältnis in allen Flughöhen. Sie ist mit der Regeldose mechanisch verbunden und im Reglergehäuse aufgehängt. Im Gegensatz zur Regeldose herrscht in ihrem Innern atmosphärischer Luftdruck, denn sie steht durch einen Kanal mit der Außenluft in Verbindung. Kommt der Motor in größere Höhen, läßt der Druck in ihrem Innern nach. Der beide Dosen umspülende Ladeluftdruck drückt die Höhendose zusammen. Der Steuerschieber wird unabhängig von der Regeldose um einen geringen Betrag

aus der Drehkolbenwelle [67] gezogen. Dadurch verändert sich der Ölfluß in der Drehkolbenwelle, so daß bei allen Stellungen des Flügels [68] der Drehkolbenwelle eine entsprechend größere Kraftstoffmenge eingespritzt wird.
Die barometrischen Dosen sind der empfindlichste Teil des Einspritzgerätes und müssen vor jeder mechanischen Beschädigung bewahrt werden. Rückwärtslaufen der Motoren beim Abstellen durch sachgemäße Behandlung vermeiden!
Um die Erschütterungen des Motors von den Dosen fernzuhalten, ist eine schwingungsdämpfende Aufhängung gewählt worden (Abb. 12). Das Gebergehäuse ist aus Bakelit gefertigt (wärmeisolierend), so daß die Temperatur der Ladeluft im Innern des Gebergehäuses keine Veränderung durch Ausstrahlung sowie keine Erwärmung von dem heißen Öl im Verstärker erfährt.
Die Dosen sind auf der einen Seite im Gebergehäuse gelagert. Diese Lagerung kann mit Hilfe eines Stellorgans von Hand längs verschoben werden, zwecks Einregulierung der Dosen auf dem Prüfstand. Auf der anderen Seite sind sie mit dem Steuerschieber des Verstärkers verbunden (Abb. 12).

2. Der Verstärker

Die Längenänderungen der Dosen betragen nur wenige Millimeter. Dieser geringe Weg sowie die von den Dosen abgegebene geringe Kraft würde für die Verdrehung der Pumpenstempel der Einspritzpumpe nicht ausreichen. (Verdrehung der Pumpenstempel verändert die Einspritzmenge.) Diese schwachen Steuerungsbefehle, die von den Dosen ausgehen, müssen also verstärkt werden, wenn sie mechanisch wirksam werden sollen.
Als Verstärker arbeitet eine Drehkolbenwelle in Verbindung mit einem Steuerschieber (Abb. 13).
Der Weg der Dosen wird zum Weg des mit ihnen verbundenen Steuerschiebers, der drehbar und längsverschiebbar in der Bohrung der Drehkolbenwelle gelagert ist, die ihrerseits vom Reglergehäuse umschlossen ist. Die Drehkolbenwelle besitzt einen eingenieteten Flügel [68], der einen Hohlraum des Gehäuses in zwei Ölkammern unterteilt. Dieser Hohlraum stellt sich im Querschnitt als Kreisausschnitt dar, dessen Bogen einen Winkel von etwa 150° umspannt. Der Flügel kann in diesem Hohlraum durch Drucköl gedreht werden. Durch die starre Verbindung von Flügel und Drehkolbenwelle muß diese der Bewegung des Flügels folgen. Sie dreht sich um ihre Achse und arbeitet mit ihrem verzahnten Ende auf das Regelgetriebe, welches über die Regulierstangen die Pumpenstempel verdreht.
Zu- und Ablauf des Drucköles der Ölkammern bestimmt der Steuerschieber. Zu jedem Ladeluft-Zustand (abhängig von Druck und Temperatur) gehört eine eindeutige Länge der Regeldose und somit eine ganz bestimmte Stellung des Steuerschiebers in der Drehkolbenwelle.

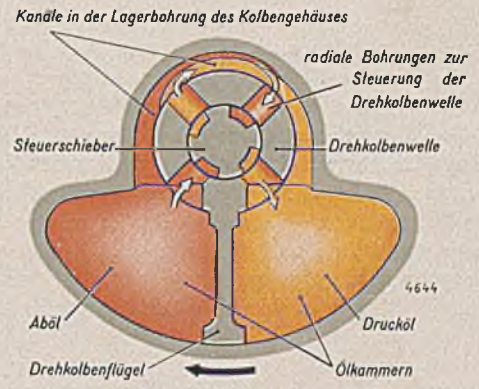


Abb. 14 Schnitt durch den Verstärker

3. Wirkungsweise

Das zulaufende Öl (Drucköl aus dem Schmierkreislauf des Motors) wird in einer besonderen 3-Rad-Zahnradpumpe auf der Antriebsseite der Einspritzpumpe mit Luft vermischt, so daß es elastisch arbeitet und ruckartige Steuerbewegungen ausgeschlossen sind (Abb. 10).
Das Öl tritt durch radiale Bohrungen in eine Ausdrehung [72] der Drehkolbenwelle. Hier stellt sich ihm der Steuerschieber in den Weg. In die Gleitfläche des Steuerschiebers sind vier schraubenförmige Nuten eingeschnitten. Zwei Nuten verlaufen von links nach rechts und stehen mit dem Drucköl-Zulauf in Verbindung, die beiden anderen verlaufen entgegengesetzt und führen Aböl. Auf diese Nuten treffen vier in einer Ebene angeordnete radiale Bohrungen in der Drehkolbenwelle. Die im Steuerschieber verbleibenden Stege besitzen eine Breite, die dem Durchmesser der radialen Bohrungen entspricht. Im Ruhezustand werden die Bohrungen von den Stegen verschlossen (Abb. 13), d. h. der Verstärker strebt immer diese Ruhelage an, sofern nicht eine Verlagerung durch Längs- bzw. Verdrehbewegung des Steuerschiebers eingeleitet wird.
Je zwei sich gegenüberliegende Steuerlöcher sind einer der vom Flügelkolben gebildeten Ölkammer zugeordnet (Abb. 14). Ein Steuerloch am Fuße des Flügelkolbens führt direkt in die Ölkammer, während das zweite, gegenüberliegende durch Freifräsungen am äußeren Umfang der Drehkolbenwelle (Abb. 12) und über Ringkanäle in der Lagerbohrung des Kolbengehäuses (Abb. 14) mit der gleichen

Ölkammer verbunden ist. Die beiden Steuerlochpaare werden vom Steuerschieber parallel gesteuert, so daß an sich auch nur je eines der beiden sich gegenüberliegenden Steuerlöcher für den Steuervorgang ausreichend wäre. Die Anordnung des zweiten Steuerloches liegt in der dadurch günstigeren Beherrschung der Reibungskräfte des Steuerschiebers in der Drehkolbenwelle begründet.
In den nachfolgenden Abbildungen über Wirkungsweise des Verstärkers wurde mit Rücksicht auf eine einfache Darstellung des Steuervorganges das zweite Steuerloch fortgelassen und die Drehkolbenwelle um etwa 180° nach oben verdreht.
Ändert sich die Länge der Dosen und der Steuerschieber in der Drehkolbenwelle wird verschoben, so geben die Bohrungen mehr oder weniger Querschnitt für den Öldurchfluß frei. Das Öl fließt also von der Ausfräsung der Drehkolbenwelle, wo sich das zulaufende Öl sammelt, durch zwei gleichgängige Nuten des Steuerschiebers und weiter durch die zugehörigen Bohrungen der Drehkolbenwelle in die rechte oder linke Ölkammer vor den Flügel und schwenkt diesen. Der Flügel macht eine entsprechende Drehbewegung und drückt das Öl aus der entlasteten Ölkammer durch zwei radiale Bohrungen der Drehkolbenwelle und durch die beiden zugehörigen Nuten des Steuerschiebers in eine zweite Ausfräsung der Drehkolbenwelle, von wo es über Bohrungen in der Drehkolbenwelle über Kanäle im Gehäuse in den Nockenwellenraum der Einspritzpumpe fließt. Die Schwenkbewegung des Flügelkolbens (Drehkolbenwelle [67 u. 68] mit Flügel) werden vom Regelgetriebe auf die Regulierstangen übertragen und bewirken die Verdrehung der Pumpenstempel und damit die Veränderung der Einspritzmenge.

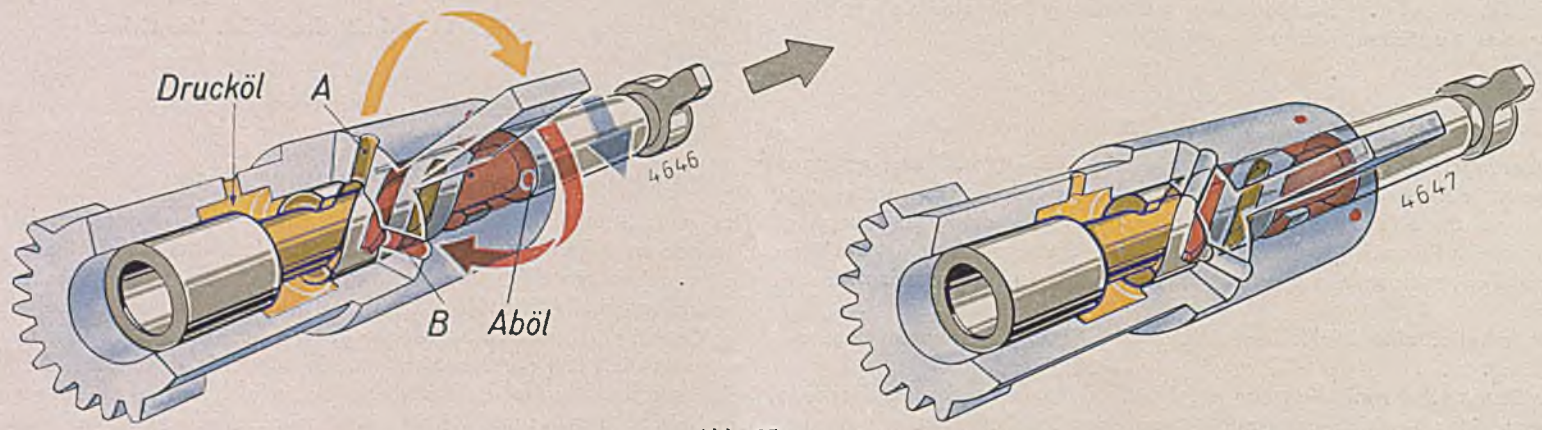


Abb. 15

Wirkungsweise des Verstärkers — Automatische Verstellung auf größere Einspritzmenge

Im Ruhezustand werden die Bohrungen A und B in der Drehkolbenwelle von den Stegen des Steuerschiebers verschlossen. Kein Öldurchfluß im Verstärker.
Bei wachsendem Ladedruck (Reglerdose wird zusammengedrückt) verschiebt sich der Steuerschieber um einen geringen Betrag in Richtung zu den Dosen (in der Abbildung nach rechts). Dadurch kommen die Bohrungen A und B von den sie verschließenden Stegen frei.
Das in der Schraubennut stehende Drucköl (gelb) fließt über die Bohrung A in die eine der vom Flügelkolben gebildeten Ölkammern und bewegt den Flügelkolben entgegen dem Uhrzeiger-Drehsinn (bei Sicht auf Pumpen-Antriebsseite) soweit, bis die Stege die Bohrungen wieder verschließen. Gleichzeitig strömt das auf der anderen Seite des Flügels stehende Öl (braun) über die Bohrung B und über die mit dem Abölkanal in Verbindung stehende Schraubennut ab.
Der Flügelkolben hat somit eine Drehbewegung vorgenommen und verstellt über das Regelgetriebe die Einspritzpumpenstempel auf größere Fördermenge.

In den Abbildungen 15 und 16 ist die Wirkungsweise des Verstärkers bei automatischer Verstellung auf größere und kleinere Einspritzmenge dargestellt.

4. Ein Beispiel

Ein Flugzeug ist auf 3 km gestiegen, befindet sich also noch unter der Volldruckhöhe. Der Ladedruck wird daher vom Ladedruckregler gleich groß gehalten. Aber die Temperatur der Außenluft und mit dieser die Temperatur der Ladeluft sowie der Außendruckluft sind gefallen. Wie wirken sich diese Änderungen des Zustandes von Außenluft und Ladeluft nun auf den Regler aus?
Die Regeldose ist empfindlich für Druck und Temperatur der Ladeluft. Der auf sie wirkende Ladedruck ist gleich geblieben. Infolge der geringen Außenlufttemperatur und damit geringeren Ladelufttemperatur hat auch die in der Dose befindliche verdünnte Luft nach Annahme der niedrigen Ladelufttemperatur ein kleines Volumen angenommen und somit die Dose etwas zusammengezogen.
Die Höhendose ist empfindlich für den Druck der Ladeluft und für den atmosphärischen Luftdruck. Der Druck der Ladeluft, von der die Dose umspült ist, blieb gleich. Aber der in ihrem Innern herrschende atmosphärische Luftdruck ist kleiner geworden. Folglich wird auch die Höhendose zusammengedrückt.
Die Längenänderungen der beiden Dosen zusammengezählt ergeben den notwendigen Regelweg der Dosen. Der mit ihnen verbundene Steuerschieber macht den gleichen Weg in der Drehkolbenwelle und nimmt in der vorbeschriebenen Weise durch geringe Steigerung der Fördermenge eine Angleichung der Einspritzmenge an den geänderten Außenluftzustand vor.

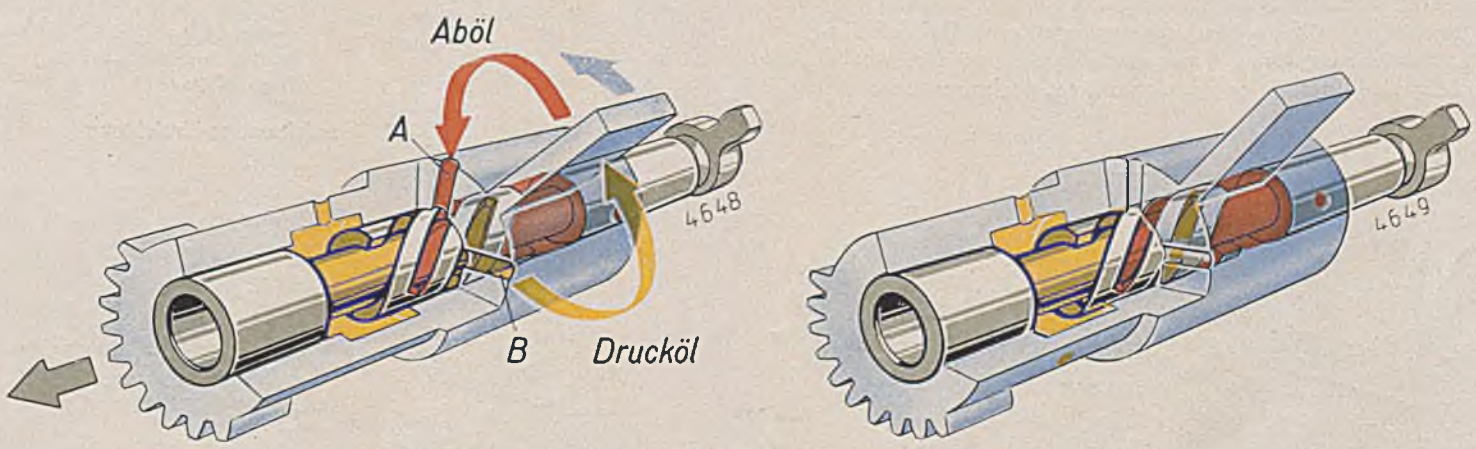


Abb. 16

Wirkungsweise des Verstärkers — Automatische Verstellung auf kleinere Einspritzmenge

Bei fallendem Ladedruck (Regeldose dehnt sich aus) verschiebt sich der Steuerschieber um einen geringen Betrag in Richtung von den Dosen weg (in der Abbildung nach links). Dadurch kommen die Bohrungen A und B wiederum von den sie verschließenden Stegen frei. Das in der Schraubennut stehende Drucköl fließt jetzt über die Bohrung B in die andere Ölkammer und schwenkt den Flügel im Uhrzeigersinn (bei Sicht auf Pumpen-Antriebsseite) soweit, bis die Stege die Bohrungen wieder verschließen. Gleichzeitig strömt das auf der anderen Seite des Flügels stehende Öl über die Bohrung A und über die mit dem Abölkanal in Verbindung stehende Schraubennut ab.
Die Einspritzpumpenstempel werden auf kleinere Fördermenge verstellt.
Nachsatz: Bei automatischer Verstellung der Einspritzpumpe bewegt sich der Steuerschieber in seiner Längsrichtung.

5. Die elektro-magnetische Anreicherungs-Einrichtung

Mittels dieser Einrichtung ist eine Gemischbildung in zwei Bereichen möglich:

1. Normal — zur Erzielung großer Reichweite,
2. Reich — für Höchstleistungen beim Start und bei Steig- und Kampfleistung.

Die Anreicherung des Gemisches kann willkürlich vom Flugzeugführer eingeschaltet werden und hat außer dem Leistungsgewinn eine Kühlwirkung im Verbrennungsraum („Innenkühlung") zur Folge, die das Klopfen des Motors verhindert. Bei Betätigung eines Kippschalters im Flugzeugführerraum auf Stellung „Reich" wird ein an der Einspritzpumpe befestigter Hubmagnet unter Strom gesetzt. Hierbei wird vom Magnet über ein Gestänge der Anreicherungshebel [62] bewegt, der über eine Verdrehfeder den auf der Verstellwelle [65] aufgekeilten Stophebel mitnimmt (Abb. 17). Dadurch wird der Steuerschieber verdreht, eine Schwenkung des Flügels der Drehkolbenwelle mittels Drucköl eingeleitet (Abb. 18) und die Pumpenstempel über das Regelgetriebe auf höchste Einspritzmenge gebracht. Bei Schaltung auf „Normal" wird der Anreicherungshebel durch eine Zugfeder wieder in seine Ausgangsstellung zurückgeführt, wobei er an einem Anschlagbolzen zum Anliegen kommt (Abb. 17).

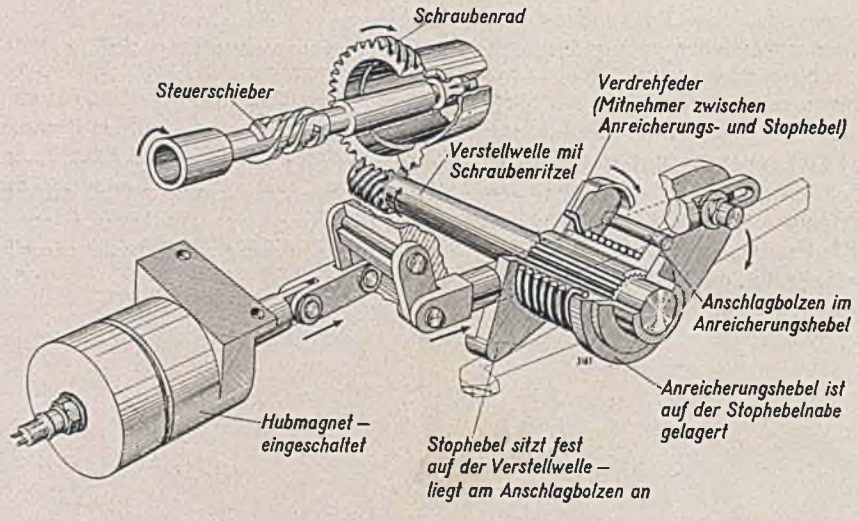
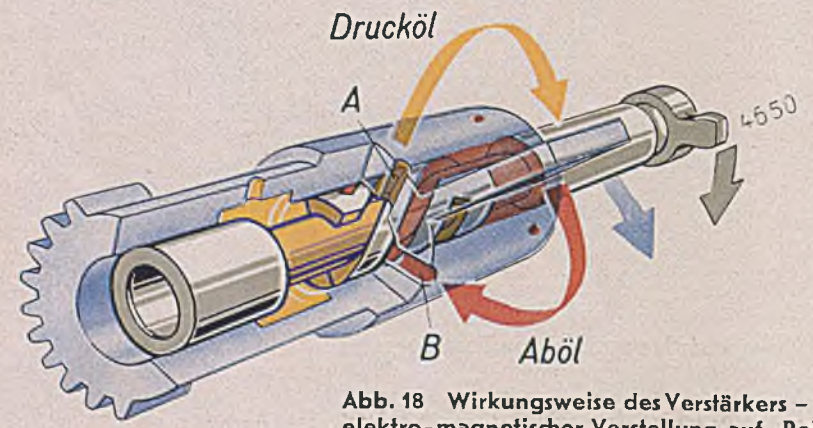


Abb. 17 Anreicherungs-Einrichtung



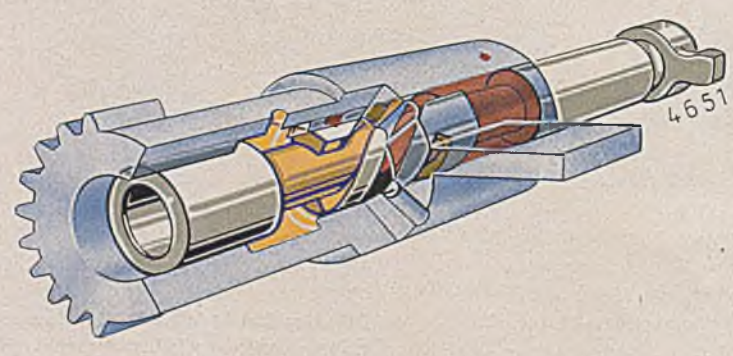


Abb. 18 Wirkungsweise des Verstärkers – bei elektro-magnetischer Verstellung auf „Reich"

Bei Betätigung des Hubmagneten wird der Steuerschieber um einen geringen Betrag entgegen dem Uhrzeigersinn (bei Sicht auf Pumpenantriebsseite) gedreht. Dadurch kommen die Bohrungen A und B von den sie verschließenden Stegen frei.
Das in der Schraubennut stehende Drucköl wird durch die geöffnete Bohrung A gegen den Flügelkolben gedrückt. Gleichzeitig strömt das auf der Gegenseite des Flügels stehende Öl durch die Bohrung B ab.
Die Drehkolbenwelle dreht sich ebenfalls entgegen dem Uhrzeigersinn und verstellt die Pumpenstempel auf größte Einspritzmenge.

6. Die Stop-Einrichtung

Um ein Weiterlaufen des Motors durch Glühzündung trotz ausgeschalteter Zündung zu verhindern, wird der Motor mittels der Stop-Einrichtung stillgesetzt. Das Außerbetriebsetzen des Motors ist luftseitig nicht möglich, weil durch die Überschneidung der Schließ- und Öffnungszeiten der Ventile trotz geschlossener Luftdrossel immer noch Luft zur Verbrennung in die Zylinder gelangt. In diesem Falle saugt der Motor sich die Luft durch die Auslaßventile. Der Motor kann also nur durch Sperrung der Kraftstoffzufuhr stillgesetzt werden. Diesem Zwecke dient die Stop-Einrichtung.
Durch sie wird sinngemäß der umgekehrte Vorgang wie bei der Anreicherung eingeleitet. Das Stopgestänge wird von Hand gezogen. Dadurch wird ein außen am

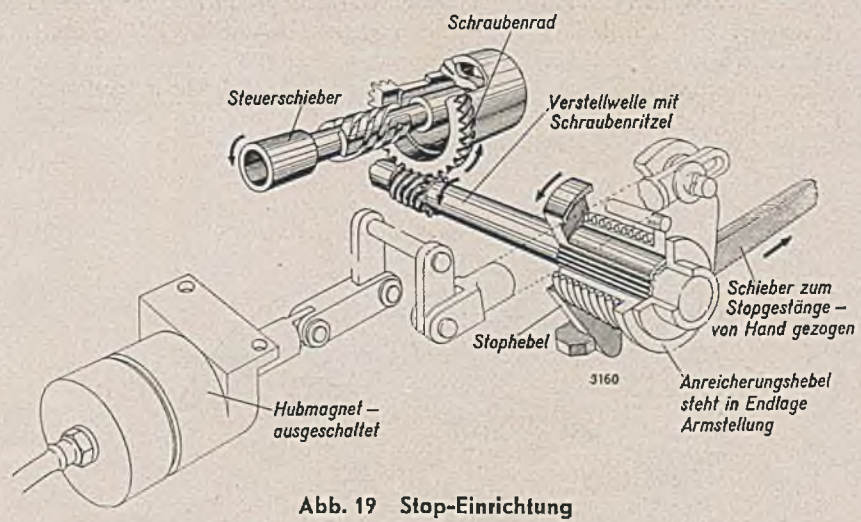


Abb. 19 Stop-Einrichtung

Reglergehäuse befestigter Schieber [60] bewegt (Abb. 19). Die an diesem Schieber angebrachte Nase nimmt den auf der Verstellwelle sitzenden Stophebel [61] mit und verdreht dadurch gegen die Kraft der Verdrehfeder die Verstellwelle des Reglers. Die Verstellwelle verdreht wiederum den Steuerschieber in der Drehkolbenwelle. Der Öldruck schwenkt den Flügel der Drehkolbenwelle (Abb. 20), so daß über Regelgetriebe und Regulierstangen die Pumpenstempel auf Nullförderung verdreht werden. Der Motor kann nicht mehr arbeiten.
Die Stop-Einrichtung ist nur wirksam bei einer Motordrehzahl von etwa 1400 U/min. Bei niedrigeren Drehzahlen reicht der Schmierstoffdruck nicht aus, um die Pumpenstempel zu verdrehen. Außerdem ist zu beachten, daß vorher auf „Normal" zu schalten ist.

Beim Nachlassen des Stopgestänges geht der Stophebel durch die Kraft der Verdrehfeder wieder bis zum Anschlagbolzen am Anreicherungshebel zurück.
Durch die Anordnung des Anreicherungs- und Stophebels auf der Verstellwelle ist ein gleichzeitiges Betätigen beider Funktionen unwirksam gemacht.

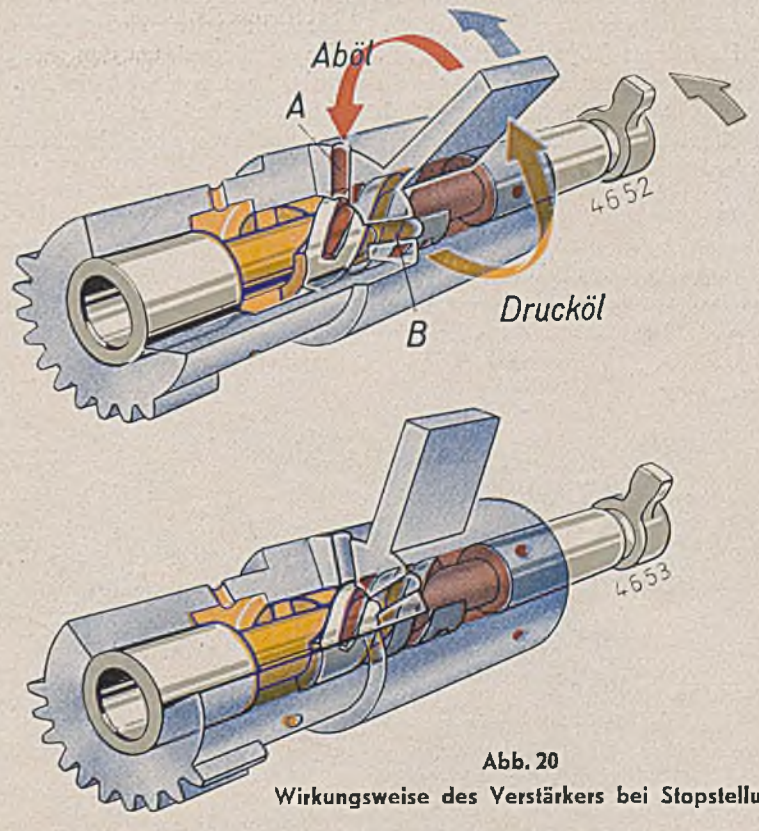


Abb. 20
Wirkungsweise des Verstärkers bei Stopstellung

Bei Betätigung des Stopzuges wird der Steuerschieber um einen geringen Betrag im Uhrzeigersinn (bei Sicht auf Pumpenantriebsseite) gedreht. Dadurch kommen die Bohrungen A und B von den sie verschließenden Stegen frei.
Das in der Schraubennut stehende Drucköl wird durch die geöffnete Bohrung B gegen den Flügelkolben gedrückt. Gleichzeitig strömt das auf der Gegenseite des Flügels stehende Öl durch die Bohrung A ab.
Die Drehkolbenwelle dreht sich ebenfalls im Uhrzeigersinn und verstellt die Pumpenstempel auf Null-Einspritzmenge.
Nachsatz: Bei der elektro-magnetischen Verstellung auf „Reich" und zurück auf „Normal" sowie bei Stopstellung und zurück dreht sich der Steuerschieber nur um seine Längsachse.

III. Das Regelgetriebe

Das Regelgetriebe überträgt die Bewegung des Flügels der Drehkolbenwelle über die Regulierstangen gleichmäßig auf die zwölf Einspritzpumpenstempel (Abb. 21). Es besteht in seinen Hauptteilen aus dem querliegenden Hebelbalken mit den beiden Zahnsegmenten [55] und dem Lagerschieber mit Hebellager und Hebel. Das Hebellager [70] ist verstellbar, d. h. der Mittelpunkt, um den sich der Hebelbalken mit den beiden Zahnsegmenten dreht, kann verändert werden. Durch die Verschiebung des Drehpunktes [71] ändert sich die Steigung der Regelkurve.
Die Einstellung des Getriebes erfolgt im Herstellerwerk und darf nicht verändert werden.

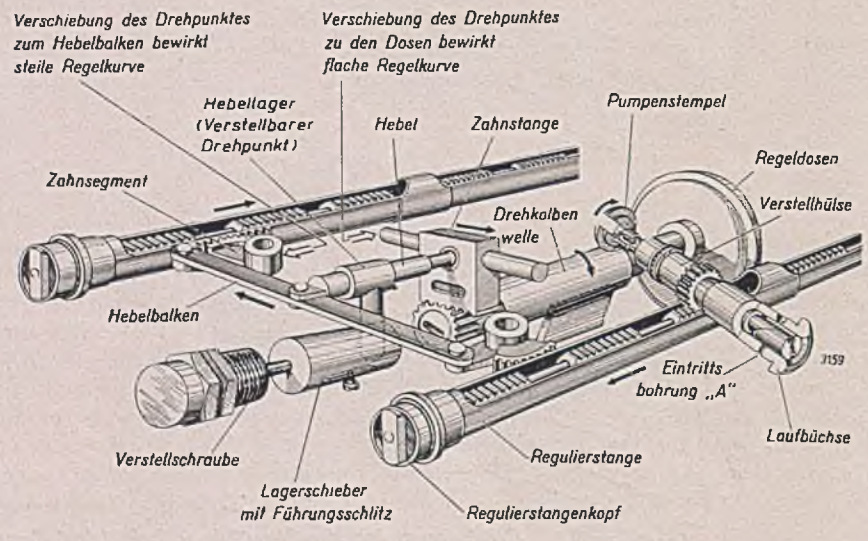


Abb. 21 Regelgetriebe — Stellung bei größter Einspritzmenge

Der Bewegungsvorgang spielt sich folgendermaßen ab:
Die Drehkolbenwelle wird durch Drucköl verdreht. Dadurch wird die mit der Drehkolbenwelle im Zahn-Eingriff stehende Zahnstange verschoben. Der in der Zahnstange gelagerte Hebel dreht sich um seinen verstellbaren Drehpunkt (Verstellung der Gesamt-Einspritzmenge) und verschiebt den Hebelbalken. Die beiden an den Enden des Hebelbalkens angelenkten Zahnsegmente greifen in die Regulierstangen ein und verstellen über die zwölf Verstellhülsen die zwölf Einspritzpumpenstempel.

IV. Der Kraftstoff-Entlüfter

Bei Schräglagen des Flugzeuges mit bereits zum Teil entleerten Kraftstoff-Behältern kommt es vor, daß die eine oder andere Saugseite der Kraftstoff-Förderpumpe Luft ansaugt. Diese Luft würde von der Förderpumpe mit dem von der anderen Saugseite geförderten Kraftstoff vermischt in die Einspritzpumpe gedrückt und könnte den gleichmäßigen Lauf des Motors beeinträchtigen. Der in die Kraftstoff-Druckleitung zwischen Förderpumpe und Einspritzpumpe zwischengeschaltete, nach dem Schwimmerprinzip arbeitende Kraftstoff-Entlüfter (Abb. 22) unterbindet diese Möglichkeit. Der Kraftstoff durchläuft, von der Förderpumpe kommend, zunächst das Kleinfilter und tritt in den Entlüfterraum ein. In diesem wird durch die zweckentsprechende Form des Gehäuses die Fließgeschwindigkeit soweit herabgesetzt, daß die Luft infolge ihres Auftriebs sich von dem Kraftstoff scheidet und im oberen Teil des Entlüfterraumes sammelt. Ein Abschirmblech verhütet, daß die Luft beim Abfluß des Kraftstoffes mitgerissen wird.

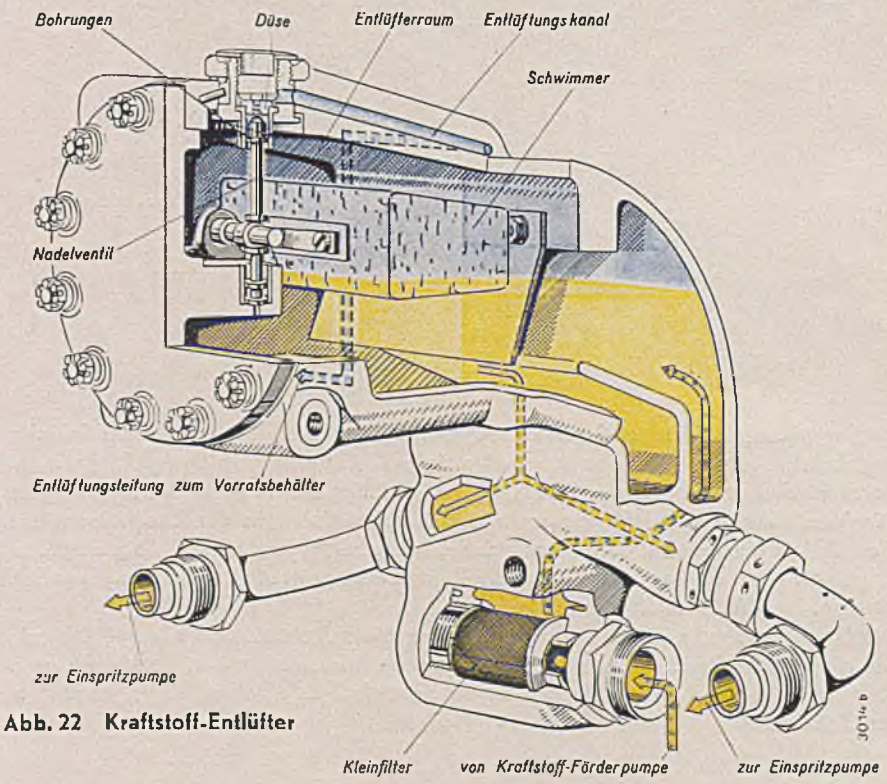


Abb. 22 Kraftstoff-Entlüfter

Der Schwimmer steuert das Nadelventil, das für den Abzug der Luft bestimmt ist. Durch seinen Auftrieb hält er das Ventil geschlossen, bis die sich sammelnde Luft den Kraftstoffspiegel senkt. Der Schwimmer geht mit dem sinkenden Kraftstoffspiegel und nimmt die Ventilnadel mit nach unten. Dadurch wird das Ventil geöffnet. Die Luft entweicht durch besondere Bohrungen in den Entlüftungskanal und weiter zum Vorratsbehälter in der Zelle. Die Luftabführung geschieht stoßweise.

V. Die Einspritzdüse

Der Kraftstoff wird unmittelbar in die Arbeitszylinder des Motors während des Saughubes eingespritzt. Hierzu dienen offene Nadeldüsen, die keine beweglichen Teile besitzen (Abb. 23). Die Einspritzdüsen bedürfen keiner Wartung und werden auch nicht bei Teilüberholung ausgebaut.

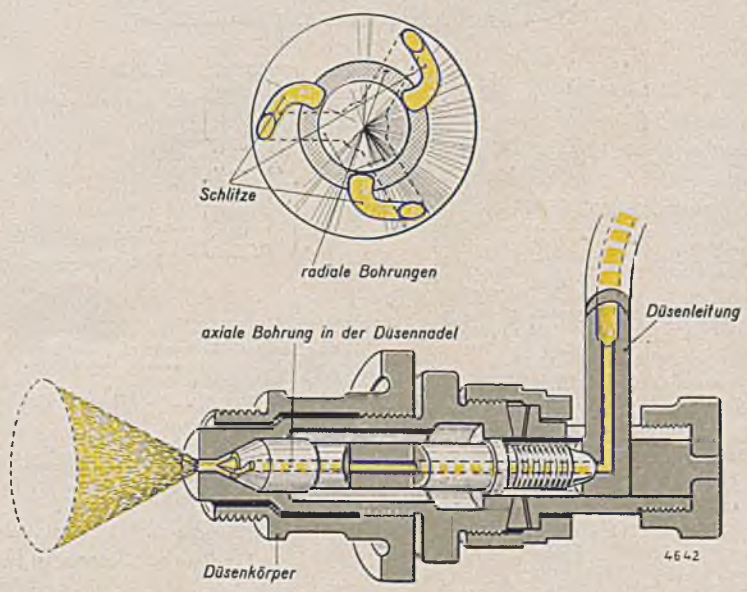


Abb. 23 Einspritzdüse

Durch die Düsenleitung gelangt der Kraftstoff von der Einspritzpumpe in die axiale Bohrung der Düsen-Nadel. Drei radiale Bohrungen leiten ihn weiter in Schlitze, die an der Kegelspitze der Düsen-Nadel in einen kegelförmigen Spalt münden. Aus diesem Spalt strömt der Kraftstoff, wirbelt durch die axiale Bohrung des Düsenkörpers und zerstäubt im Motorzylinder in Form eines Kegelmantels mit spitzem Winkel.

VI. Elektrische Kraftstoff-Verbrauchsmessung

Bei steigenden Flugleistungen, insbesondere bei Durchführung von Fernflügen mit größter Reichweite, besteht die Notwendigkeit, ständig den augenblicklichen Kraftstoffverbrauch beobachten zu können. Erstens um während des Fluges laufend die Flugstrecke berechnen zu können, und zweitens um eine genaue Kontrolle der den Kraftstoffverbrauch beeinflussenden Regelorgane zu haben. Die Wirkungsweise der Anlage ist in der D (Luft) T 3840 eingehend beschrieben.

VII. Einregulierung der Einspritzpumpe

Die Einspritzpumpe wird auf dem Pumpenprüfstand im Herstellerwerk nach gegebenen Vorschriften auf gleiche Einspritzmenge sämtlicher zwölf Pumpenelemente eingestellt. Die Fein-Einstellung der einzelnen Pumpenelemente wird durch die geteilten Regulierstangen ermöglicht, deren einzelne Zahnbolzen auf Verstellspindeln sitzen. Die Verstellung kann nur auf dem Pumpenprüfstand durchgeführt werden, da bei einer am Motor angebauten Einspritzpumpe die Messung der Fördermenge der einzelnen Pumpenelemente nicht möglich ist. Eine eigenmächtige Nachregulierung am Motor ist nicht gestattet und darf lt. Vorschrift des RLM. nur von Meßkolonnen mit Meßanlagen des Techn. Außendienstes der Herstellerfirma oder von den mit einer Lizenz der Erprobungsstelle der Luftwaffe versehenen Prüfern vorgenommen werden.

Für die Verstellung der Gesamt-Einspritzmenge werden die barometrischen Dosen verschoben [75] (Abb. 12).

Wenn wir uns die Steigerung der Einspritzmenge von Leerlauf bis Vollast als Diagramm gezeichnet denken, erhalten wir eine ansteigende Kurve (Abb. 24). Bei der Verstellung der Dosen wird die Kurve parallel verschoben. Die Steigungsänderung der Kurve wird durch Verstellung am Regelgetriebe erreicht. Der Schnittpunkt aller Kurven, die durch Verstellung am Regelgetriebe entstehen, liegt bei einem angenommenen Motorbelastungszustand von etwa 1,45 ata Ladedruck.

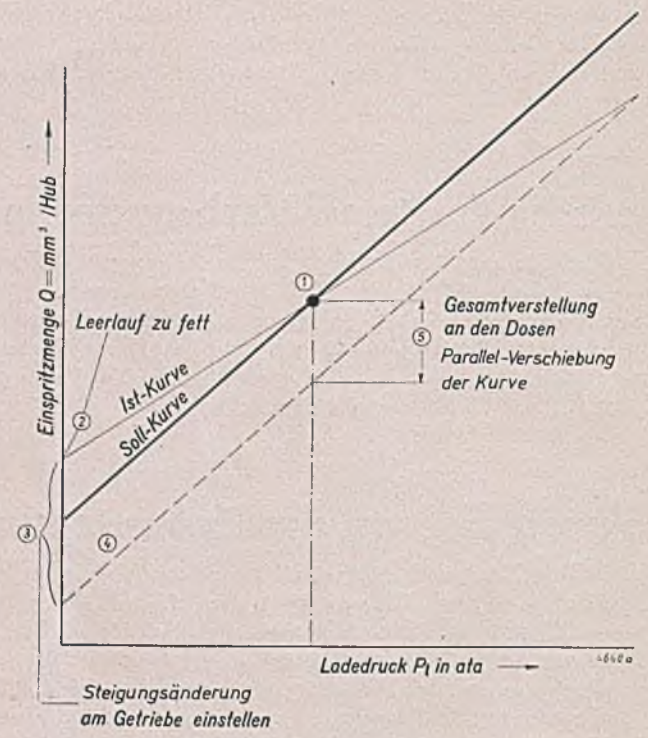


Abb. 24 Einspritz-Diagramm

Beispiel

Zeigt das Einspritz-Diagramm einer Einspritzpumpe im Schnittpunkt die vorgeschriebene Fördermenge (Abb. 24) ①, jedoch in einem niedrigeren Betriebsbereich eine zu reiche Einstellung ②, dann muß vorerst am Regelgetriebe ein wesentlich größerer Betrag an Fördermenge niedriger gestellt werden ③. Damit stellt sich die Kurve parallel zur Soll-Kurve ④. Nunmehr wird die Gesamt-Einspritzmenge an der Dosenverstellung auf die Soll-Kurve gebracht ⑤.

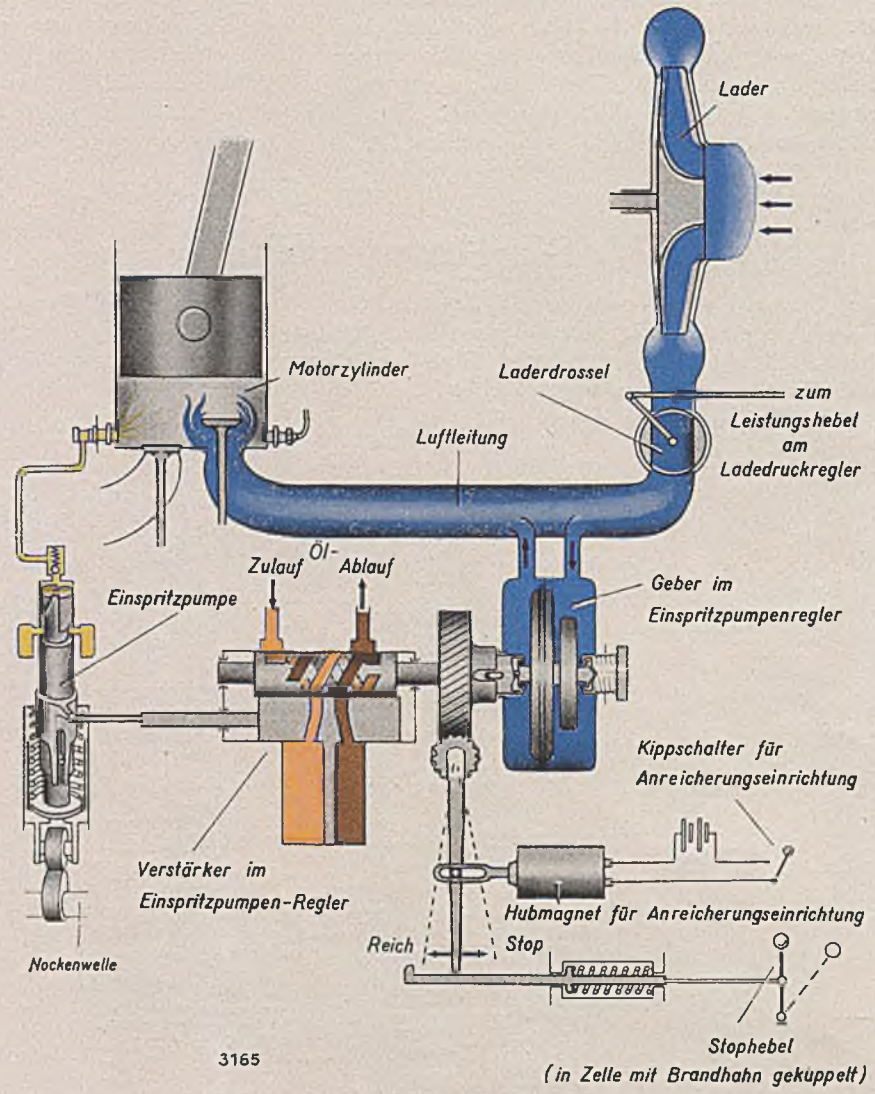


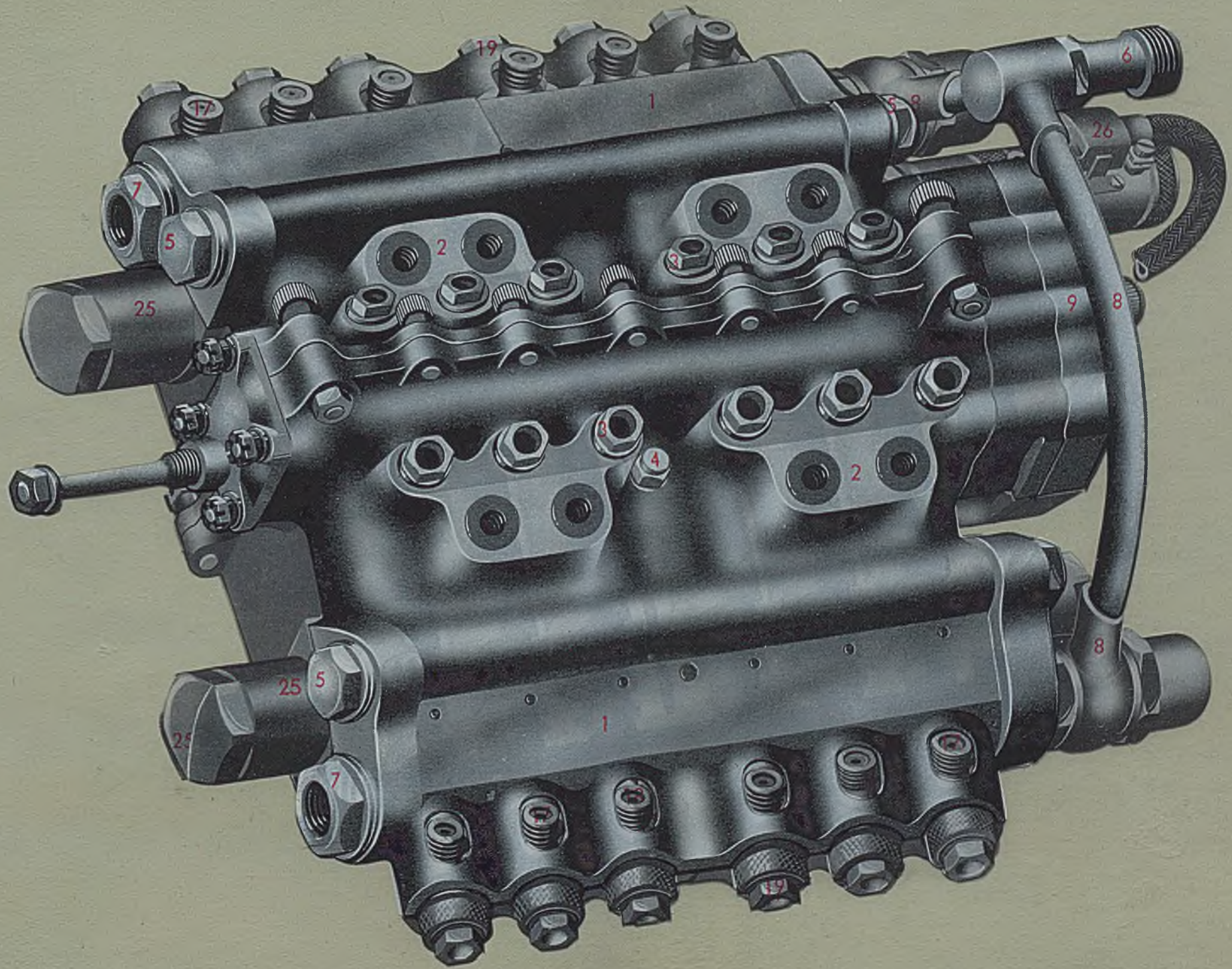
Abb. 25 Schematische Darstellung der Gemischregelung

DURCHSICHTSBILD-DARSTELLUNGEN

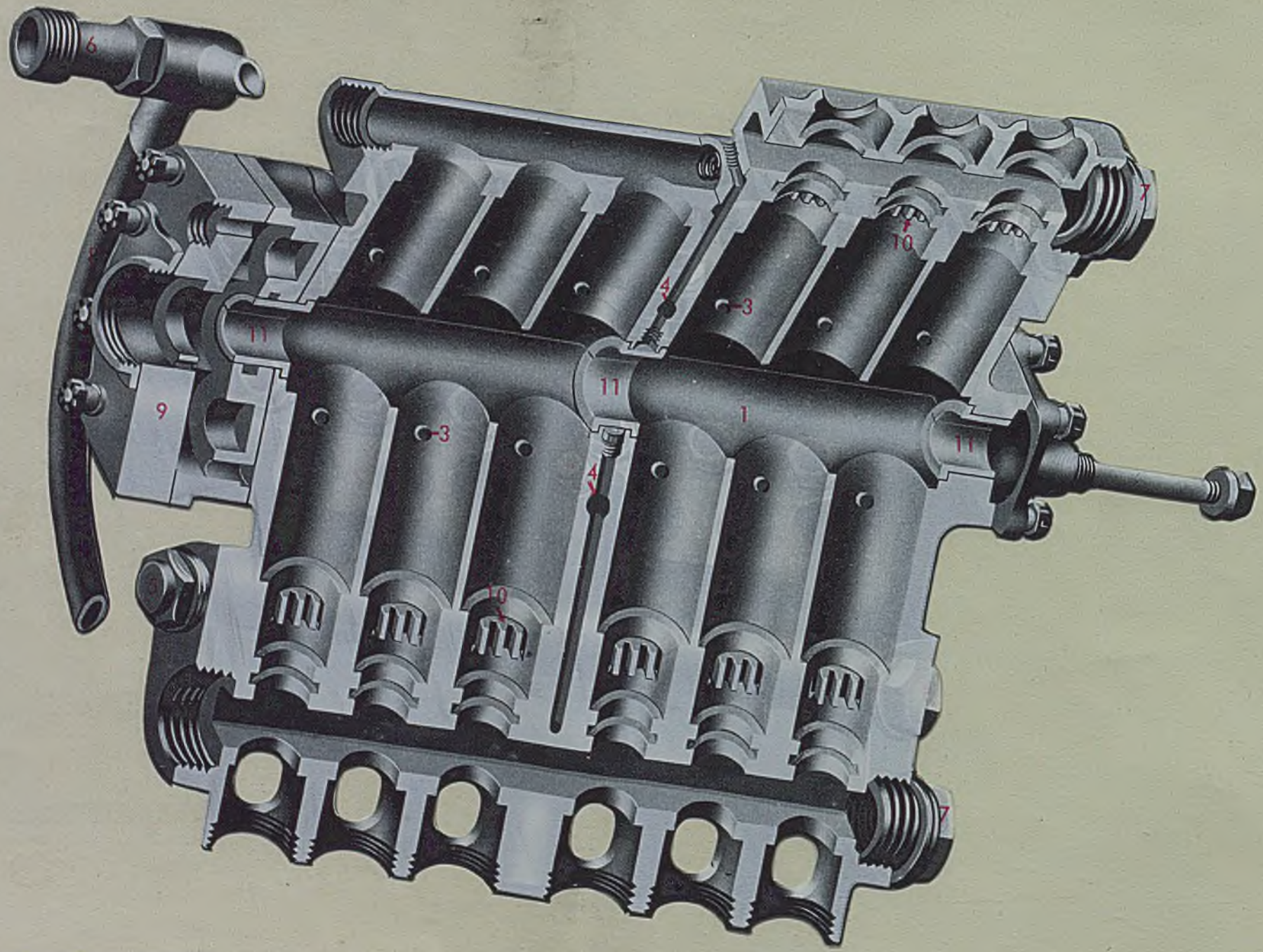
I. Einspritzpumpe

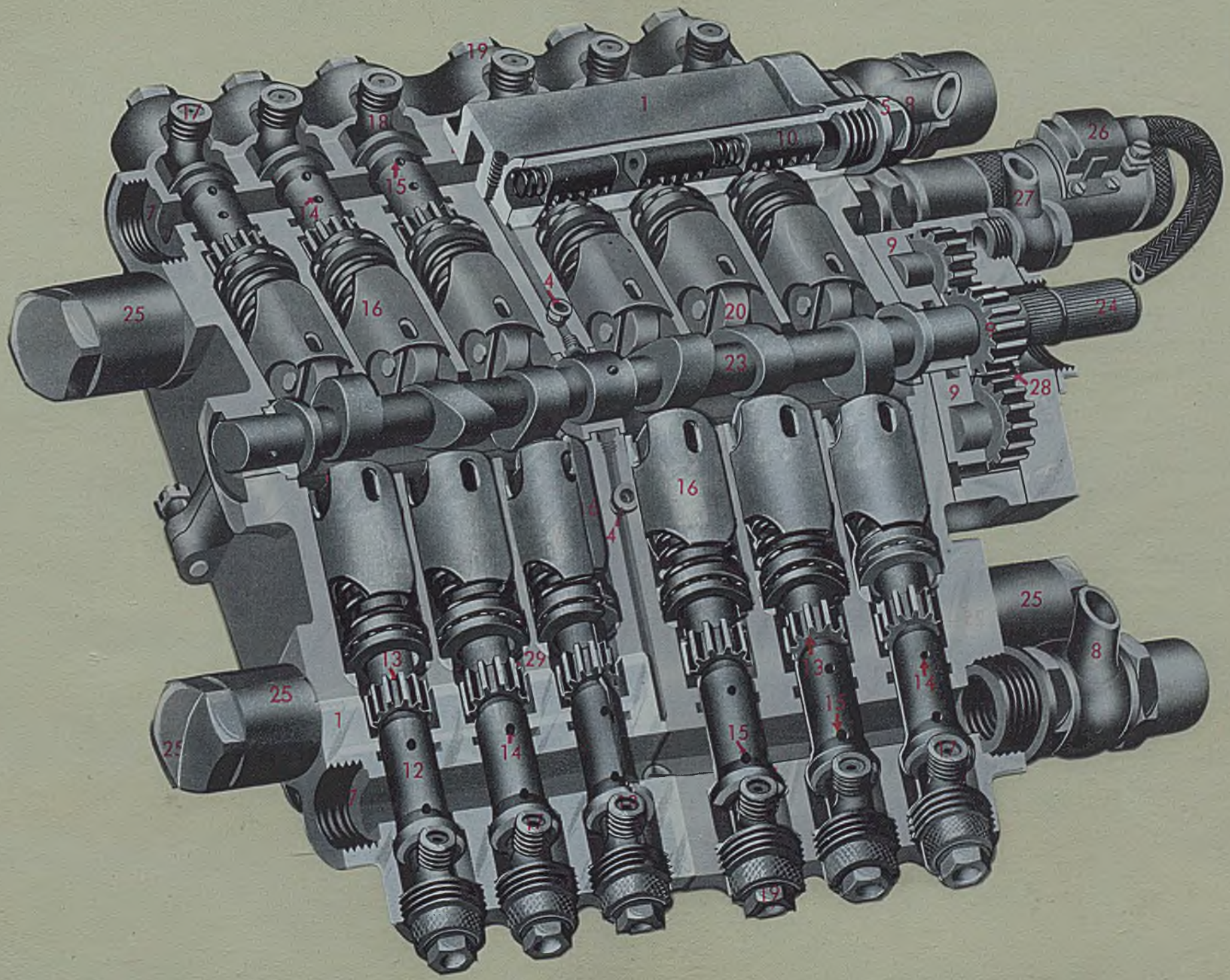
Lfd. Nr.	Bezeichnung	Seite
1	Gehäuse	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	Flansch für Befestigungsböcke	1
3	Führungsschrauben für Stempelführung	1, 2
4	Rückschlagventil	1, 2, 7
5	Verschlußschrauben	1, 2, 3, 4
6	Kraftstoff-Eintritt	1, 2
7	Kraftstoff-Austritt	1, 2, 5, 7
8	Kraftstoffleitung	1, 2, 7, 8
9	3-Rad-Ölpumpe	1, 2, 5, 7, 8
10	Zahnbolzen für Spielausgleich	2, 3, 4
11	Nockenwellen-Lagerschalen	2, 7
12	Laufbüchse	3, 4, 5, 6, 7
13	Ritzel für Pumpenstempel-Verdrehung	3, 4, 5, 6, 7
14	Schmierstoff-Bohrung (Schmierung der Pumpenstempel)	3, 4, 5, 7
15	Kraftstoff-Zu- und Rückflußbohrung	3, 4, 5, 7
16	Schieber	3, 4, 6, 7
17	Anschluß für Düsenleitung	3, 5, 7
18	Winkelventil (Doppel-Rückschlagventil)	3, 4, 5, 7
19	Ventil-Verschraubung	3, 4, 5, 6, 7, 8
20	Nockenrolle	4, 5, 6, 7
21	Pumpenstempel	5
22	Steuerkante	5
23	Nockenwelle	5, 6
24	Kerbverzahnung für Pumpenantrieb	5, 6
25	Verschlußkappen für Regulierstangen	5, 6, 7, 8
26	Induktiv-Geber	7, 8
27	Schmierstoff-Eintritt	7
28	Schmierstoff-Austritt	7
29	Regulierstange	7, 8
30	Regulierstangen-Hülse	7
31	Kraftstoff-Ablaßschrauben	7, 8
32	Drucköl (Schmierstoff) zum Gemischregler	8
33	Drucköl (Schmierstoff) vom Gemischregler	8
34	Flansch für Regelgetriebe	8

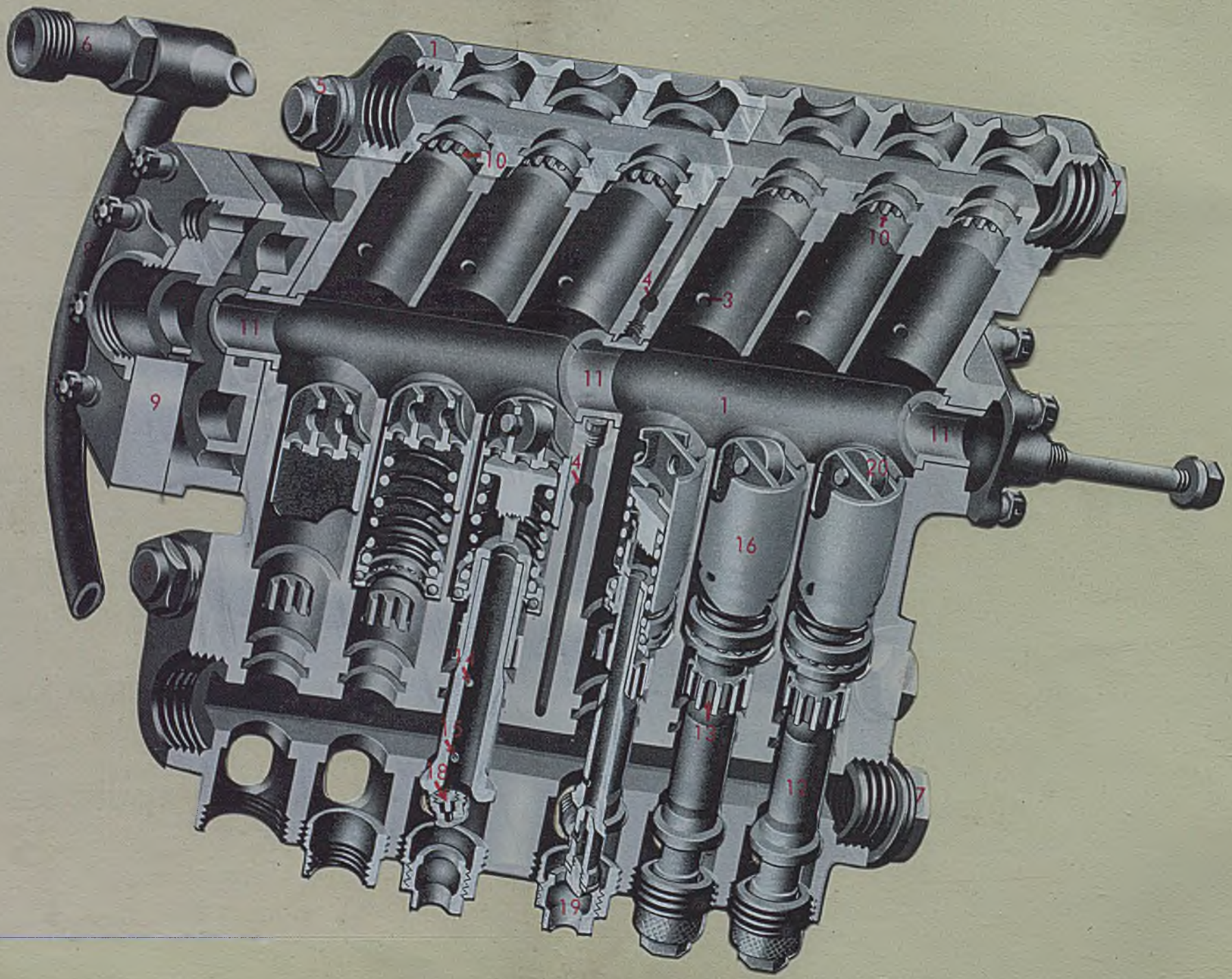
I. Einspritzpumpe

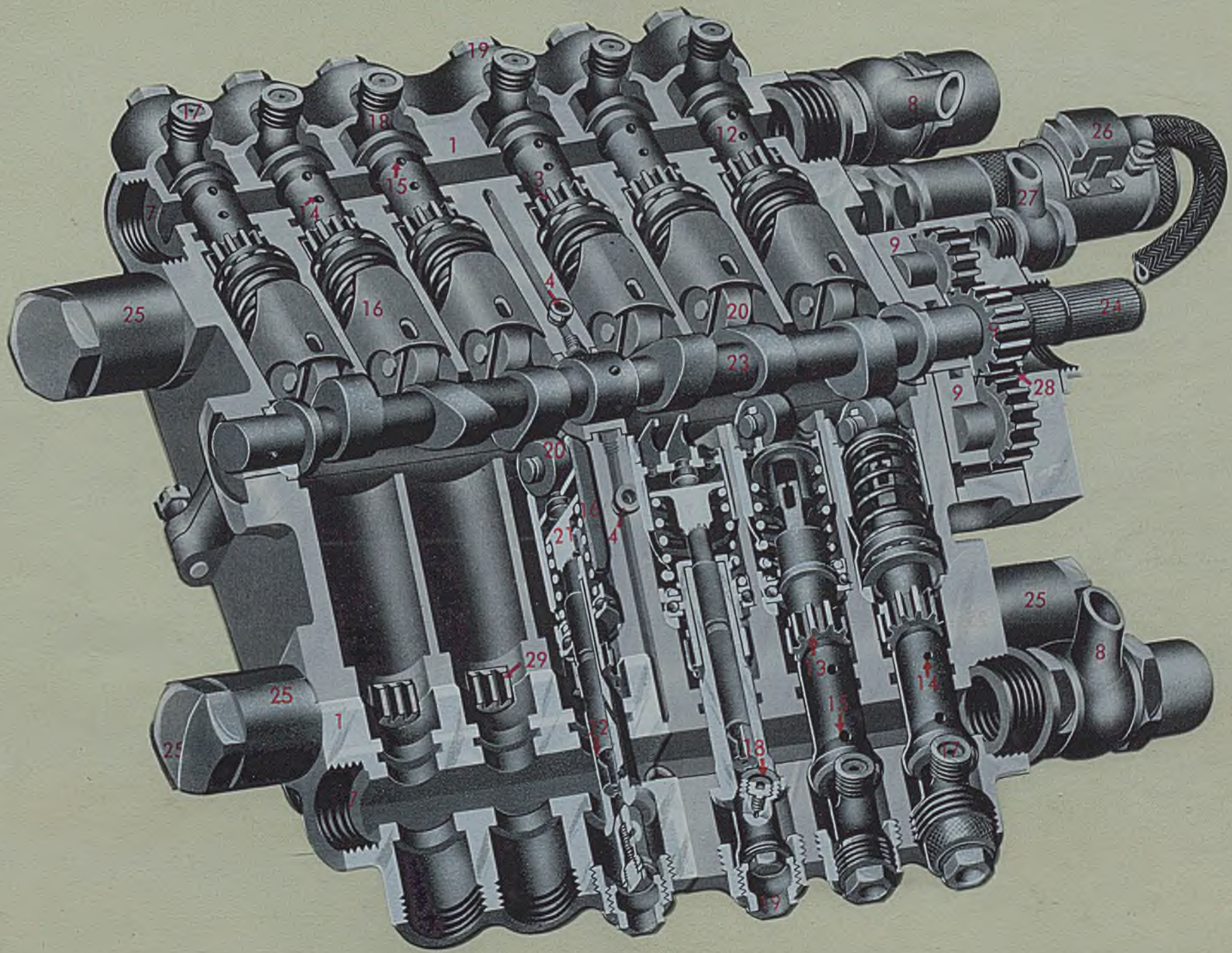

19
17
1
6
5
8
26
7
5
2
3
25
9
8
3
4
2
8
25
5
1
25
7
19

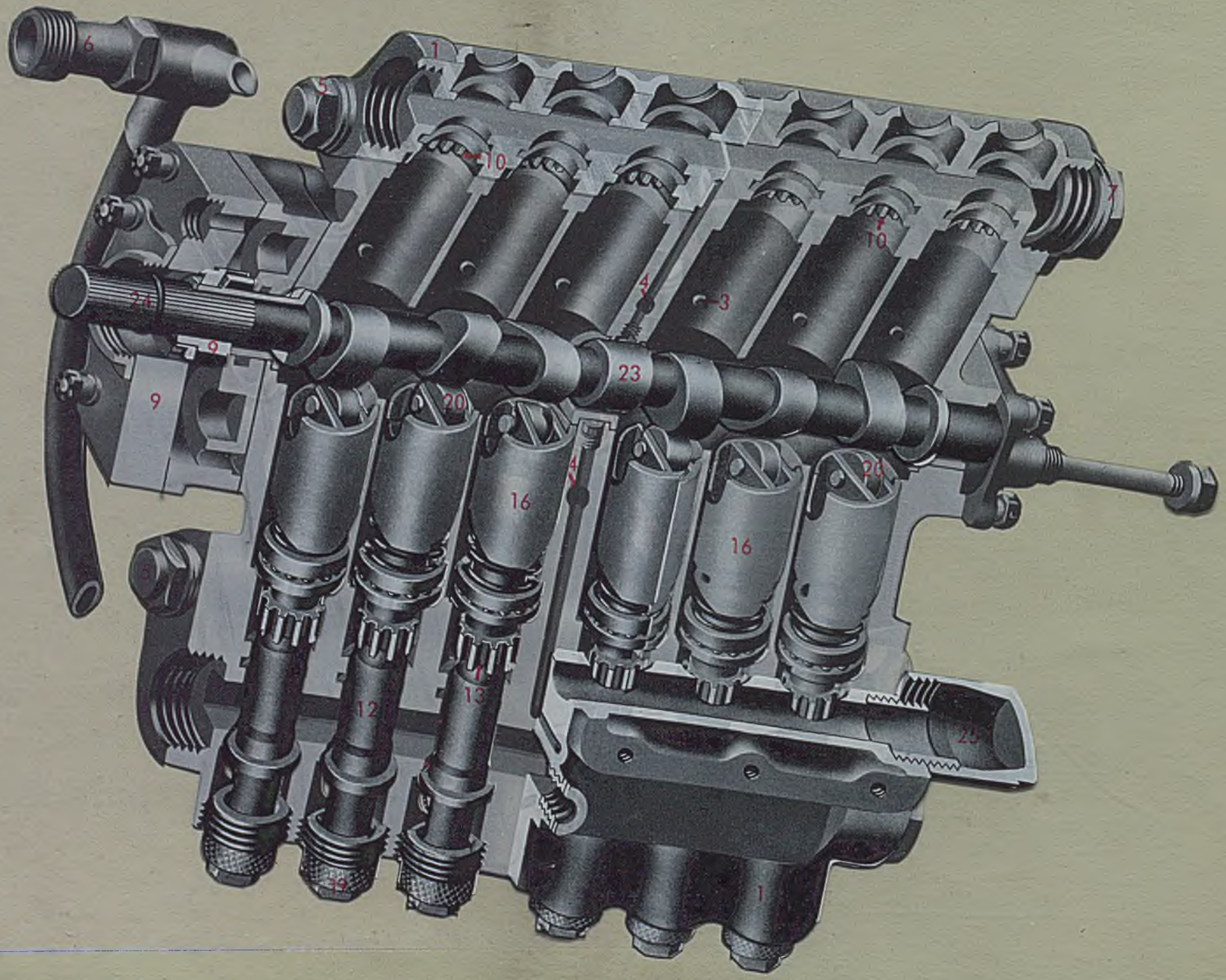
2

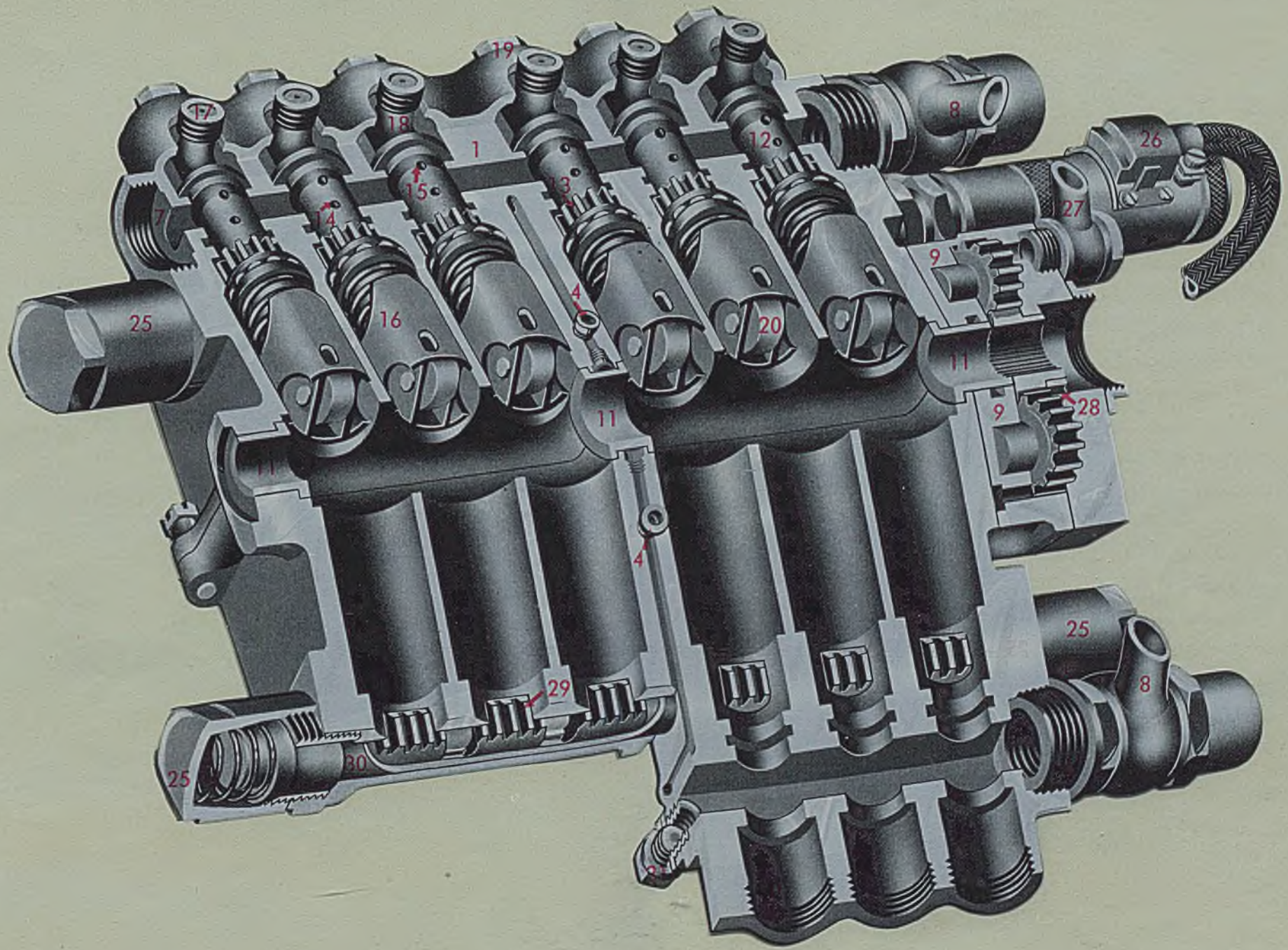


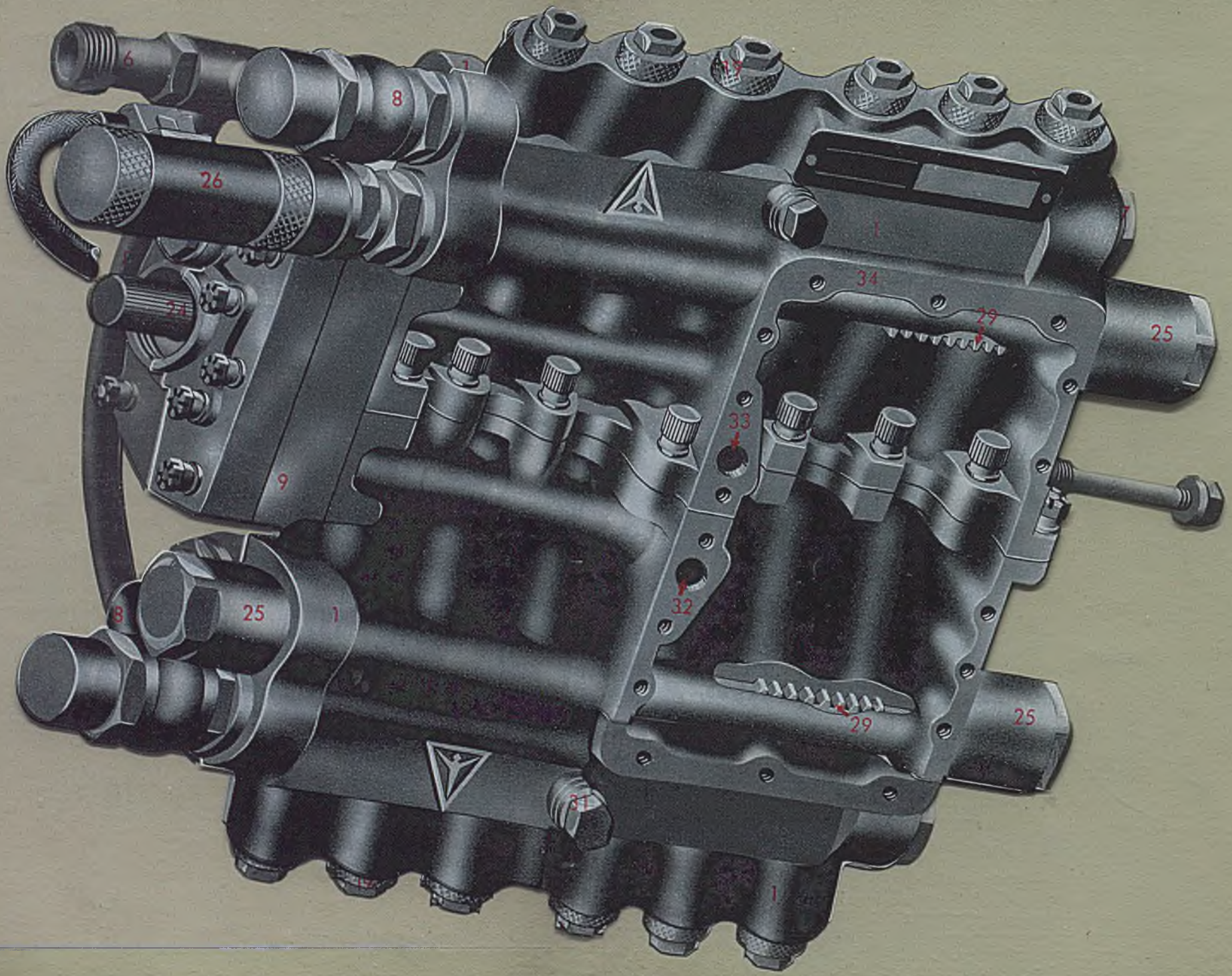

1
5
8
10
26
27
9
24
28
19
17
18
15
14
7
25
16
4
20
23
13
29
12
8


6
1
5
10
7
10
4
3
11
11
9
1
11
4
20
16
14
15
13
18
12
7
19


19
17
18
1
12
8
26
7
14
15
13
27
9
4
25
16
20
24
23
28
9
20
16
21
4
25
29
8
13
14
25
1
15
25
12
18
7
19


6
1
5
10
7
10
24
4
3
9
23
9
20
4
20
16
16
13
12
25
19
1

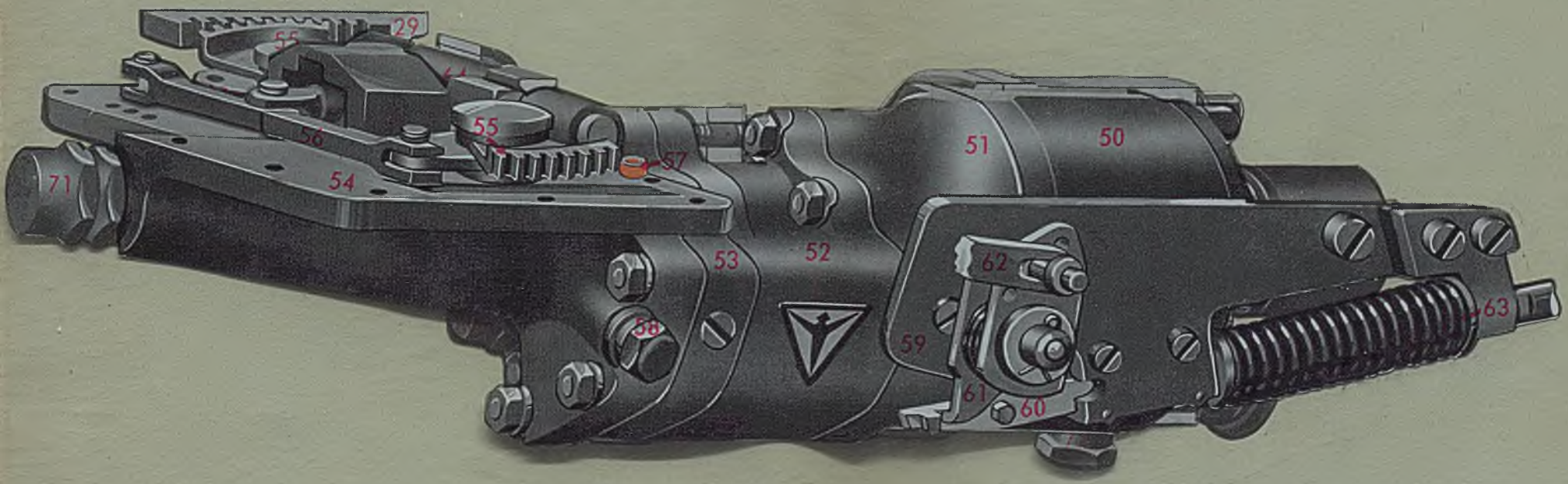

19
17
18
1
12
8
26
15
13
7
14
27
9
4
25
16
20
11
28
9
11
11
4
25
29
8
30
25

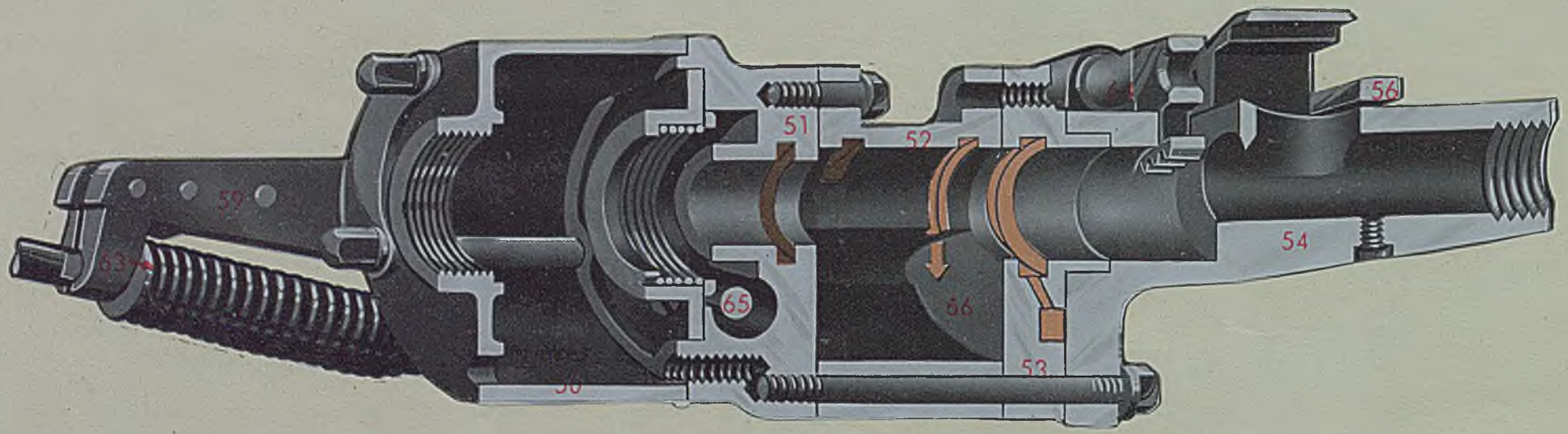

6
8
26
1
34
29
25
33
9
32
8
25
1
29
25
31

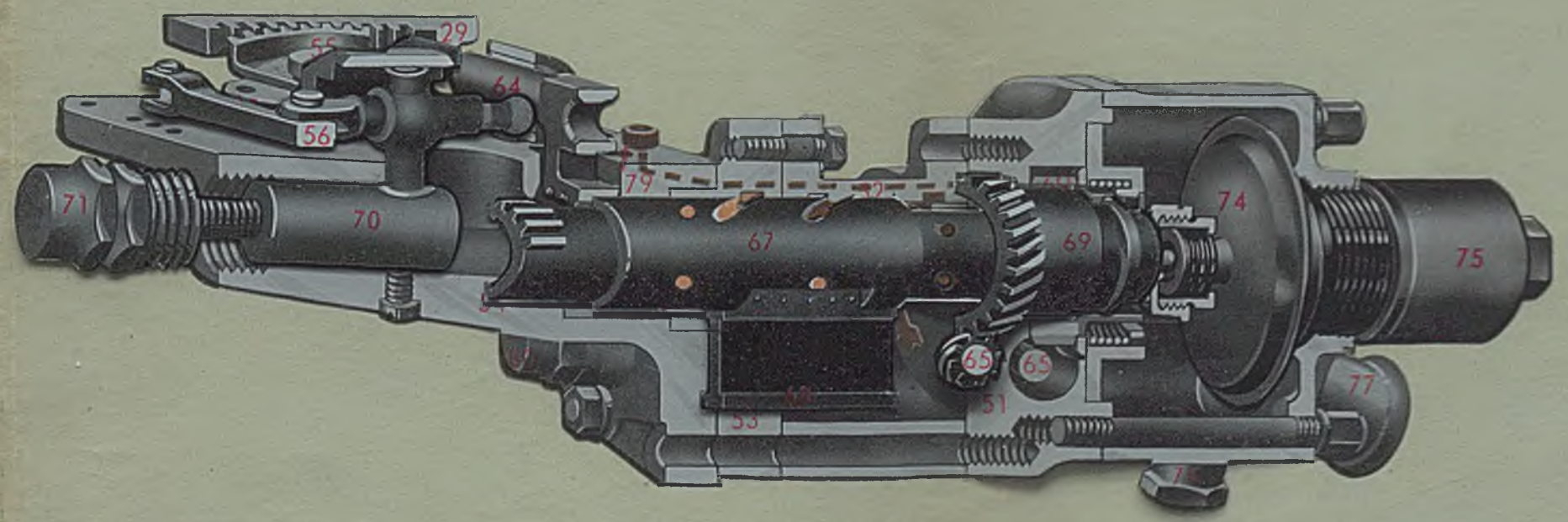
II. Einspritzpumpenregler

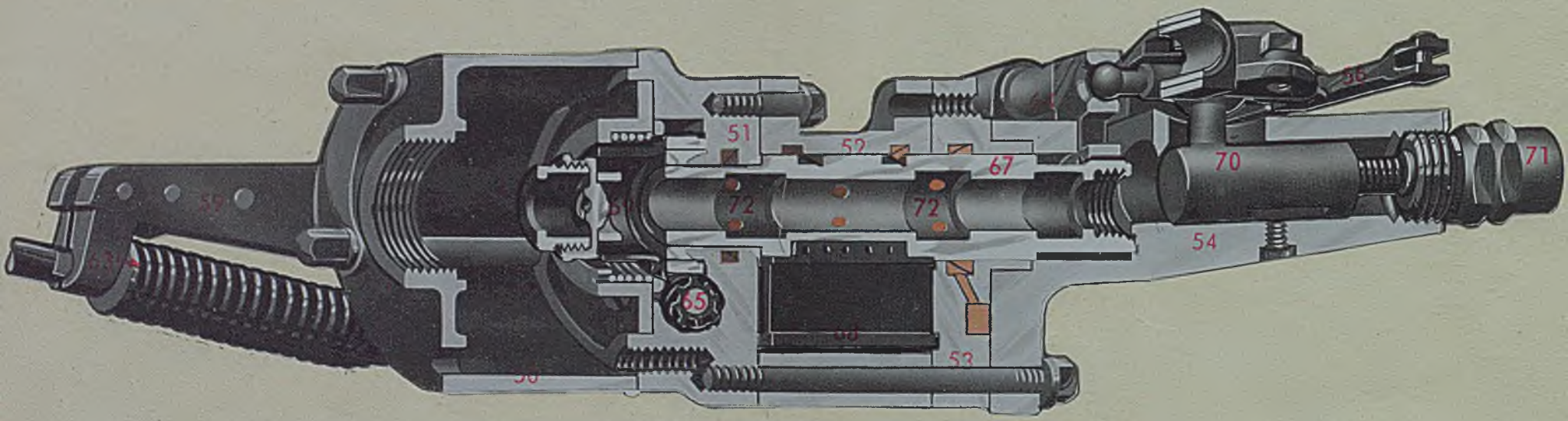
Lfd. Nr.	Bezeichnung	Seite
50	Gebergehäuse	1, 2, 7, 8
51	Lagergehäuse	1, 2, 7, 8
52	Kolbengehäuse	1, 2, 7, 8
53	Lagerdeckel	1, 2, 7, 8
54	Regelgetriebegehäuse	1, 2, 7, 8
55	Zahnsegment	1, 7
56	Hebelstange	1, 3, 4
57	Eintritt für Drucköl (Schmierstoff)	1
58	Druckmeßstelle	1
59	Halteblech	1, 2
60	Stoppstange	1
61	Stopphebel	1
62	Überfettungshebel	1
63	Rückholfeder	1, 2
64	Zahnstange (im Eingriff mit Drehkolbenwelle)	2, 5, 6
65	Verstellwelle mit Schraubenritzel	2, 3, 4, 7
66	Drucköl-Kammer	2, 7
67	Drehkolbenwelle	3, 4, 7
68	Flügel der Drehkolbenwelle	3, 4
69	Schraubenrad	3, 4, 7
70	Hebellager	3, 4
71	Leerlaufeinstellung	3, 4
72	Ausfräsungen für Drucköl-Zu- und Ablauf	4, 7
73	Steuerschieber	5, 6
74 a	Regeldose	5, 6
74 b	Höhendose	6
75	Einstellung für barometrische Dosen (plombiert)	5, 6, 7, 8
76	Mitnehmer	5, 6
77	Ladeluft-Austritt	7, 8
78	Drucköl-(Schmierstoff-)Ablaßschraube	7, 8
79	Austritt für Drucköl (Schmierstoff)	7
80	Überdruckventil	7, 8
81	Ladeluft-Eintritt	8
29	Regulierstange	7, 8

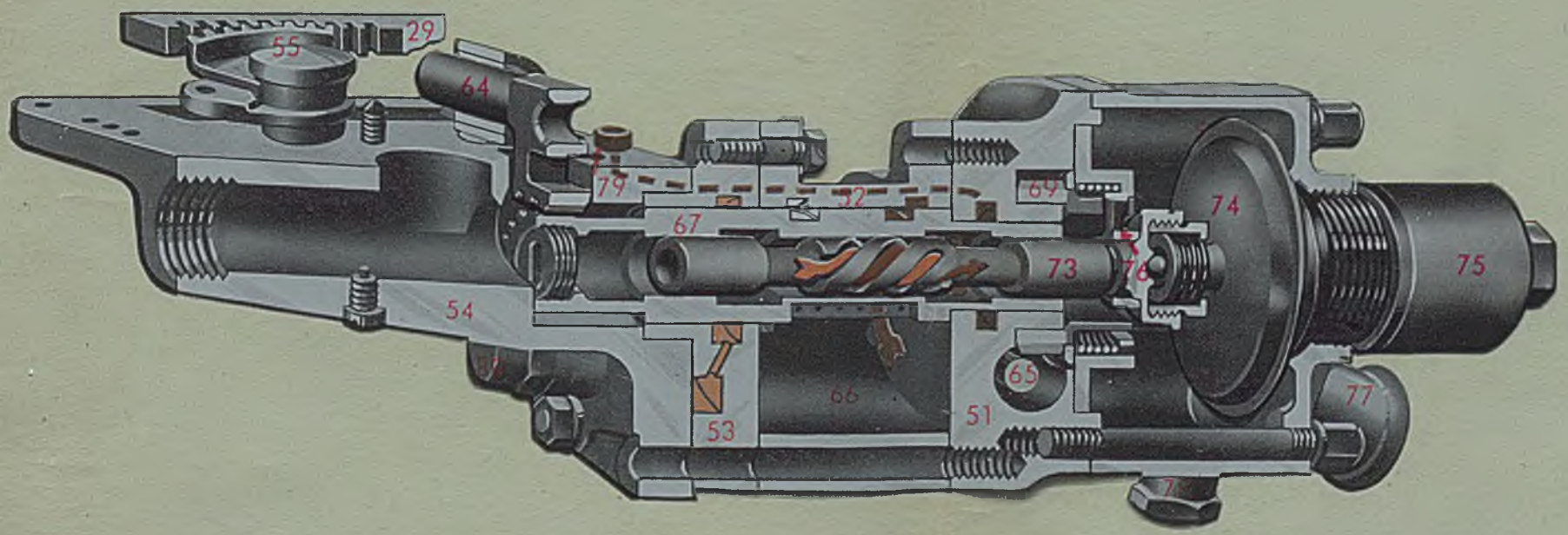
II. Einspritzpumpenregler


29
55
55
56
54
57
71
51
50
52
53
58
62
59
61
60
63

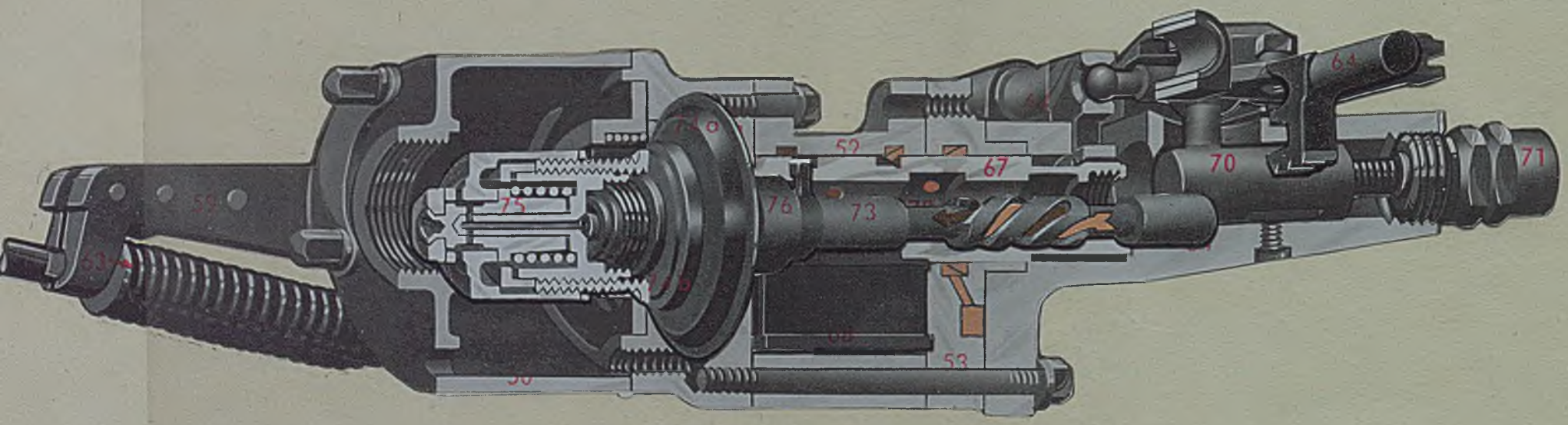

51
52
56
59
63
65
66
54
53
50

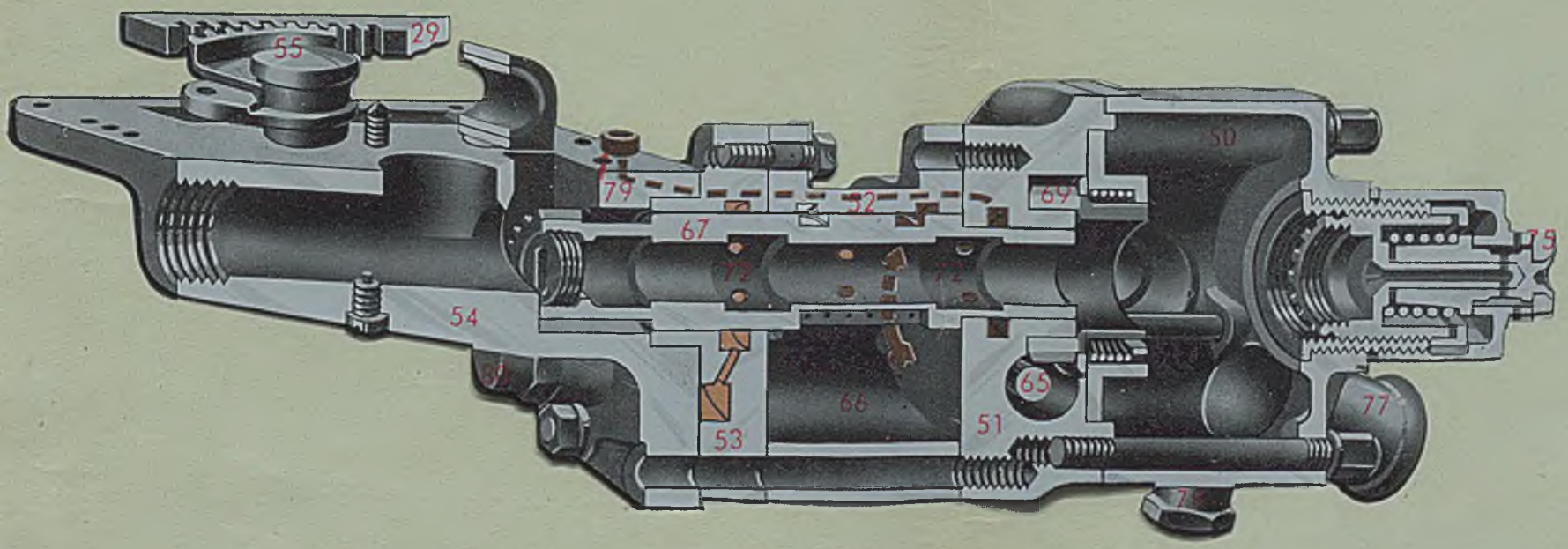

29
64
56
71
70
79
67
69
74
75
65
65
51
77

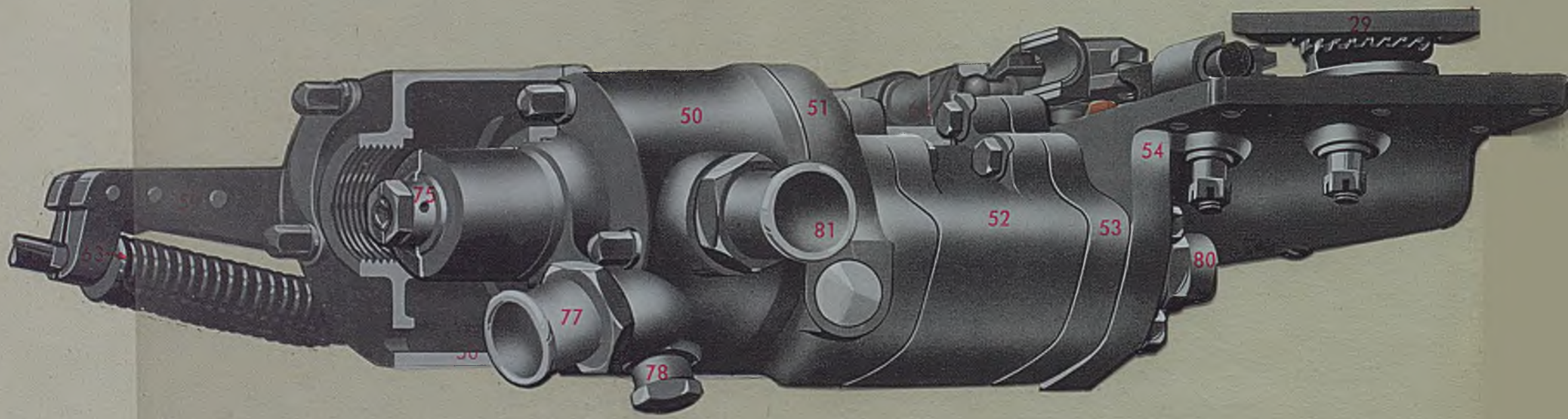

51
52
67
72
72
70
71
54
65
53


29
55
64
79
67
52
69
74
73
76
75
54
65
66
51
77
53

6




29
55
79
67
72
52
72
69
50
75
54
62
66
53
65
51
77


29
50
51
54
75
81
52
53
80
63
77
78

BG Politechniki Śląskiej w Gliwicach
nr inw.: 102 - 117162
Dyr.1 117162